

# Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pengenalan Ikon Kota Di Provinsi Yogyakarta Berbasis Objek *Landmark*

<sup>1</sup>Zukhrian Shafarazaq, <sup>2</sup>Muhammad Zakariyah

<sup>1,2</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>[zukskyy@gmail.com](mailto:zukskyy@gmail.com), <sup>2</sup>[muhammad.zakariyah@staff.utv.ac.id](mailto:muhammad.zakariyah@staff.utv.ac.id)

## Article Info

### Article history:

Received, 2023-09-23

Revised, 2023-10-26

Accepted, 2023-11-07

### Kata Kunci:

*Augmented Reality*

*Landmark*

*Media Interaktif*

*Provinsi D.I. Yogyakarta*

*Rapid Application Development*

## ABSTRAK

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah destinasi wisata yang unik dan populer di kalangan wisatawan domestik maupun internasional. Namun, banyak orang, baik penduduk setempat maupun pengunjung, belum sepenuhnya memahami potensi dan sejarah DIY. Ini disebabkan oleh kurangnya informasi yang tersedia dan kurangnya daya tarik dalam penyajian informasi yang umumnya dilakukan oleh media *mainstream*. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan DIY melalui pengembangan aplikasi *mobile AR* yang interaktif dan informatif. Selain itu, penelitian ini juga menguji kinerja aplikasi melalui pengujian *black-box* dan pengujian marker (jarak & sudut) guna memastikan pengenalan objek landmark yang akurat, kestabilan, dan fungsionalitas aplikasi secara keseluruhan. Hasil uji menunjukkan bahwa aplikasi mampu mengenali marker dengan akurasi tinggi dan performa yang stabil. *User* harus berada dalam jarak kurang dari 70 cm dan batasan pada sudut pandang lebih dari 40 derajat dari marker untuk deteksi yang dengan baik dan benar. Hasil pengujian SEQ menunjukkan skor total sebesar 6,44, yang melebihi skor minimum pedoman SEQ. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil dimanfaatkan sebagai media untuk memperkenalkan DIY melalui objek *landmark* melalui aplikasi AR yang interaktif dan informatif, dengan kinerja yang baik.

## ABSTRACT

*Yogyakarta Special Region is a popular and unique tourist destination for both domestic and international travelers. However, many people, including locals and visitors, have yet to fully understand the potential and history of Yogyakarta due to a lack of accessible information and unappealing presentation through mainstream media. To address this, an innovative mobile application utilizing Augmented Reality technology and integrated with website APIs has been developed to introduce the Yogyakarta region. The research aimed to create an interactive and informative Augmented Reality mobile app and conducted testing to ensure accurate recognition of landmarks, stability, and overall functionality. The results showed high accuracy and stable performance in marker recognition, with a requirement for users to be within 70 cm of the marker and some limitations on viewing angles beyond 40 degrees. The SEQ testing yielded a total score of 6.44, surpassing the minimum requirement. Overall, the research successfully utilized an interactive and informative AR app to introduce Yogyakarta through landmark objects, providing a good user experience.*

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.



## Penulis Korespondensi:

Zukhrian Shafarazaq,

Program Studi Informatika,

Universitas Teknologi Yogyakarta,

Email: [zukskyy@gmail.com](mailto:zukskyy@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah salah satu provinsi di Indonesia yang terus mengalami pertumbuhan, baik dalam hal aspek sosial masyarakat maupun tata ruangnya. Wilayah ini terdiri dari Kota Yogyakarta sebagai pusat administrasi, serta empat Kabupaten, yaitu Sleman, Kulon Progo, Bantul, dan Gunung Kidul [1]. Kota pelajar ini memiliki beragam destinasi wisata yang menjadikannya tempat tujuan yang unik bagi pengunjung, sementara kabupaten dan kota di provinsi ini juga menawarkan destinasi wisata yang populer dan lokasi-lokasi *Hidden Gems* yang menarik bagi pengunjung domestik maupun internasional [2]. Objek wisata sering kali terhubung erat dengan simbol-simbol khas atau *landmark* yang menjadi ikon setiap kota [3]. Sebagai contoh, Candi Prambanan merupakan salah satu contoh *landmark* yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang sering terdapat pada buku pembelajaran [4].

Meskipun terdapat berbagai *landmark* lain di seluruh Provinsi DIY, namun masih ada sebagian masyarakat dan turis yang belum memiliki pemahaman yang cukup mengenai informasi seputar *landmark* dan Provinsi DIY termasuk sejarah bangunannya, kota tempatnya berada, dan lokasi wisatanya. Hal ini terjadi karena terbatasnya ketersediaan informasi dan kurangnya daya tarik dalam penyampaian informasi tersebut. Sebagian besar upaya untuk memperkenalkan informasi mengenai Daerah Istimewa Yogyakarta masih bergantung pada media cetak seperti majalah, buku manual, dan surat kabar yang seringkali menampilkan gambar-gambar kecil dengan kualitas yang kurang memadai. Gambar-gambar ini juga terbatas pada format dua dimensi, dan informasi yang diberikan jarang diperbarui secara rutin, sehingga kurang menginspirasi pembaca untuk mencari lebih banyak informasi tentang tempat tersebut. Pengenalan informasi melalui media digital, seperti situs web, juga sering terbatas pada teks dan gambar satu sisi, mirip dengan media cetak tradisional, yang kurang mampu menarik minat pembaca yang menginginkan penyajian informasi yang lebih menarik dan berbeda [5]. Masalah utama adalah kurangnya informasi mendalam dan daya tarik dalam penyajian informasi terkait sejarah, dan budaya maupun *landmark* kota di Yogyakarta. Karena kurangnya pemahaman masyarakat dan wisatawan tentang aspek budaya dan sejarah *landmark* kota menjadi kendala dalam memaksimalkan potensi wisata Provinsi ini. Maka melalui pemanfaatan teknologi informasi adalah metode yang sangat tepat untuk memberikan edukasi dan informasi terkait tempat yang bersejarah [6].

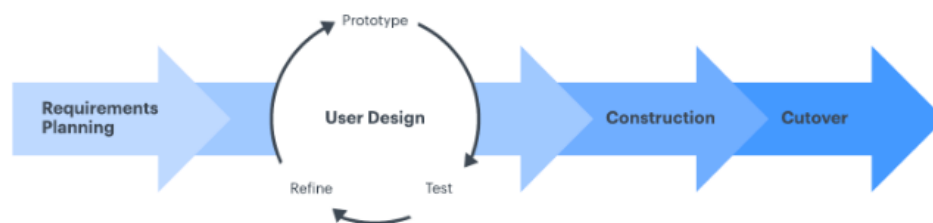
Di zaman digital yang serba canggih saat ini salah satu cara yang efektif untuk memperkenalkan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu dengan mengembangkan aplikasi *mobile* interaktif menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan metode berbasis penanda (*marker-based tracking*) melalui objek *landmark*. Secara umum, *Augmented Reality* merupakan teknologi penggabungan objek virtual dengan objek nyata baik 2D ataupun 3D [7]. *Augmented Reality* atau sering disingkat AR adalah teknologi yang memadukan dunia fisik dengan elemen-elemen virtual, menciptakan pengalaman yang menggabungkan kenyataan dan simulasi digital yang diciptakan oleh komputer ke dalam lingkungan tersebut [8]. Teknologi seperti *Augmented Reality* sangat ideal, karena dapat menggambarkan objek dalam bentuk tiga dimensi secara visual [9]. Metode AR yang digunakan yaitu pelacakan berbasis penanda atau sering disebut *Marker Based Tracking* dengan sebuah penanda yang memiliki pola tertentu yang merupakan sebuah ilustrasi warna putih dan hitam berbentuk kotak dengan pembatas garis tebal berwarna hitam serta background berwarna putih atau dengan pola gambar seperti logo [10]. Dengan menerapkan metode pelacakan menggunakan marker, marker berperan sebagai penanda yang menyajikan informasi spesifik [11]. Aplikasi MAR yang dibangun akan memanfaatkan gambar *landmark* dan simbol kota sebagai pola visual untuk menghasilkan pengalaman yang menarik bagi pengguna, dengan menggunakan teknik pelacakan berbasis marker, marker berfungsi sebagai penanda yang mengindikasikan informasi tertentu.

Berdasarkan beberapa pemaparan yang telah dikemukakan, penelitian semacam ini perlu dilakukan karena dapat memberikan informasi tentang Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan penyajian informasi yang interaktif dan menarik dengan inovasi kemasan berbeda. Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi *mobile Augmented Reality* (AR) yang interaktif dan informatif untuk memperkenalkan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta melalui objek *landmark*, dengan tujuan memberikan pengalaman yang mendalam kepada pengguna tentang sejarah, budaya, dan keunikan Provinsi ini. Selain itu, untuk menguji kinerja aplikasi melalui pengujian *black-box* dan pengujian marker (jarak & sudut) guna memastikan pengenalan objek

*landmark* yang akurat, kestabilan, dan fungsionalitas aplikasi secara keseluruhan. Adapun pengujian SEQ yang akan dilakukan guna menguji tingkat kesulitan yang dialami oleh pengguna saat menyelesaikan tugas yang diberikan serta dampak aplikasi yang diberikan.

## 2. METODE PENELITIAN

Model pengembangan sistem RAD (*Rapid Application Development*) adalah suatu metode yang digunakan dalam pengembangan yang digunakan penulis dengan fokus pada objek melibatkan pembuatan perangkat lunak. Metode RAD memiliki tujuan utama untuk mengurangi durasi waktu antara fase perancangan dan implementasi sistem, sehingga menghasilkan pengembangan perangkat lunak yang lebih efisien dan cepat [12]. Metode RAD memanfaatkan pendekatan iterative melalui sebuah model kerja sistem dibangun pada tahap awal pengembangan dengan maksud untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, kemudian model tersebut ditinggalkan atau dimodifikasi [13]. Berikut ini adalah penjabaran mengenai setiap langkah dalam metode ini yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode RAD

Adapun metode pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode penelitian terapan, yang bertujuan untuk menghadirkan solusi terhadap permasalahan yang ada dalam masyarakat umum. Penelitian ini dianggap sebagai tahapan lanjutan dari penelitian dasar, dengan fokus utama pada pembuatan inovasi dan pengembangan ilmu pengetahuan serta teknologi. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini, sebagai berikut:

### 1. Studi Pustaka (*Litelatur*)

Peneliti mengumpulkan berbagai sumber data melalui studi literatur, termasuk jurnal, buku, dokumentasi, internet, serta data yang diperoleh melalui observasi yang relevan dengan fokus penelitian mengenai media pengenalan. Data yang diperoleh ini akan digunakan sebagai referensi dalam pembuatan aplikasi dalam penelitian ini, dan juga digunakan untuk menetapkan batasan aktivitas terkait pengembangan aplikasi. Dalam konteks ini, batasan aktivitas mengacu pada konsep aplikasi yang interaktif dan mudah dipahami oleh pengguna, dengan tujuan meningkatkan minat pengguna terhadap media pengenalan melalui teknologi *augmented reality*.

### 2. Observasi Langsung (*Observation*)

Peneliti mengamati secara langsung di berbagai lokasi wisata umum yang ikonik dengan bangunan landmark di Yogyakarta untuk menghimpun informasi mengenai cara pengunjung menggunakan *smartphone* ketika mereka mengunjungi dan berinteraksi dengan objek-objek landmark. Dalam observasi ini, tindakan dan interaksi pengunjung terkait dengan penggunaan *smartphone*, seperti mengambil foto dengan landmark, membaca informasi sejarah yang disajikan ataupun hal lainnya, dicatat untuk nantinya dapat diimplementasikan dalam inovasi pengembangan aplikasi AR yang sedang diteliti sebagai media pengenalan interaktif.

Sumber data dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dokumentasi, internet, dan observasi yang relevan terkait pengenalan objek *landmark*. Selain itu, masyarakat lokal juga dijadikan sumber data dengan interaksi dan wawancara untuk mendapatkan perspektif dan pengetahuan turun temurun tentang *landmark*. Organisasi terkait seperti dinas pariwisata dan lembaga budaya juga memberikan informasi terperinci tentang sejarah, keunikan budaya, dan pengetahuan khusus tentang *landmark* di Provinsi DIY. Kolaborasi dengan organisasi tersebut memastikan konten dalam aplikasi *augmented reality* memiliki kualitas yang baik dan memberikan pengalaman informatif dan autentik bagi pengguna.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap hasil dan pembahasan ini merupakan tahapan proses perancangan desain sistem hingga pembangunan aplikasi dengan metode RAD hingga pembahasan hasil akhir dari aplikasi. Hasil dan pembahasan dari proses rancangan hingga pembangunan aplikasi ini dapat diuraikan sebagai berikut:

#### **Requirement Planning (Perencanaan Kebutuhan)**

Tahap perencanaan kebutuhan dalam penelitian ini mencakup rincian kebutuhan sistem yang akan dibuat, baik yang bersifat fungsional maupun non-fungsional [14]. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pengguna yang merujuk pada arsitektur sistem dalam perancangan sistem yang diusulkan agar dapat beroperasi secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan, sebagai berikut:

a. Kebutuhan Fungsional

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional

No.	Proses	Input	Ouput
1.	Melakukan <i>scanning</i> ke marker dengan kamera <i>smartphone</i>	Gambar landmark dan logo kabupaten atau kota digunakan sebagai input dalam proses pelacak, yang mana marker berupa gambar tersebut	Menampilkan model 3D <i>landmark</i> kabupaten atau kota di Provinsi DIY dengan sesuai dengan marker yang telah dipindai
2.	Memilih salah satu menu pada aplikasi	Pilih salah satu <i>button</i> menu yang tersedia, seperti <i>AR CAM</i> , <i>Kota &amp; Landmark</i> , <i>Quiz</i> , <i>Panduan</i> , <i>Tentang</i> , dan <i>Keluar</i> dengan aksi klik <i>button</i>	Sesuai dengan pilihan pengguna, sistem aplikasi akan menampilkan menu yang dipilih dan menjalankan proses sistem yang sesuai
3.	Melihat informasi lebih detail pada menu <i>AR CAM</i>	Usap keatas pada <i>pop-up</i> info yang ada di dalam menu <i>AR CAM</i> setelah melakukan scan	Menampilkan informasi secara singkat terkait bangunan <i>landmark</i>
4.	Melakukan pengunduhan <i>Marker</i>	Klik <i>button download marker</i> pada menu panduan, lalu pilih marker yang akan digunakan	Akan diarahkan secara otomatis ke halaman website untuk melakukan pengunduhan <i>marker</i>
5.	Melakukan operasi <i>CRUD</i> pada informasi data <i>landmark</i> dan <i>quiz</i> melalui website yang terintegrasi <i>API</i> dengan aplikasi	Klik <i>button action CRUD</i> pada halaman website informasi.	Melakukan operasi <i>CRUD</i> sesuai dengan pilihan <i>user</i> pada website serta akan memperbarui tampilan informasi pada aplikasi sesuai dengan perubahan yang dilakukan di website.

b. Kebutuhan Non-Fungsional

1) Perangkat Lunak (*Software -Develop Tools*)

Untuk melakukan pembuatan aplikasi dengan menggunakan *software* sebagai berikut:

- a) Unity 3D
- b) Vuforia SDK, Android SDK & JDK (*Java Development Kit*)
- c) Blender & SketchUp
- d) Adobe XD & Figma

2) Perangkat Keras (*Hardware*)

Untuk menjalankan serta pembuatan aplikasi dan website dengan menggunakan *hardware* sebagai berikut:

- a) Laptop atau Komputer untuk *develop* dengan spesifikasi berikut:

- i.) Prosesor : Intel Core i5 Gen 9
- ii.) Memori RAM : 16GB DDR4 2666Mhz
- iii.) VGA : Nvidia GeForce GTX 1650 4GB GDDR5
- iv.) Penyimpanan : SSD 512GB
- b) Ponsel Seluler atau *smartphone* untuk menjalankan aplikasi dengan spesifikasi berikut:
  - i.) Sistem Operasi : Android 10.0
  - ii.) Prosesor : Qualcomm Snapdragon 625
  - iii.) Memori RAM : 4GB
  - iv.) Penyimpanan : 64GB
  - v.) Kamera : 13MP

**User Design (Desain Pengguna)**

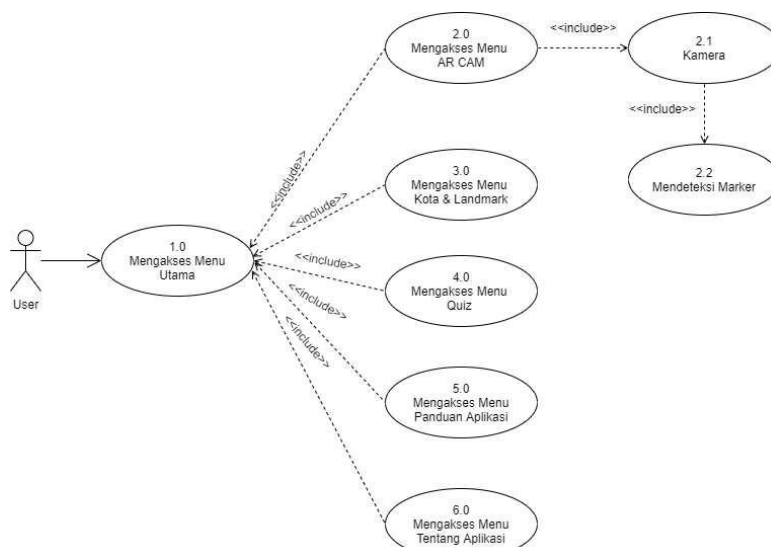
Tahap desain pengguna adalah saat untuk merancang sistem yang diusulkan dengan berurutan dan dibuat diagram dan sketsa. Dalam penelitian ini, desain pengguna dibuat menggunakan model UML (*Unified Modeling Language*) dan arsitektur model sistem. Penelitian ini menggunakan total tiga diagram UML untuk menjelaskan sistem secara komprehensif, yang meliputi *Diagram Use Case*, *Class Diagram*, dan *Activity Diagram*. Berikut ini merupakan rancangan desain pengguna dari sistem yang akan dibangun:

a. UML (*Unified Modeling Language*)

Bahasa pemodelan perangkat lunak *Unified Modeling Language* (UML) memainkan peran penting sebagai medium pada perangkat lunak untuk menulis *blueprint* atau cetak biru. Pemodelan UML memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan, menyesifikasikan, membangun, dan mendokumentasikan sistem dalam perangkat lunak [15]. Berikut penggambaran perancangan model dengan UML:

i. Rancangan *Use Case Diagram*

Pada desain rancangan *use case diagram* digunakan untuk menyajikan sebuah diagram yang memaparkan interaksi antara *user* aplikasi dan sistem. Diagram ini sebagai alur gambaran tentang apa yang dapat dilakukan oleh *user* (*actor*) dalam berinteraksi dengan sistem. Dalam aplikasi ini, hanya terdapat satu aktor, yaitu pengguna aplikasi itu sendiri, yang dijelaskan secara visual dalam diagram Gambar 2.

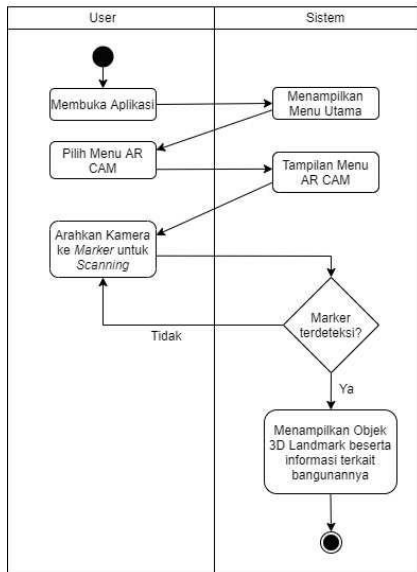


Gambar 2. *Use Case Diagram* Sistem Aplikasi

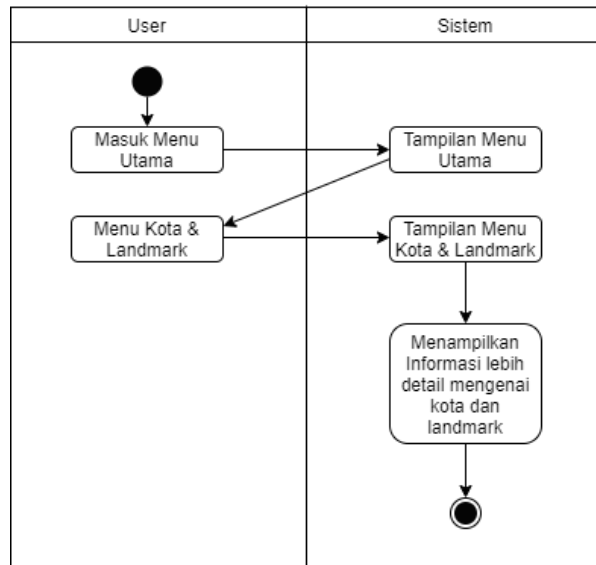


ii. Rancangan Activity Diagram

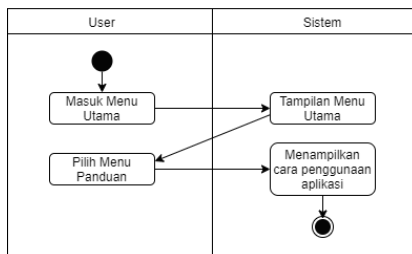
*Activity Diagram* merupakan representasi visual dari aktivitas atau alur kerja suatu sistem, proses sistem, atau fitur menu dalam perangkat lunak [16]. Diagram ini menggambarkan rancangan yang terdiri dari serangkaian langkah dan tindakan yang terjadi dalam suatu aktivitas atau proses sistem. Pada Gambar 3 berikut menjelaskan sebuah gambaran proses pengguna melakukan proses dari membuka aplikasi hingga melakukan scan ke marker dan menampilkan objek 3D dengan informasinya. Adapun desain rancangan *activity diagram* dalam menu aplikasi lainnya yang menunjukkan alur beberapa menu sistem aplikasi secara lebih detail pada Gambar 4, 5, 6, dan 7.



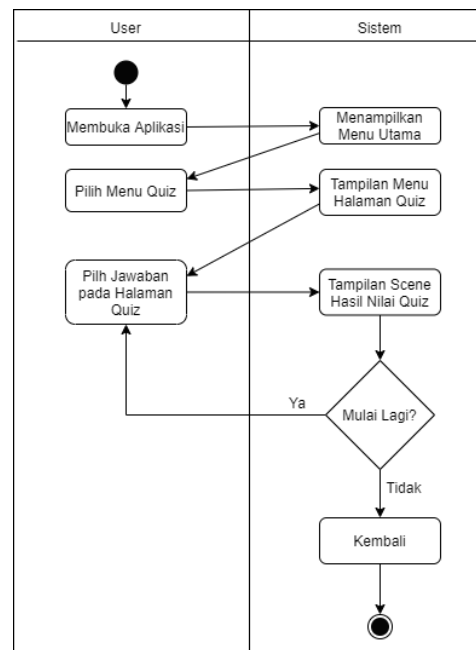
Gambar 3. Activity Diagram Menu AR CAM



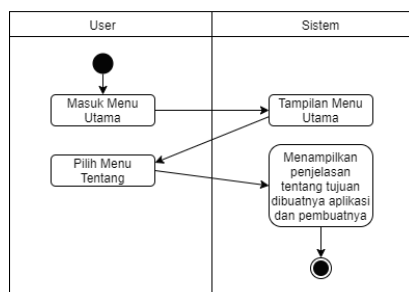
Gambar 4. Activity Diagram Menu Kota & Landmark



Gambar 5. Activity Diagram Menu Panduan



Gambar 7. Activity Diagram Menu Quiz

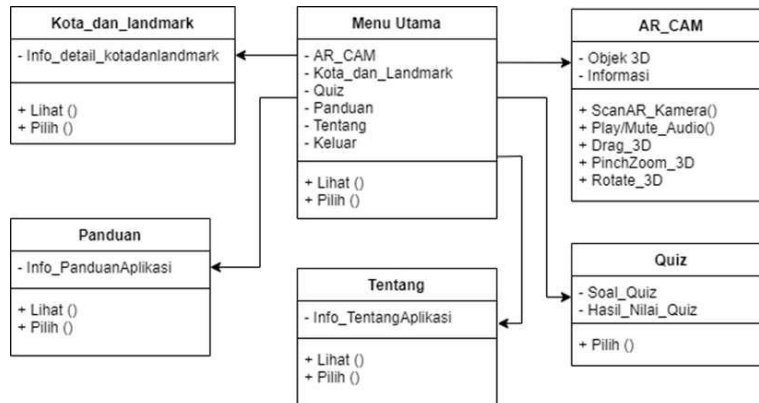


Gambar 6. Activity Diagram Menu Tentang

iii. Rancangan Class Diagram

Diagram kelas (*class diagram*) merupakan representasi visual dari struktur sistem yang akan dibangun dalam pengembangan sistem. Diagram ini membantu dalam pendefinisian setiap kelas

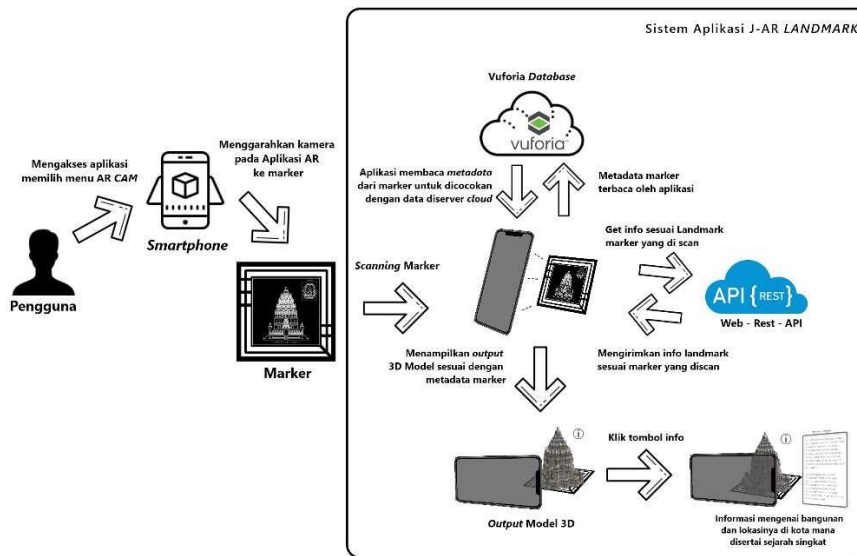
yang ada dalam sistem aplikasi. *Class diagram* digunakan untuk menganalisis dan rancangan data sistem aplikasi secara visual, seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Class Diagram* Sistem Aplikasi

b. *Arsitektur Model*

*Arsitektur model* digunakan untuk representasi visual dari keseluruhan sistem aplikasi yang akan dibangun dengan memberikan gambaran tentang struktur, komponen, dan hubungan antara elemen-elemen dalam sistem aplikasi tersebut secara keseluruhan [17].



Gambar 9. *Arsitektur Model*




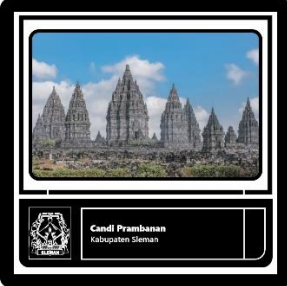
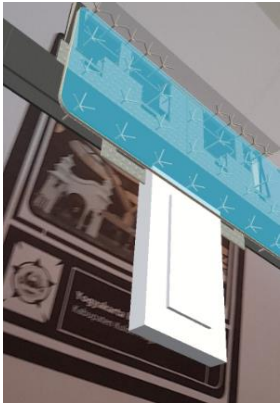



Pada Gambar 9 diatas, menggambarkan secara keseluruhan sistem aplikasi, di mana aplikasi *Augmented Reality* (AR) ini terhubung dengan *cloud-server* *Vuforia database* dan *Web Rest API* untuk menghubungkan aplikasi dengan data informasi, marker, dan objek 3D yang diperlukan. Koneksi internet diperlukan dalam hal ini untuk metadata-nya disimpan dalam *database* server *Vuforia* serta *API* dari website *dashboard* informasi *landmark*. Dalam proses pengoperasian aplikasi, hanya satu pengguna yang diperlukan, dan aplikasi tersebut terintegrasi dengan *library* *Vuforia*.

c. *Marker dan Objek 3D Landmark*



Pada aplikasi ini, digunakan objek 3D dan marker yang mencakup beberapa model bangunan *landmark* terkenal di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Objek 3D tersebut meliputi Tugu Yogyakarta, yang merupakan simbol kota yogyakarta, Candi Prambanan yang merupakan salah satu keajaiban arsitektur candi di Sleman, Masjid Gede Mataram yang menjadi wisata religi terletak di Bantul, Bandara YIA (*Yogyakarta International Airport*) yang menjadi gerbang utama perjalanan

udara di Kulon Progo, serta Goa Jomblang yang merupakan gua yang indah dan memukau di Gunung Kidul. Dengan kehadiran objek-objek 3D ini, pengguna dapat menjelajahi dan memperoleh pengetahuan lebih lanjut tentang tempat-tempat ikonik di sekitar Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Marker dan objek 3D *Landmark* yang digunakan dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Marker dan Model 3D *Landmark*

No.	Nama <i>Landmark</i>	3D Model	Marker
1.	Tugu Yogyakarta		
2.	Candi Prambanan		
3.	Bandara YIA ( <i>Yogyakarta International Airport</i> )		
4.	Masjid Gede Mataram		



No.	Nama Landmark	3D Model	Marker
5.	Goa Jomblang		

### **Construction (Implementasi)**

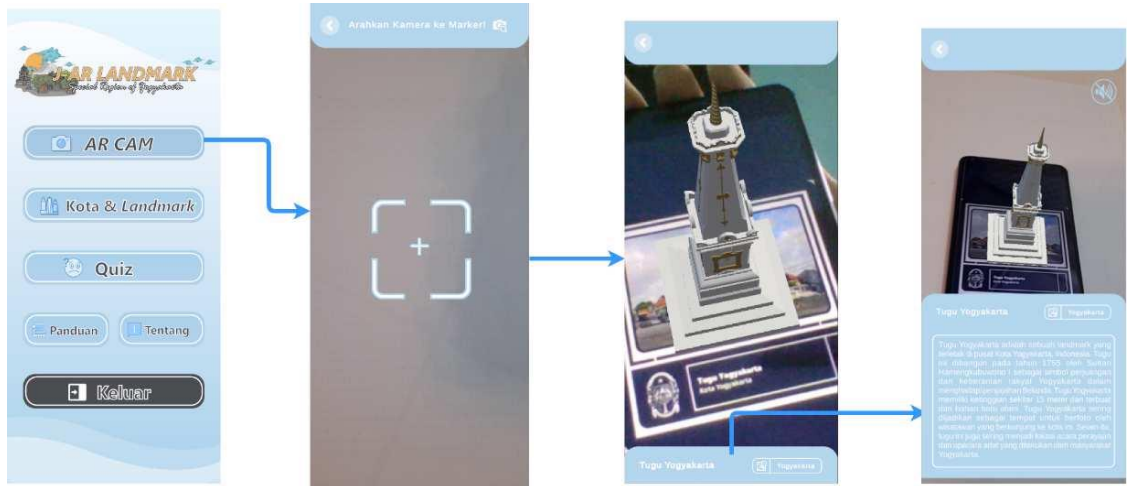
Pada tahap kontruksi ini proses pengembangan aplikasi dilakukan, setelah desain rancangan dibuat dimplementasikan kebutuhan-kebutuhan sistem yang telah disampaikan pada *user design* [18]. Tahapan implementasi dimulai dengan mencari dan membuat model 3D yang akan digunakan, serta memilih *library* SDK yang diperlukan dan dilakukan pengkodean untuk mengembangkan sistem aplikasi. Dalam penelitian ini, terdapat pengembangan dua *platform* sistem yang harus diselesaikan, yaitu aplikasi *mobile augmented reality* untuk digunakan *user* umum serta website *dashboard* untuk admin pengelolaan data yang terintegrasi *API* dari aplikasi AR. Berikut ini adalah hasil implementasi dari aplikasi *augmented reality* dan website beserta tampilannya:

a. Aplikasi Mobile *Augmented Reality* (J-AR LANDMARK)

Aplikasi MAR ini bernama J-AR LANDMARK dirancang untuk media pengenalan Provinsi D.I Yogyakarta melalui *Landmark* di setiap kota/kabupaten. Aplikasi ini dibangun menggunakan *tools* Unity 3D serta *research* 3D model yang akan digunakan serta diberikan *texture* melalui Blender 3D. Adapun bahasa pemrograman yang digunakan pada setiap aksi untuk *script* pada aplikasi menggunakan *C-Sharp (C#)*. Aplikasi *mobile* ini memungkinkan *user* untuk melakukan scan marker pada menu *AR CAM* yang akan Menampilkan 3D *landmark* beserta informasi penjelasan melalui *text* dan *voice* serta berbagai informasi lain yang bisa didapat dalam aplikasi ini seperti menu *quiz*, informasi *landmark* di Provinsi D.I Yogyakarta. Berikut adalah beberapa tampilan antarmuka dari setiap *screen* dalam aplikasi MAR ini beserta penjelasannya:

1) Implementasi Menu *AR CAM*

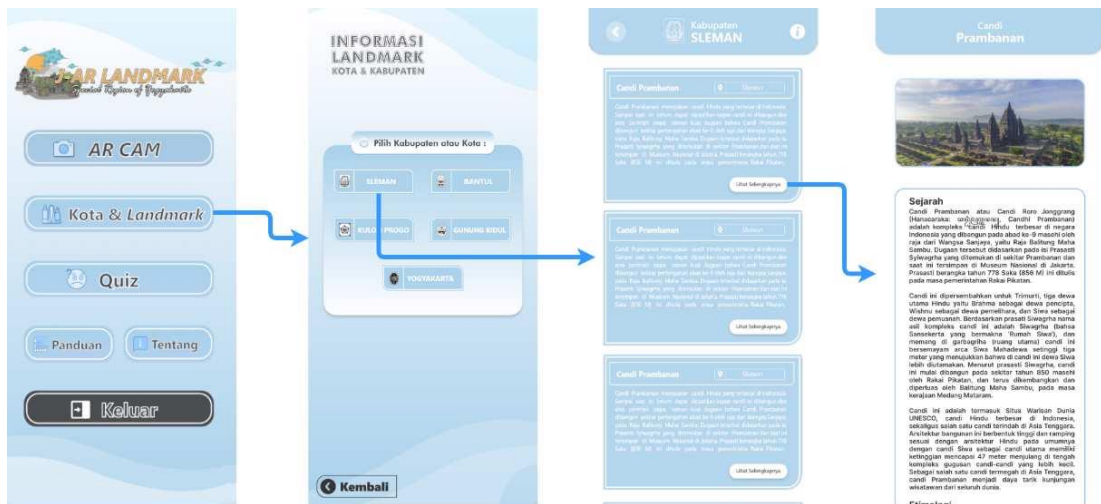
Di dalam menu *AR CAM*, pengguna dapat melakukan pemindaian marker dengan cara mengarahkan kamera ke marker (*image target*). Setelah pemindaian dilakukan, aplikasi akan menampilkan objek 3D *Landmark* beserta informasi dan lokasinya. Pengguna juga dapat mengklik objek tersebut untuk diarahkan ke G-Maps. Aplikasi ini menyediakan beberapa marker dan model 3D *landmark* yang dapat digunakan, antara lain Tugu Yogyakarta, Candi Prambanan, Masjid Gede Mataram, Bandara YIA, dan Goa Jomblang. Tampilan UI dapat dilihat pada bisa Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan UI Menu AR CAM

2) Implementasi Menu Kota & Landmark

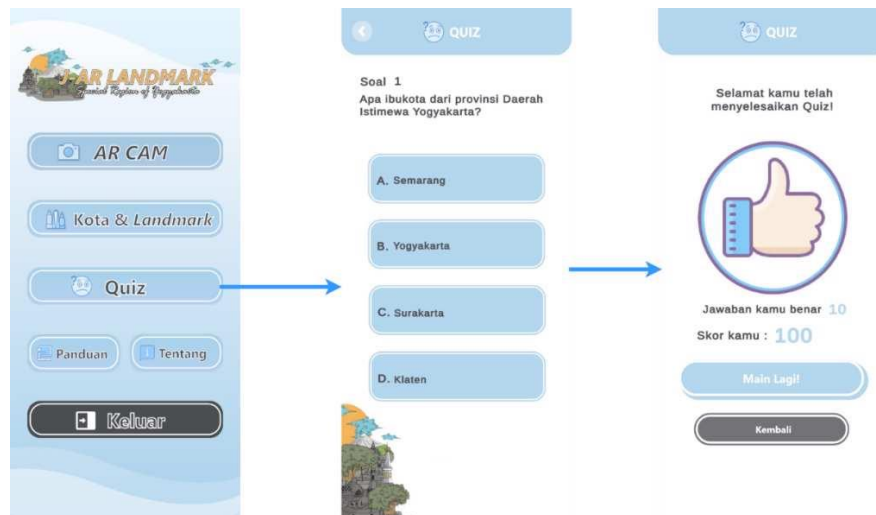
Tampilan ini menyajikan informasi yang lebih rinci dan komprehensif tentang *landmark* yang ada di kota atau kabupaten di Provinsi DIY, yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan UI Menu Kota & Landmark

3) Implementasi Menu Quiz

Pada menu *Quiz*, pengguna akan diarahkan ke tampilan pertanyaan dalam bentuk pilihan ganda. Mereka dapat memilih jawaban satu per satu, setelah menjawab semua pertanyaan akan ditampilkan skor yang mereka peroleh dan diberikan opsi untuk mengulang kuis atau kembali ke menu utama. Tampilan menu quiz dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan UI Menu Quiz

4) Implementasi Menu Panduan

Pada Menu Panduan, pengguna dapat menemukan petunjuk dan langkah-langkah penggunaan aplikasi. Di sana juga terdapat tombol yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh marker. Tombol tersebut akan mengarahkan pengguna ke *G-Drive*, di mana mereka dapat memilih marker yang ingin mereka unduh secara langsung.



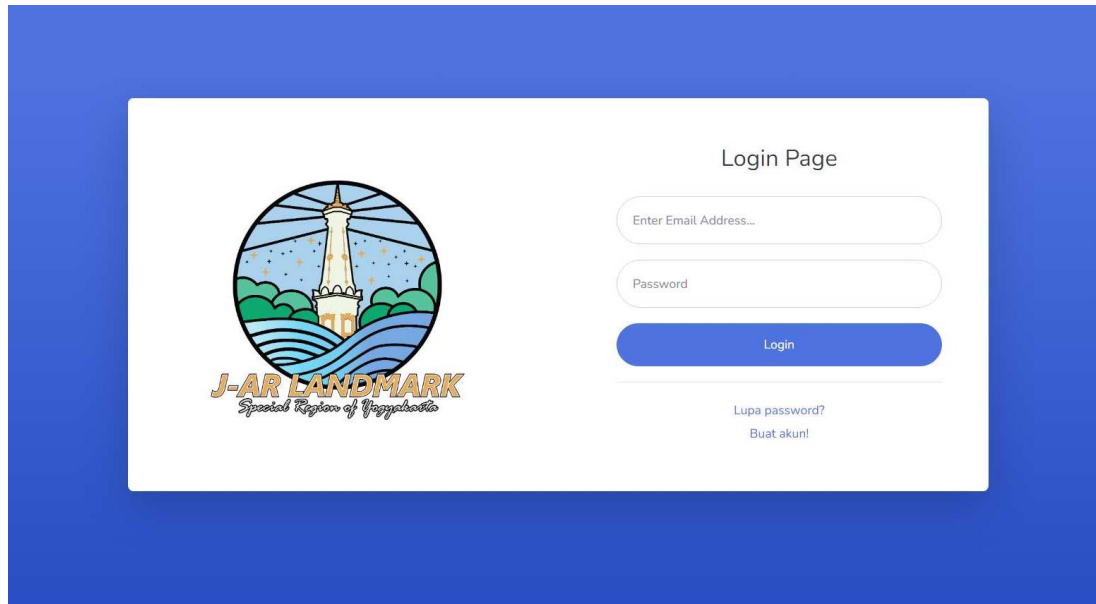
Gambar 13. Tampilan UI Menu Panduan

b. Website (J-AR LANDMARK)

Website ini menyediakan beberapa fitur yang meliputi menu halaman *login*, *register* (untuk pengguna umum), dashboard untuk melakukan operasi CRUD pada data informasi *landmark* serta kuis, dan halaman profil pengguna. Pengguna dapat menggunakan menu halaman *login* untuk masuk ke akun mereka, atau menggunakan menu *register* untuk membuat akun baru jika mereka belum memiliki satu. Setelah masuk, pengguna akan diarahkan ke dashboard yang memungkinkan mereka untuk mengelola informasi landmark, seperti menambah, mengedit, atau menghapusnya. Selain itu, pengguna juga dapat mengakses menu kuis untuk menguji pengetahuan mereka, serta halaman profil untuk melihat dan mengedit informasi pribadi mereka.

1) Implementasi Halaman *Login* Website

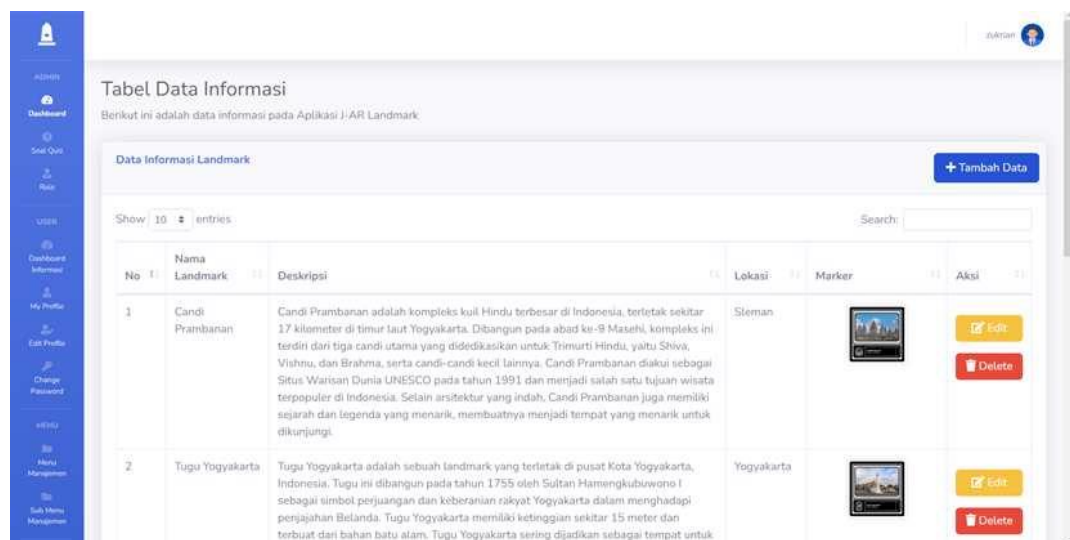
Halaman login berfungsi sebagai langkah verifikasi untuk memastikan identitas pengguna sebelum mereka diberikan akses untuk mengakses dan mengubah data API informasi *landmark* dan *quiz*. Pada halaman login terdapat validasi pengguna seperti jika email ataupun salah tidak akan bisa masuk. Berikut tampilan halaman *login* pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Halaman *Login* Website

2) Implementasi Halaman *Dashboard* Website

Dashboard merupakan halaman salah satu halaman yang disediakan bagi admin untuk mengubah data API pada aplikasi AR. Admin memiliki akses kontrol penuh untuk mengelola dan melakukan pembaruan (CRUD) terhadap data API yang digunakan. Halaman ini penting untuk memastikan bahwa data informasi landmark dalam aplikasi AR selalu diperbarui dan sesuai dengan kebutuhan, tampilan halaman dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Halaman *Dashboard* Website

**Cutover (Pengujian)**

Pada tahap terakhir yang disebut *cutover*, aplikasi yang telah dibangun akan dilakukan pengujian *black-box*, pengujian marker (jarak & sudut). *Black-box Testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang difokuskan pada verifikasi fungsionalitas yang telah ditentukan dalam spesifikasi perangkat lunak [19]. Sistem aplikasi yang akan diuji meliputi aplikasi dan website. Tabel 3 berisi hasil pengujian *Black Box* yang dilakukan pada aplikasi *mobile AR* dan website.

a. Pengujian *Black-Box*

Pada tahapan ini sistem akan diuji dari segi fungsionalitas sistem yang telah dikembangkan secara menyeluruh pada aplikasi, untuk memastikan apakah sistem aplikasi dari menu dan fiturnya berjalan sesuai dan tidak terdapat kesalahan.

Tabel 3. Pengujian *Black-Box* Aplikasi & Website

No.	Unit Menu	Pengujian Sistem	Ouput Sistem	Hasil Uji Sistem
1.	AR CAM (Menu APP)	Melakukan scan dengan marker yang tersedia pada aplikasi	Menampilkan Objek 3D Model Landmark sesuai marker yang di scan serta memunculkan <i>popup</i> info singkat dan <i>play/mute</i> audio penjelasan mengenai <i>landmark</i> dan <i>button</i> lokasi yang diarahkan ke <i>google-maps</i> .	Berhasil
2.	AR CAM (Menu APP)	Melakukan Interaksi dengan Objek 3D Landmark ( <i>Rotate, Drag, Pinch &amp; Scale</i> )	3D Objek dapat di putar, dipindah dengan menyeret, diperbesar atau diperkecil dengan jari	Berhasil
3.	Kota & Landmark (Menu APP)	Menekan tombol dan memilih detail informasi kota atau kabupaten	Menampilkan informasi landmark secara lebih detail sesuai kota atau kabupaten yang dipilih	Berhasil
4.	Quiz (Menu APP)	Menjawab kuis dengan memilih jawaban dalam bentuk pilihan ganda	Menampilkan <i>pop-up</i> ketika benar atau salah dan efek suaranya dan Menampilkan hasil total nilai dari menjawab quiz ketika sudah selesai	Berhasil
5	Panduan (Menu APP)	Menekan tombol panduan atau melakukan <i>download</i> marker	Menampilkan panduan penggunaan aplikasi, jika menekan <i>download</i> maka akan mengarahkan ke website untuk memilih dan <i>download</i> marker	Berhasil
6	Menu CRUD informasi <i>landmark</i> dan <i>quiz</i> (Menu Web)	Melakukan proses <i>input, update, delete</i> , dan menampilkan informasi <i>landmark</i> dan <i>quiz</i> dengan milih menu aksi	Melakukan aksi CRUD sesuai pilihan <i>user</i> , sehingga tampilan pada aplikasi ter- <i>update</i> sesuai perubahan di website.	Berhasil



Berdasarkan hasil pengujian *black box* pada Tabel 3, aplikasi dan website ini menunjukkan performa yang sangat memuaskan. Aplikasi responsif dalam mengenali objek *landmark* dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi dan website admin untuk mengelola informasi yang telah dikembangkan berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang diharapkan.

**b. Pengujian Jarak Marker**

Pengujian jarak ini digunakan sebagai proses untuk mengukur jarak antara marker fisik dan waktu minimal munculnya objek 3D dengan perangkat atau aplikasi berbasis (AR). Dalam pengujian ini, marker fisik digunakan sebagai titik acuan untuk menampilkan objek virtual atau konten tambahan di dalam pengalaman AR. Berdasarkan pengujian jarak 5 cm hingga 100 cm, hasilnya menunjukkan bahwa pengguna harus berada dalam jarak kurang dari 70 cm dari marker agar aplikasi dapat mendeteksinya dengan benar untuk menampilkan objek 3D. Adapun hasil pengujian jarak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Jarak Marker

No.	Jarak (cm)	Waktu					Hasil
		Marker 1	Marker 2	Marker 3	Marker 4	Marker 5	
1.	5-15 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
2.	20 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
3.	30 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
4.	40 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
5.	50 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
6.	60 cm	1-2 detik	1-2 detik	1-4 detik	1-4 detik	1-3 detik	Berhasil
7.	70 cm	1-3 detik	1-3 detik	1-5 detik	1-5 detik	1-4 detik	Berhasil
8.	80 cm	x	x	x	x	x	Tidak Muncul
9.	90 cm	x	x	x	x	x	Tidak Muncul
10.	100 cm	x	x	x	x	x	Tidak Muncul

**c. Pengujian Sudut Marker**

Pengujian sudut marker adalah proses untuk mengukur sejauh mana marker dalam aplikasi (AR) dapat terdeteksi dengan baik pada berbagai sudut pandang atau orientasi pengguna. Dalam pengujian ini, marker ditempatkan dalam berbagai sudut kemiringan atau orientasi, dan kemudian penggunaan teknologi AR dievaluasi untuk melihat sejauh mana marker masih dapat dikenali.

Tabel 5. Pengujian Sudut Marker

No.	Jarak (cm)	Sudut (°)	Hasil
1.	30-45 cm	Tegak lurus (0-10°)	Berhasil
2.	30-45 cm	Miring (15°-20°)	Berhasil
3.	30-45 cm	Miring (30°)	Berhasil
4.	30-45 cm	Miring (40°)	Berhasil
5.	30-45 cm	Miring (50°)	Tidak Muncul

Hasil pengujian sudut marker pada Tabel 5 diatas, menunjukkan bahwa ketika kamera *smartphone* diputar ke sudut marker hingga melebihi sudut 40 derajat dari orientasi awalnya, objek 3D yang terkait dengan marker tidak akan muncul. Ini mengindikasikan bahwa aplikasi (AR) ini memiliki batasan dalam mendeteksi marker dan menampilkan objek 3D pada sudut pandang yang lebih dari 40 derajat dari posisi awal marker.

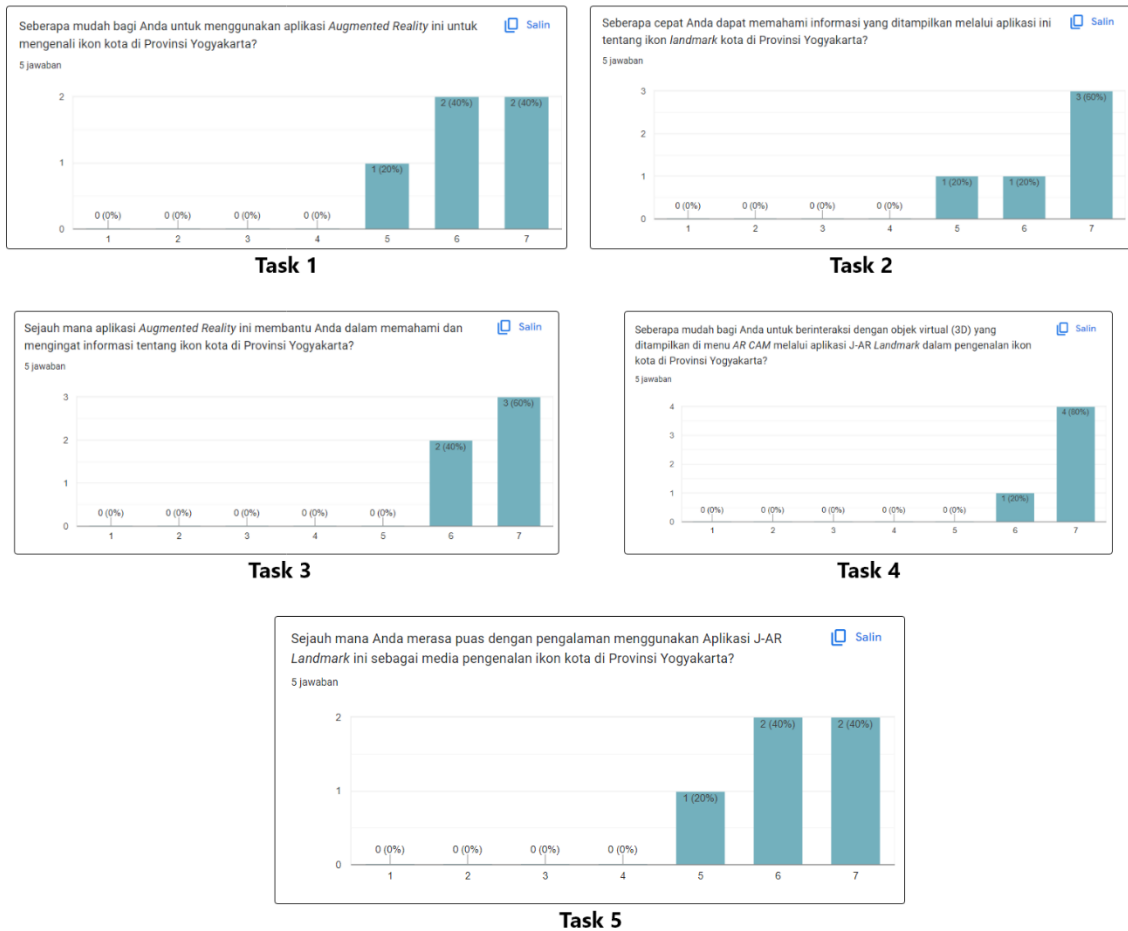
d. Pengujian SEQ

Pada tahap pengujian dengan metode *Single Ease Question* (SEQ), dilakukan dengan membuat kuesioner online melalui G-Form untuk evaluasi dengan menggunakan skala *likert* penilaian skala 1-7 berdasarkan tingkat kesulitan yang dialami oleh pengguna saat menyelesaikan tugas yang diberikan serta dampak aplikasi yang diberikan. Pengujian ini melibatkan partisipasi dari lima responden yang masing-masing menjalankan lima skenario tugas yang telah ditentukan. Berikut adalah hasil akhir yang diperoleh dari pengujian tersebut.

Tabel 6. Hasil Pengujian SEQ

<i>Scenario Task</i>	<i>Task</i>	Responden	Hasil SEQ	Rata-rata
Gunakan aplikasi J-AR <i>Landmark</i> untuk melihat dan mengenali ikon <i>landmark</i> Tugu Jogja dan berikan penilaian tingkat kemudahan penggunaan aplikasi tersebut.	Seberapa mudah bagi Anda untuk menggunakan aplikasi <i>Augmented Reality</i> ini untuk mengenali ikon kota di Provinsi Yogyakarta?	1	5	6.2
		2	7	
		3	7	
		4	6	
		5	6	
Gunakan aplikasi J-AR <i>Landmark</i> untuk mendapatkan informasi tentang sejarah Keraton Yogyakarta dan berikan penilaian tingkat kecepatan pemahaman informasi melalui aplikasi tersebut.	Seberapa cepat Anda dapat memahami informasi yang ditampilkan melalui aplikasi ini tentang ikon <i>landmark</i> kota di Provinsi Yogyakarta?	1	5	6.4
		2	7	
		3	7	
		4	6	
		5	7	
Gunakan aplikasi J-AR <i>Landmark</i> untuk mendapatkan penjelasan tentang fungsi-fungsi bangunan Tugu Jogja dan berikan penilaian tingkat bantuan aplikasi dalam memahami dan mengingat informasi tersebut.	Sejauh mana aplikasi <i>Augmented Reality</i> ini membantu Anda dalam memahami dan mengingat informasi tentang ikon kota di Provinsi Yogyakarta?	1	6	6.6
		2	7	
		3	7	
		4	6	
		5	7	
Gunakan aplikasi untuk berinteraksi dengan objek virtual (3D) “Candi Prambanan” yang ditampilkan di Menu <i>AR CAM</i> dan berikan penilaian tingkat kemudahan berinteraksi dengan objek virtual tersebut.	Seberapa mudah bagi Anda untuk berinteraksi dengan objek virtual (3D) yang ditampilkan di menu <i>AR CAM</i> melalui aplikasi J-AR <i>Landmark</i> dalam pengenalan ikon kota di Provinsi Yogyakarta?	1	6	6.8
		2	7	
		3	7	
		4	7	
		5	7	
Gunakan aplikasi dan akses fitur menu yang tersedia, berikan penilaian tingkat kepuasan Anda terhadap pengalaman menggunakan aplikasi tersebut.	Sejauh mana Anda merasa puas dengan pengalaman menggunakan Aplikasi J-AR <i>Landmark</i> ini sebagai media pengenalan ikon kota di Provinsi Yogyakarta?	1	5	6.2
		2	7	
		3	7	
		4	6	
		5	6	

Skor yang diperoleh dari SEQ dikelompokkan ke dalam dua kategori, yakni skor yang dianggap baik atau berhasil dengan rentang antara 5 hingga 7. Di sisi lain, skor yang dianggap rendah atau buruk berada dalam rentang antara 1 hingga 4. Penggunaan Skala *Likert* digunakan sebagai metode pengukuran untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pada tahap pengujian terhadap persentase skor SEQ [20]. Hasil dari tabel pengujian menunjukkan skor total akhir rata-rata sebesar 6,44. Berdasarkan hasil skor tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengujian pada aplikasi ini berhasil melewati skor nilai minimum pedoman SEQ yang ditetapkan sebesar 5,5. Adapun gambar grafik hasil kuesioner dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Hasil Survei SEQ

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan penjelasan sebelumnya, menunjukkan hasil penelitian bahwa aplikasi berhasil mengenali marker dengan akurasi tinggi dan performa yang stabil melalui pengujian *black-box*. Pengujian marker (jarak & sudut) juga membuktikan bahwa pengguna perlu berada dalam jarak kurang dari 70 cm dan batasan sudut pandang lebih dari 40 derajat dari marker untuk mendapatkan deteksi objek *landmark* yang baik dan benar. Selain itu, hasil pengujian SEQ menunjukkan skor total sebesar 6,44, yang melebihi skor minimum pedoman SEQ.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian ini telah terjawab dengan hasil yang didapatkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi AR yang efektif dalam memperkenalkan DIY melalui objek *landmark* dan memberikan pengalaman pengguna yang baik serta menjadi media yang interaktif dan informatif. Kinerja aplikasi dalam mengenali objek *landmark* terbukti akurat dan stabil berdasarkan hasil pengujian yang terukur. Hasil pengujian SEQ juga menunjukkan bahwa aplikasi ini memberikan pengalaman yang baik sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Dengan hasil yang terukur ini, dapat dikonfirmasi bahwa pengembangan aplikasi AR ini berhasil mencapai tujuan awal penelitian. Melalui pembuatan aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman masyarakat dan wisatawan tentang kekayaan DIY serta mendorong lebih banyak kunjungan ke daerah ini melalui informasi yang disajikan secara menarik dan interaktif.

**REFERENSI**

- [1] A. Yulianto, "Analisis Objek Daya Tarik Wisata Favorit Berdasarkan Jumlah Pengunjung Di Daerah Istimewa Yogyakarta," *Media Wisata*, vol. 15, no. 2, Jun 2021, doi: 10.36276/mws.v15i2.109.
- [2] S. A. Andina dan I. Aliyah, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Wisatawan Dalam Mengunjungi Wisata Budaya Candi Borobudur," *Jurnal Pariwisata dan Budaya (Cakra Wisata)*, vol. 22, no. 1, hlm. 27–38, 2021.
- [3] A. Raihan Fadhlurrahman, Fauziah, dan A. Gunaryati, "Augmented Reality Pengenalan Landmark Negara Asia Tenggara Menggunakan Algoritma FAST Corner Dan Natural Feature Tracking," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, 2021.
- [4] A. Nugroho, A. Yudhana, dan R. Umar, "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Candi Berbasis Android," hlm. 218–221, 2020.
- [5] S. Nazilah dan F. Saepul Ramdhan, "Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking," *Jurnal IKRA-ITH INFORMATIKA*, vol. 5, no. 2, hlm. 99–107, 2021.
- [6] M. Fayiz, N. Hilmy, U. Darusalam, dan A. Rubhasy, "Augmented Reality sebagai Media Edukasi Sejarah Bangunan Peninggalan Kesultanan Utsmaniyah menggunakan Metode Marker Based Tracking dan Algoritma Fast Corner Detection," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, hlm. 138, Nov 2020, doi: 10.35870/jtik.v4i2.162.
- [7] Z. Wang *dkk.*, "A comprehensive review of augmented reality-based instruction in manual assembly, training and repair," *Robot Comput Integr Manuf*, vol. 78, hlm. 102407, Des 2022, doi: 10.1016/j.rcim.2022.102407.
- [8] N. M. Alzahrani, "Augmented Reality: A Systematic Review of Its Benefits and Challenges in E-learning Contexts," *Applied Sciences*, vol. 10, no. 16, hlm. 5660, Agu 2020, doi: 10.3390/app10165660.
- [9] J. M. Krüger, K. Palzer, dan D. Bodemer, "Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities," *Computers and Education Open*, vol. 3, hlm. 100065, Des 2022, doi: 10.1016/j.caeo.2021.100065.
- [10] B. Liu dan J. Tanaka, "Virtual Marker Technique to Enhance User Interactions in a Marker-Based AR System," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 10, hlm. 4379, Mei 2021, doi: 10.3390/app11104379.
- [11] M. Magrini, F. Matarese, dan D. Moroni, "Test and Validation of a Multi-Block Solution for Improved Tracking in Outdoor Scenarios: A Case Study in the Pinocchio Park," *Information*, vol. 13, no. 10, hlm. 449, Sep 2022, doi: 10.3390/info13100449.
- [12] F. Qudus Khan, S. Rasheed, M. Alsheshtawi, T. Mohamed Ahmed, dan S. Jan, "A Comparative Analysis of RAD and Agile Technique for Management of Computing Graduation Projects," *Computers, Materials & Continua*, vol. 64, no. 2, hlm. 777–796, 2020, doi: 10.32604/cmc.2020.010959.
- [13] R. Delima, H. B. Santosa, dan J. Purwadi, "Development of Dutatani Website Using Rapid Application Development," *IJITEE (International Journal of Information Technology and Electrical Engineering)*, vol. 1, no. 2, Sep 2017, doi: 10.22146/ijitee.28362.
- [14] A. R. Chrismanto, H. Budi, A. Wibowo, R. Delima, dan R. Ariel, "Developing Agriculture Land Mapping using Rapid Application Development (RAD): A Case Study from Indonesia," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 10, 2019, doi: 10.14569/IJACSA.2019.0101033.
- [15] G. Bazydło, "Designing Reconfigurable Cyber-Physical Systems Using Unified Modeling Language," *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 3, hlm. 1273, Jan 2023, doi: 10.3390/en16031273.
- [16] M. N. Gedam dan B. B. Meshram, "Proposed Secure Activity Diagram for Software Development," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 6, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140671.
- [17] A. P. Hakim dan S. Wahyu, "Perancangan Model Arsitektur Sistem Informasi Monitoring Keuangan Warga Menggunakan Enterprise Architecture Planning," *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 10, no. 1, hlm. 323–338, Mar 2023, doi: 10.35957/jatisi.v10i1.2166.
- [18] N. Lalband dan K. Dwaram, "Software Engineering for Smart Healthcare Applications," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, no. 6S4, hlm. 325–331, Jul 2019, doi: 10.35940/ijitee.F1066.0486S419.
- [19] Supriyono, "Software Testing with the approach of Blackbox Testing on the Academic Information System," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, hlm. 227–233, 2020.
- [20] B. Huynh, A. Wysopal, V. Ross, J. Orlosky, dan T. Hollerer, "Layerable Apps: Comparing Concurrent and Exclusive Display of Augmented Reality Applications," dalam *2022 IEEE International*

*Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, IEEE, Okt 2022, hlm. 857–863. doi:  
10.1109/ISMAR55827.2022.00104.