

## Aplikasi *Augmented Reality* Interaktif untuk Informasi Denah PPM Ar-Royyaan Yogyakarta dengan Metode MDLC

Ruhamaja Aslaha<sup>1</sup>, Annida Purnamawati<sup>2\*</sup>, Nani Purwati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika

\*email: [annida.npr@bsi.ac.id](mailto:annida.npr@bsi.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.31603/komtika.v9i1.13445>

Received: 24-04-2025, Revised: 09-05-2025, Accepted: 23-05-2025

### ABSTRACT

*Advancements in information technology have opened up significant opportunities for developing more interactive digital-based learning and information media, one of which is through AR technology. This study aims to develop an Android-based AR application that displays 3D building layout visualization of PPM Ar-Royyaan Yogyakarta, to help users particularly students, their guardians, and visitors better understand the pesantren environment. The application development follows the MDLC method. The AR application was built using Unity and Vuforia, featuring interactive elements such as marker scanning, 3D object manipulation, and real-time presentation of additional information. The evaluation was conducted use black box testing to verify functionality and the SUS to assess usability. The test results showed a SUS score of 75, which falls under the "Good" category with a grade of B, indicating that the application is well-received and usable. This application is expected to offer an innovative solution for delivering information within the pesantren environment in a more engaging, efficient, and accessible manner.*

**Keywords:** *Augmented Reality, 3D Building, Islamic Boarding School, Multimedia Development Life Cycle (MDLC), Android Application*

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi informasi telah membuka peluang besar dalam pengembangan media pembelajaran dan informasi berbasis digital yang lebih interaktif, salah satunya melalui teknologi AR. Tujuan penelitian untuk mengembangkan aplikasi AR berbasis Android yang menampilkan visualisasi denah bangunan 3D PPM Ar-Royyaan Yogyakarta guna mempermudah pengguna, khususnya santri, wali santri, dan pengunjung, dalam mengenali lingkungan pesantren. Pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan metode MDLC. Aplikasi AR yang dibuat juga dikembangkan menggunakan Unity dan Vuforia, dengan fitur interaktif seperti pemindaian marker, manipulasi objek 3D dan penyajian informasi tambahan secara langsung. Evaluasi dilakukan melalui black box testing untuk menguji fungsionalitas dan SUS untuk menilai kegunaan aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan skor SUS sebesar 75, tergolong kategori "Baik" (Good) dan grade B, menandakan bahwa aplikasi memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Aplikasi ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam penyampaian informasi di lingkungan pesantren secara lebih menarik, efisien, dan mudah diakses.

**Kata Kunci:** *Augmented Reality, Bangunan 3D, Pondok Pesantren, Multimedia Development Life Cycle (MDLC), Aplikasi Android*

### PENDAHULUAN

Inovasi dalam sistem informasi dan komunikasi modern membawa perubahan besar yang dirasakan di bermacam ranah kehidupan sosial, salah satunya dalam pendidikan. Inovasi digital telah memungkinkan terciptanya sistem yang lebih efisien, akurat, dan mudah diakses, melalui penerapan sistem informasi berbasis spasial dan teknologi interaktif[1]. Sistem informasi berbasis spasial adalah sistem yang mengelola data yang berhubungan dengan lokasi atau posisi geografis suatu objek di permukaan bumi[2]. Sistem spasial sering

dikembangkan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG/GIS)[3]. Salah satu inovasi teknologi yang mengalami perkembangan pesat dan semakin banyak diadopsi dalam berbagai sektor yaitu AR (*Augmented Reality*)[4]. AR merupakan teknologi dengan menghadirkan elemen virtual[5], memperkuat cara pengguna berinteraksi dengan informasi berbasis digital[6]. AR juga merupakan teknologi yang mampu menyajikan informasi secara langsung kepada pengguna dengan cara yang mudah[7]. AR dapat diterapkan untuk memvisualisasikan denah dan tata letak bangunan, memudahkan pengguna memahami struktur navigasi suatu area[8].

Penelitian ini mengembangkan teknologi AR pada sebuah aplikasi, karena dengan AR teknologi dapat menyatukan dunia nyata dengan dunia maya yang saling terhung secara berlangsung[9]. AR menjadikan informasi lebih menarik dan mudah dimengerti pengguna karena mempunyai tampilan yang interaktif, realistis dan sifatnya tiga dimensi[10]. Tampilan pada AR yang menjadi daya tarik tersendiri, pengguna dapat melihat, memutar, memperbesar, bahkan dapat berinteraksi langsung dengan objek virtual seolah-olah berada di dunia nyata[11]. Sehingga informasi yang disampaikan secara visual lebih menarik dibandingkan dengan metode konvensional seperti teks atau gambar statis.

Penerapan teknologi AR dalam penelitian ini ditujukan ke Pondok Pesantren Modern (PPM) Ar-Royyaan Yogyakarta, pondok tersebut merupakan lembaga pendidikan Islam yang mengedepankan keseimbangan antara pendidikan agama dan ilmu pengetahuan umum. Sebagai pesantren yang terus berkembang, PPM Ar-Royyaan menghadapi tantangan dalam menyediakan informasi denah bangunan kepada santri, wali santri dan pengunjung. Kompleksitas struktur pesantren sering kali membuat individu baru kesulitan dalam mengenali lokasi fasilitas yang ada. Oleh karena itu, penggunaan teknologi AR sebagai media informasi denah di lingkungan pesantren dapat menjadi solusi inovatif dalam menyajikan informasi secara interaktif dan mudah diakses.

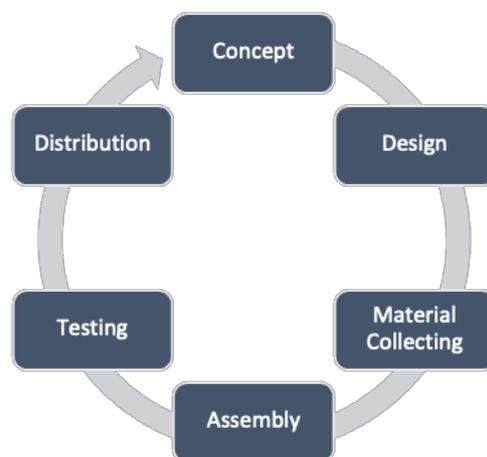
Beberapa penelitian telah dilakukan terkait pemanfaatan AR dalam sistem informasi spasial. Penelitian Latifah pada tahun 2022 mengembangkan aplikasi AR berbasis Android untuk memvisualisasikan denah kampus Institut Teknologi Garut, yang memudahkan pengguna dalam mengenali lokasi ruangan, metode pengembangan yang digunakan adalah RnD dengan model ADDIE[12]. Penelitian lain oleh Fahmizher tahun 2023 menerapkan AR untuk memvisualisasikan denah perumahan Baitul Marhamah 4 Cikunir, memudahkan pendatang baru dalam mencari alamat dan informasi rumah, tetapi belum mendukung interaksi lanjutan dengan objek 3D yang ditampilkan serta belum mengintegrasikan informasi tambahan secara mendalam[13]. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan dalam pengembangan aplikasi AR untuk informasi denah dan navigasi, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Sebagai contoh, aplikasi yang dikembangkan oleh Latifah dan Fahmizher masih minimnya fitur interaktif lanjutan, seperti integrasi informasi deskriptif langsung dalam objek AR. Fokus masih terbatas pada konteks umum seperti kampus atau perumahan, belum menyentuh aspek kebutuhan edukasi berbasis keislaman seperti di lingkungan pesantren.

Pembaruan dari penelitian ini dengan pengembangan aplikasi AR berbasis Android untuk visualisasi denah dan bangunan 3D di PPM Ar-Royyaan Yogyakarta, yang merupakan konteks baru dan belum banyak diteliti terutama pada lingkungan lembaga pendidikan Islam. Aplikasi dirancang agar lebih interaktif dan informatif, memberikan pengalaman pengguna

yang lebih imersif melalui penambahan informasi digital yang dapat diakses langsung melalui interaksi pada objek 3D. Proses pembuatan aplikasi AR menerapkan metodologi *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). MDLC diseleksi sebagai kerangka kerja untuk pengembangan aplikasi, terutama yang memiliki komponen multimedia seperti teknologi AR, karena keunggulannya dalam memberikan struktur yang sistematis, penekanan pada isi, serta kemampuan mengintegrasikan berbagai elemen multimedia[14]. Selain itu, aplikasi AR diuji menggunakan *System Usability Scale* (SUS) sebagai bagian dari evaluasi fungsionalitasnya. SUS dapat mengukur tingkat usability atau kemudahan penggunaan dari suatu sistem atau aplikasi setelah diuji oleh pengguna[15]. Penerapan teknologi AR pada PPM Ar-Royyaan Yogyakarta, sebagai media informasi denah di lingkungan pesantren menjadi solusi inovatif dalam menyajikan informasi secara interaktif dan mudah diakses. Pengembangan aplikasi ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan pada penelitian sebelumnya dan memberikan kontribusi signifikan dalam pemanfaatan teknologi AR di lingkungan pesantren.

## METODE

Pengembangan dalam penelitian mengikuti tahapan yang terdapat pada metode MDLC. Dalam rancang bangun aplikasi AR, metode MDLC memberikan kerangka kerja sistematis dalam proses pengembangan multimedia yang kompleks dan interaktif seperti AR, berikut tahapan yang dilakukan seperti pada Gambar 1[16].



Gambar 1. Metode MDLC

1. *Concept* (Konsep)  
Tahap konsep melibatkan penentuan ide dasar dimana konsep merinci untuk membangun aplikasi AR dengan tujuan memberikan kemudahan pengguna
2. *Design* (Perancangan)  
Tahap desain difokuskan penyusunan antarmuka pengguna, termasuk struktur menu yang akan digunakan.
3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)  
Tahapan dimana seluruh komponen yang diperlukan untuk pembuatan aplikasi dikumpulkan, termasuk gambar yang akan dijadikan marker AR serta berbagai bahan visual atau media lain yang mendukung kinerja aplikasi.

#### 4. *Assembly* (Pembuatan)

Tahap perakitan dilakukan dengan memanfaatkan *Unity 3D engine* dan *Vuforia*, di mana gambar dan logo yang telah disiapkan ditempatkan dalam lingkungan kerja digital. Pengembangan aplikasi dilakukan berdasarkan desain yang telah dirancang sebelumnya, dengan memanfaatkan perangkat lunak *authoring* sebagai alat bantu.

#### 5. *Testing* (Pengujian)

Tahap evaluasi kesesuaian performa aplikasi dengan rancangan dan konsep awal yang telah dirumuskan. Proses verifikasi dilaksanakan dengan pendekatan *black box testing*, yaitu metodologi yang menitikberatkan pada pengamatan respons fitur-fitur aplikasi terhadap berbagai masukan dari pengguna, untuk memastikan akurasi dan ketepatan tanggapan sistem.

#### 6. *Distribution* (Distribusi)

Tahap distribusi mencakup penyebaran aplikasi kepada pengguna melalui berbagai media, sehingga aplikasi dapat diakses dan digunakan oleh pengguna dengan baik. Proses distribusi dievaluasi dengan menggunakan metode SUS, yaitu pendekatan penilaian yang cepat dan praktis untuk menilai seberapa mudah sebuah sistem atau aplikasi digunakan oleh pengguna[17].

Aturan menggunakan SUS ada beberapa hal[18]:

- Pertanyaan nomor ganjil, penilaian yang diinput responden pada setiap butir pertanyaan dengan nomor ganjil akan mengalami penyesuaian melalui proses pengurangan sebesar satu unit untuk mendapatkan nilai yang akurat.
- Pertanyaan nomor genap, pada setiap elemen pertanyaan dengan angka identifikasi berkelipatan dua, valuasi dikalkulasi dengan metode substraksi antara konstanta lima dengan besaran yang telah ditetapkan oleh partisipan.
- Perhitungan nilai akhir, setelah seluruh skor untuk setiap pertanyaan dihitung, nilai agregat akhir sistem SUS diformulasikan dengan mengakumulasi keseluruhan skor termodifikasi yang kemudian dikalikan dengan faktor pengali tetap 2,5.

Adapun rumus perhitungan SUS yang digunakan[19]:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  : skor rata-rata

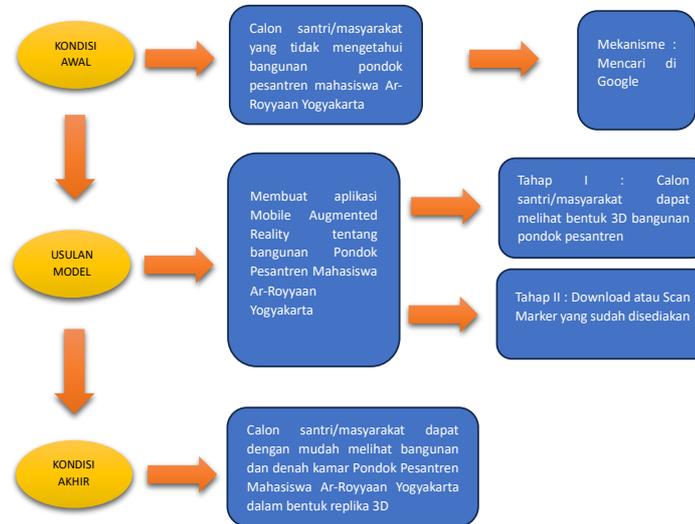
$\sum x'$  : jumlah skor

$n$  : jumlah responden

## HASIL DAN PEMBAHASAN

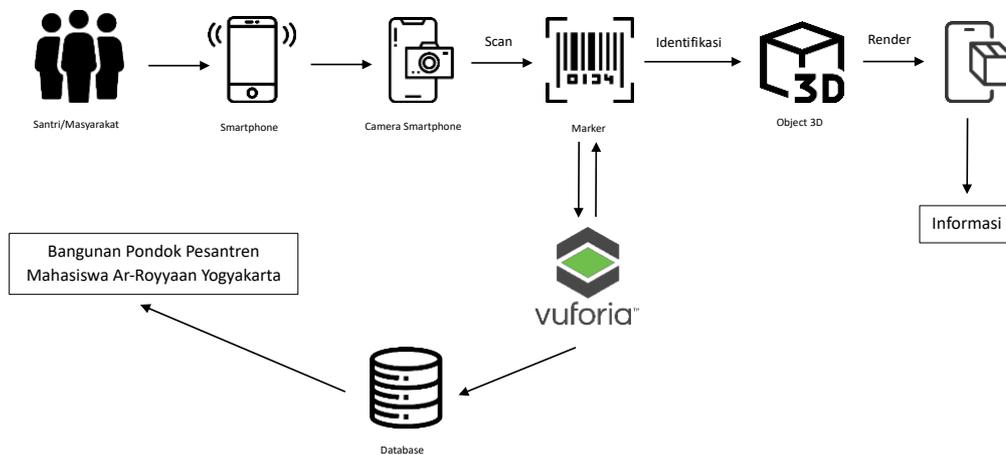
### 1. *Concept*

Dimulai dari menetapkan tujuan dan maksud dari pembuatan aplikasi AR bangunan 3D berbasis android. Diagram kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Penelitian

Langkah selanjutnya mengembangkan aplikasi yang diusulkan untuk mendapatkan informasi yang detail pada bangunan pondok pesantren. Aplikasi bekerja dengan memindai penanda atau sebuah *marker* yang telah disediakan. Kemudian *marker* tersebut di *scan* menggunakan kamera *smartphone* untuk mencocokkan data pada *marker*. Apabila informasi data yang diminta telah ditemukan, maka data tersebut akan disajikan dalam bentuk AR pada layar monitor perangkat *smartphone* yang digunakan. Gambaran aplikasi yang sudah berjalan menggunakan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



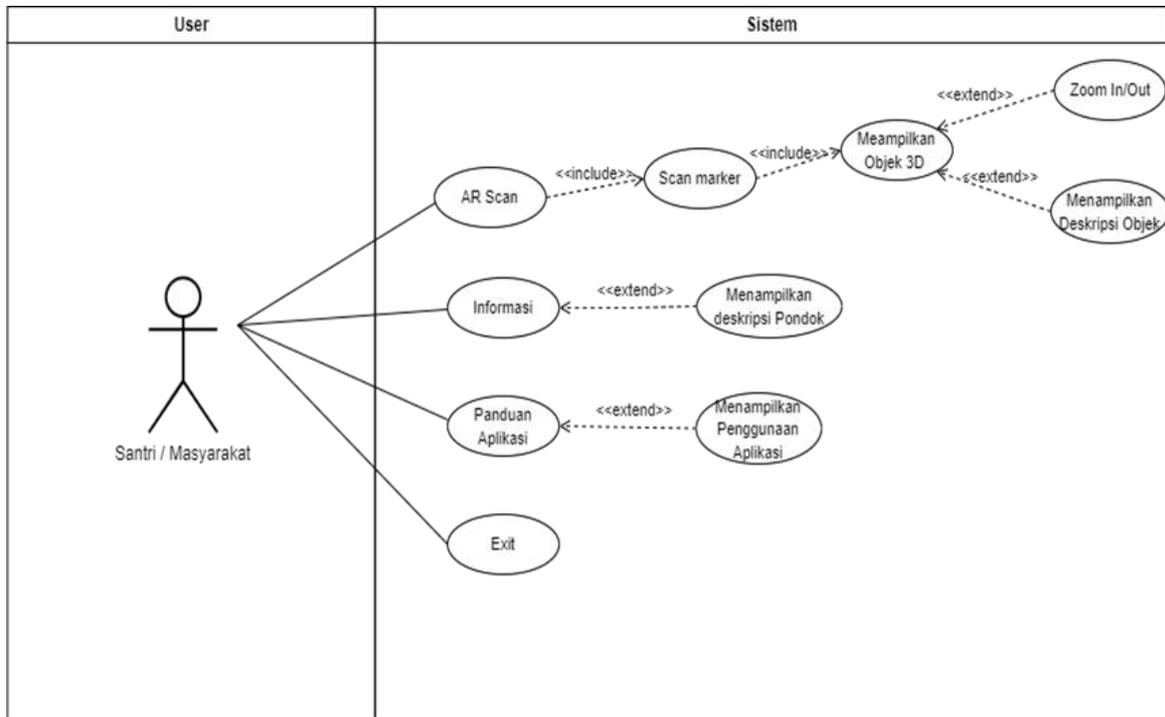
Gambar 3. Ilustrasi Penggunaan Aplikasi AR

### 1. Design

Sebuah desain dibuat untuk memberikan ilustrasi rancangan aplikasi dibuat. Tujuannya untuk memvisualkan desain aplikasi ketika berinteraksi satu dengan lainnya.

#### a. Use Case Diagram

Representasi visual sistem yang memetakan kapabilitas fungsional berdasarkan perspektif pengguna[20], sebagaimana diilustrasikan Gambar 4 diagram aktifitas pengguna aplikasi AR.



Gambar 4. Use Case Diagram

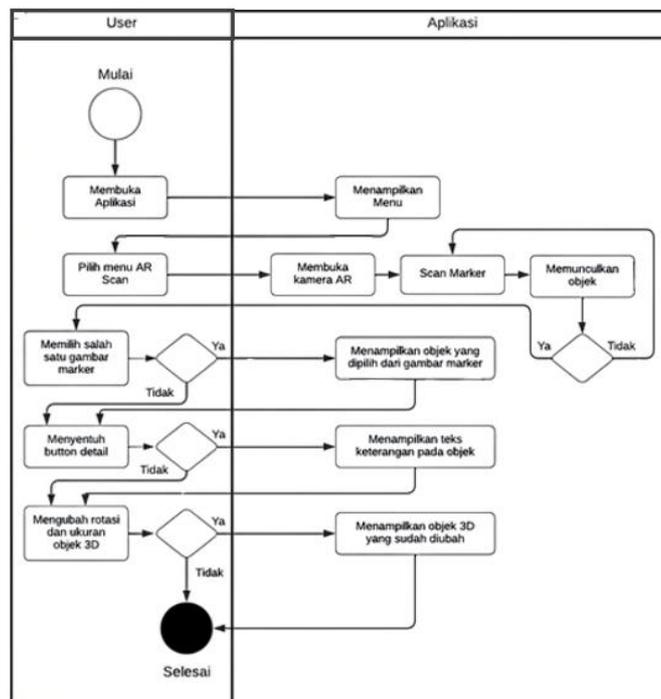
b. Activity Diagram

Memvisualisasikan rangkaian alur kerja sistem dari titik inisiasi hingga terminasi proses aplikasi[21].

Berikut *activity diagram* aplikasi AR Pondok Ar-Royyaan Yogyakarta:

1) Activity Diagram Scan AR

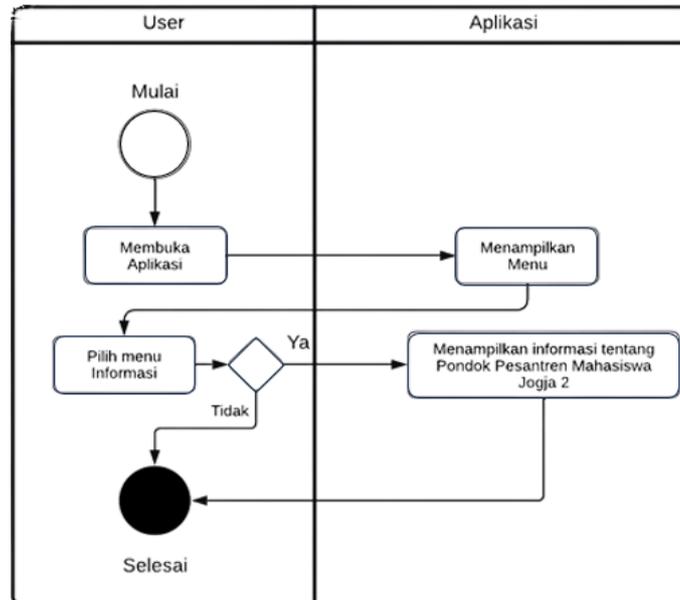
Memvisualisasikan struktur kompleks aktivitas melakukan *scan* AR bangunan pesantren dalam format 3 dimensi. Gambar 5 tampilan diagram aktivitas untuk melakukan *scan* AR.



Gambar 5. Activity Diagram Scan AR

### 2) Activity Diagram Menu Informasi

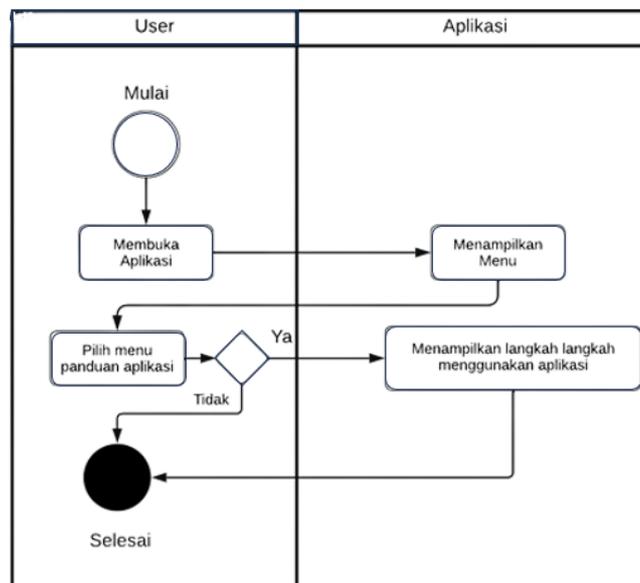
Memvisualkan alur aktivitas ketika ingin melihat informasi terkait dengan pondok. Gambar 6 tampilan diagram aktifitas untuk menampilkan informasi pondok.



Gambar 6. Activity Diagram Menu Informasi

### 3) Activity Diagram Menu Panduan Aplikasi

Memvisualkan alur aktivitas untuk menampilkan bagaimana cara menggunakan aplikasi, Gambar 7 tampilan diagram aktivitas untuk melihat panduan penggunaan aplikasi.

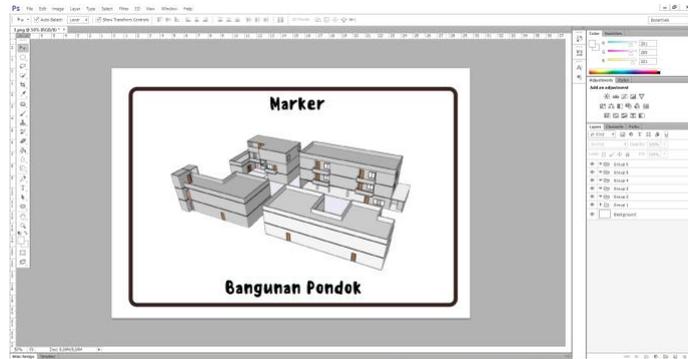


Gambar 7. Activity Diagram Menu Panduan Aplikasi

## 2. Material collecting

### a. Pembuatan Marker

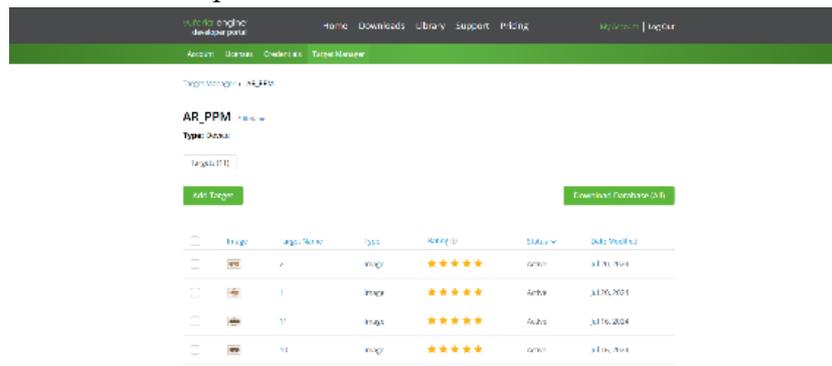
Pembuatan *marker* dengan mendaftarkan *marker* ke *database*, sistem akan membaca *marker*, sehingga dapat menghasilkan objek sesuai dengan jenis *marker*, Gambar 8 menampilkan proses pembuatan *marker*.



Gambar 8. Pembuatan *Marker*

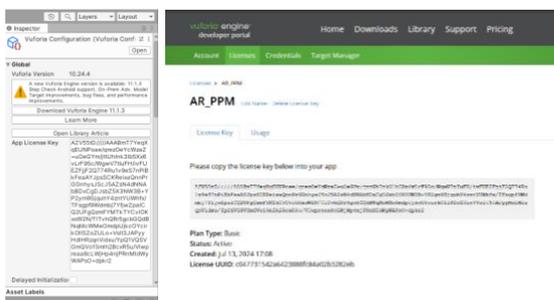
b. Pembuatan *Database Marker*

*Marker* diunggah ke dalam *database* melalui platform Vuforia di <https://developer.vuforia.com/>, yang selanjutnya *database* tersebut diimpor ke dalam *unity 3D*, Gambar 9 ditampilkan *database marker*.



Gambar 9. *Database Vuforia*

*Marker* dengan tingkat *rating* yang tinggi cenderung lebih mudah dikenali oleh sistem. Setelah *marker* didaftarkan melalui Vuforia, *license key* akan digunakan dalam tahap pengembangan aplikasi AR, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10. Objek-objek yang telah siap digunakan diilustrasikan Gambar 11.



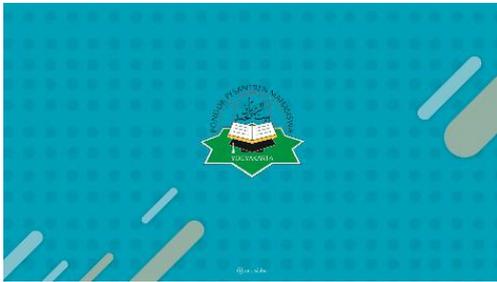
Gambar 10. Vuforia *License Key*



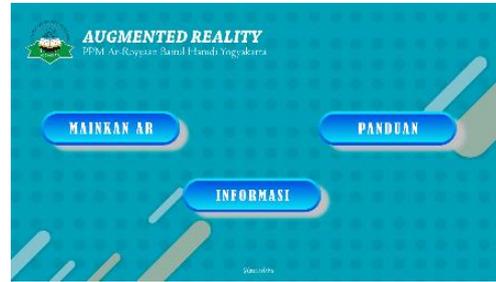
Gambar 11. Bahan-bahan objek

3. *Assembly*

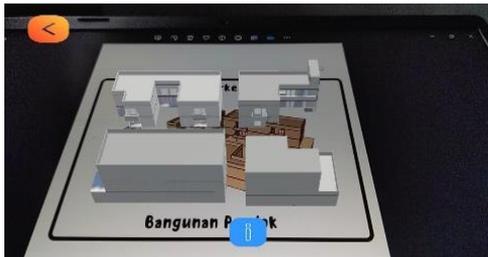
Tahap penyatuan material dalam pembuatan aplikasi multimedia dilakukan dengan menggabungkan gambar *marker* yang telah dibuat menggunakan aplikasi *unity*. Berikut tampilan aplikasi AR Pondok Ar-Royyaan Yogyakarta:



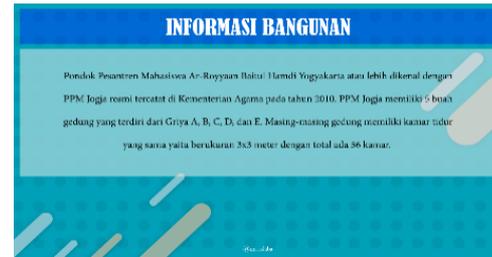
Gambar 12. Halaman *Splash Screen*



Gambar 13. Halaman Menu



Gambar 14. Hasil *Camera AR Scan Marker* Bangunan



Gambar 15. Halaman informasi pada detail *marker* bangunan



Gambar 16. Halaman Menu Panduan



Gambar 17. Halaman Menu Informasi

- a. Tampilan Halaman *Loading* Aplikasi  
Halaman *loading/splash screen* pada Gambar 12 menampilkan sebuah logo yang akan menuju ke tampilan menu utama pada aplikasi.
- b. Tampilan Halaman Menu  
Halaman menu menampilkan sebuah menu *AR scan* seperti terlihat pada Gambar 13, menu panduan aplikasi dan menu informasi. Setiap menu memiliki halaman tampilan berbeda dalam menampilkan sebuah informasi.
- c. Tampilan Halaman Menu *AR Scan*  
Halaman menu *AR scan* terdapat *button* kembali terlihat pada Gambar 14 dan *button* detail terlihat pada Gambar 15 *AR Scan* berfungsi untuk mengetahui detail bangunan dan menampilkan sebuah objek 3D bangunan pondok pesantren dan denah kamar pada pondok. Pada tampilan *marker* bangunan pondok, menampilkan sebuah objek bangunan 3D pada pondok pesantren.
- d. Halaman Menu Panduan  
Halaman menu panduan menampilkan informasi cara menggunakan aplikasi terlihat pada Gambar 16, sehingga memudahkan pengguna untuk memakai aplikasi.

e. Halaman Menu Informasi

Halaman menu informasi terkait dengan pondok pesantren dapat dilihat pada Gambar 17.

4. **Testing**

Proses evaluasi sistem diimplementasikan melalui pendekatan *black box testing*, bertujuan mengonfirmasi keselarasan antara elemen visual dan fungsionalitas kontrol terhadap spesifikasi desain awal. Tabel 1 dokumentasi hasil verifikasi melalui *black box testing*.

Tabel 1. Hasil *Black Box Testing*

No.	Pengujian	Keterangan	Hasil	Kesimpulan
1	Halaman <i>Splash Screen</i>	Menampilkan Halaman awal	Tampilan Awal dengan logo pondok	Berhasil
2	Halaman Menu Utama	Menampilkan menu ar <i>scan</i> , menu panduan aplikasi, dan menu informasi	Tampilan <i>button</i> menu	Berhasil
3	Halaman Menu AR Scan	Menampilkan objek 3D, tombol kembali dan tombol detail	Tampilan objek 3D	Berhasil
4	Halaman Detail	Menampilkan informasi detail pada bangunan yang berhasil di scan dan terdapat tombol kembali	Deskripsi informasi marker yang berhasil di scan	Berhasil
5	Drag, Zoom Out/In dan Rotate	Pengguna menggeser, zoom <i>out/in</i> dan rotasi objek dengan satu/dua jari	Objek bangunan 3D akan bergeser-geser, zoom dan berrotasi	Berhasil
6	Tombol Kembali	Ketika pengguna meng-klik kembali pada halaman AR <i>Scan</i>	Halaman akan kembali ke halaman menu	Berhasil
7	Halaman Menu Panduan	Menampilkan cara menggunakan aplikasi secara umum, berupa teks, dan terdapat tombol kembali	Tampilan informasi panduan aplikasi	Berhasil
8	Tombol Kembali	Ketika pengguna meng-klik kembali pada halaman panduan	Halaman akan kembali ke halaman menu	Berhasil
9	Halaman Menu Informasi	Menampilkan informasi mengenai pondok pesantren dan terdapat tombol kembali	Tampilan informasi pondok pesantren	Berhasil
10	Tombol Kembali	Ketika pengguna meng-klik kembali pada halaman informasi	Halaman akan kembali ke halaman menu	Berhasil

5. **Distribution**

Tahap penyebaran dilaksanakan untuk mengukur tanggapan kelompok pelajar terhadap aplikasi AR yang telah dikembangkan.. Tahap ini dievaluasi menggunakan metode SUS untuk mengetahui tingkat efektifitas, efisiensi dan kepuasan pengguna. Tabel 2 pertanyaan kuisisioner menggunakan SUS yang dibagi kepada responden.

Tabel 2. Pertanyaan Kuisisioner

No	Pertanyaan
1)	Saya merasa akan sering menggunakan aplikasi.
2)	Aplikasi tampak rumit untuk digunakan.
3)	Aplikasi mudah digunakan.
4)	Saya memerlukan bantuan teknis untuk bisa menggunakan aplikasi.
5)	Fitur yang ada dalam aplikasi terintegrasi dengan baik
6)	Aplikasi memiliki terlalu banyak inkonsistensi.
7)	Saya merasa orang lain dapat cepat mempelajarinya.
8)	Aplikasi terasa membingungkan saat digunakan.
9)	Saya merasa percaya diri saat menggunakannya.
10)	Saya harus banyak belajar sebelum dapat menggunakan aplikasi.

Setelah data dari responden terkumpul, langkah berikutnya adalah menerapkan ketentuan penilaian SUS yang berlaku, Tabel 3 hasil penilaian kuisisioner dengan SUS.

Tabel 3. Hasil Penilaian

No	Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah	Nilai (Jumlah x 2.5)
1	Responden 1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	30	75
2	Responden 2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	27	68
3	Responden 3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	34	85
4	Responden 4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	36	90
5	Responden 5	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	33	83
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	Responden 35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	32	80
Skor rata-rata													75

Setelah diterapkan aturan penilaian dalam metode SUS, diperoleh nilai akhir atau rata-rata sebesar 75. Nilai ini kemudian dimasukkan ke dalam kategori tingkat penerimaan (*acceptability range*) dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Range Acceptability Interpretasi Skor SUS

Skor SUS	Interpretasi	Grade
> 85	Sangat Baik ( <i>Excellent</i> )	A
70 – 84	Baik ( <i>Good</i> )	B
50 – 69	Cukup ( <i>Fair</i> )	C
< 50	Kurang ( <i>Poor</i> )	D – F

Dilihat dari skor rata-rata yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan rentang interpretasi SUS pada Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut, skor 75 termasuk dalam rentang 70 – 84, yang berada pada kategori: Interpretasi: Baik (*Good*) dan *Grade*: B.

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian menciptakan sebuah aplikasi AR berbasis Android dengan menampilkan bangunan 3D Pondok Ar-Royyaan Yogyakarta. Aplikasi AR dirancang untuk mempermudah calon santri, maupun masyarakat dalam mengenal dan memahami struktur bangunan pondok pesantren secara lebih interaktif melalui visualisasi 3D. Penerapan metode MDLC dalam pengembangan aplikasi AR membantu memberikan kerangka kerja yang terstruktur untuk menghasilkan produk yang fungsional dan interaktif. Hal itu didukung dan dibuktikan dengan melihat hasil dari bagian distribusi dengan memberikan uji coba pengguna aplikasi AR dan memberikan kuisisioner dihitung dengan metode SUS hasilnya 75 artinya berada pada interpretasi baik (*Good*) dan *Grade* B. Sehingga menunjukkan bahwa aplikasi AR yang dikembangkan memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Aplikasi dinilai mudah digunakan, antarmuka cukup jelas dan fitur-fiturnya dapat diakses dengan nyaman oleh pengguna, baik santri maupun masyarakat umum. Meskipun berada pada kategori baik, skor ini juga mengindikasikan bahwa masih terdapat peluang untuk peningkatan, khususnya dalam hal kenyamanan penggunaan atau penyempurnaan fitur agar dapat mencapai kategori Sangat Baik (*Excellent*) pada skor di atas 85.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Salsabila and A. K. Putra, “Visualisasi Proses Vulkanisme melalui Media Pembelajaran Animasi berbasis Augmented Reality sebagai Media Digital Geografi,” *Cetta J. Ilmu Pendidik.*, vol. 7, pp. 234–248, 2024, doi: <https://doi.org/10.37329/cetta.v7i2.3296>.
- [2] S. Samsudin, M. H. Koto, and A. Wardani, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Kerja Kantor Pencarian dan Pertolongan Kelas A Medan Berbasis PHP,” *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 4, pp. 163–170, 2022, doi: [10.56211/sudo.v1i4.155](https://doi.org/10.56211/sudo.v1i4.155).
- [3] N. T. Putra and Kurniabudi, “Implementasi Sistem Informasi Geografis Lokasi Pertambangan Batu Bara Menggunakan Quantum GIS,” *Manaj. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 105–117, 2024, doi: <https://doi.org/10.33998/jurnalmsi.2024.9.1.1686>.
- [4] Charles Charles, Delvian Yosuky, Tio Sania Rachmi, and Eryc Eryc, “Analisa Pengaruh Virtual Reality Terhadap Perkembangan Pendidikan Indonesia,” *J. Innov. Educ.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2023, doi: [10.59841/inoved.v1i3.206](https://doi.org/10.59841/inoved.v1i3.206).
- [5] L. Indahsari and S. Sumirat, “Implementasi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Interaktif,” *Cognoscere J. Komun. dan Media Pendidik.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2023, doi: [10.61292/cognoscere.v1i1.20](https://doi.org/10.61292/cognoscere.v1i1.20).
- [6] M. A. Fajriansyah and S. Widodo, “Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran di Rumah yang Efektif tetapi Menarik,” *JUTIS (Jurnal Tek. Inform. Unis)*, vol. 10, no. 3, pp. 173–180, 2022, doi: <https://doi.org/10.33592/jutis.v10i2.2547>.
- [7] C. R. Gunawan, N. Nurdin, and F. Fajriana, “Pengenalan Pakaian Adat Aceh Berbasis Augmented Reality Menggunakan Metode Speed Up Robust Featured (SURF),” *J. Komtika (Komputasi dan Inform.)*, vol. 7, no. 2, pp. 106–113, 2023, doi: [10.31603/komtika.v7i2.9124](https://doi.org/10.31603/komtika.v7i2.9124).
- [8] A. Maulana Syarif, N. Ketut Puji Astiti Laksmi, P. Studi Arkeologi, and F. Ilmu Budaya, “Penerapan Teknologi Augmented Reality Dalam Pengembangan Aplikasi Tata Letak dan Informasi Bangunan Cagar Budaya (Studi Kasus: Kota Bandar Grisse),” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 10, no. 8, pp. 232–243, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11095683>.
- [9] D. Sulistianingsih, M. Ihwan, A. Setiawan, and M. S. Prabowo, “Tata Kelola Perlindungan Data Pribadi Di Era Metaverse (Telaah Yuridis Undang-Undang Perlindungan Data Pribadi),” *Masal. Huk.*, vol. 52, no. 1, pp. 97–106, 2023, doi: [10.14710/mmh.52.1.2023.97-106](https://doi.org/10.14710/mmh.52.1.2023.97-106).
- [10] Y. Dela Carolina, “Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif 3D untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Digital Native,” *Ideguru J. Karya Ilm. Guru*, vol. 8, no. 1, pp. 10–16, 2022, doi: [10.51169/ideguru.v8i1.448](https://doi.org/10.51169/ideguru.v8i1.448).
- [11] I. Nengah Sukayasa, A. Husnah Nasrullah, and S. Melangi, “Implementasi Augmented Reality sebagai Pengenalan Benda Bersejarah di Museum Purbakala Popa Eyato Gorontalo Menggunakan Metode Marker Based Tracking,” *Copyr. @BALOK*, vol. 2, no. 2, pp. 118–125, 2023, doi: <https://doi.org/10.37195/balok.v2i2.639>.
- [12] A. Latifah, E. Satria, and A. Hermawan, “Penerapan Augmented Reality untuk Informasi Denah Kampus Institut Teknologi Garut,” *J. Algoritm.*, vol. 19, no. 2, pp. 770–780, 2022, doi: [10.33364/algoritma/v.19-2.1233](https://doi.org/10.33364/algoritma/v.19-2.1233).
- [13] M. Fahmizher, R. Ruuhwan, and R. Hartono, “Pembuatan Aplikasi Denah Berbasis Augmented Reality (Ar) Model Marker Basic Tracking Menggunakan Metode Mdlc,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: [10.23960/jitet.v11i3s1.3550](https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3550).
- [14] Hermansyah, R. F. Wijaya, S. Wahyuni, and A. D. Putra, “Penerapan Metode Multimedia Development Life Cycle ( Mdlc ) Dalam Pembuatan Aplikasi Mobile

- Edukasi Lingkungan ‘ Cinta Mangrove ,’” vol. 4307, no. 4, pp. 2198–2208, 2024, doi: <https://doi.org/10.54314/jssr.v7i4.2940>.
- [15] O. Suria, “A Statistical Analysis of System Usability Scale (SUS) Evaluations in Online Learning Platform,” *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 6, no. 2, pp. 992–1007, 2024, doi: 10.51519/journalisi.v6i2.750.
- [16] D. R. D. Putri, M. R. Fahlevi, and F. A. Putri, “Implementasi Metode Pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Pada Website Pembelajaran Sistem Multimedia,” *J. Ris. Sist. Inf. Dan Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 70–81, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.30645/jurasik.v8i1.543>.
- [17] M. Riyan Maulana and D. Nurdiana, “Pengukuran Kebergunaan dan Pengalaman Pengguna Website Sistem Informasi Akademik Universitas Terbuka (SIA UT) Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS) dan User Experience Questionnaire (UEQ),” *J. Informatics Commun. Technol.*, vol. 1, no. 17, pp. 1–017, 2024, doi: 10.52661.
- [18] Rasmila, M. A. Kusumadya, F. Hidayat, and D. Chandra, “Analisis Website Petani Kode Menggunakan SUS (System Usability Scale),” *J. Inform. Polinema*, vol. 8, no. 4, pp. 41–46, 2022, doi: 10.33795/jip.v8i4.908.
- [19] H. O. L. Wijaya and A. Armanto, “User Experience Penggunaan Google Classroom Dengan Metode Usability Testing Dan Ueq,” *J. Teknol. Inf. Mura*, vol. 14, no. 2, pp. 102–111, 2022, doi: 10.32767/jti.v14i2.1841.
- [20] S. Sandfreni, M. B. Ulum, and A. H. Azizah, “Analisis Perancangan Sistem Informasi Pusat Studi Pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul,” *Sebatik*, vol. 25, no. 2, pp. 345–356, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i2.1587.
- [21] M. S. Pebriadi, P. Salman, and T. K. Fattah, “Implementasi Use Case Diagram Dan Activity Diagram Dalam Perancangan Aplikasi Kalkulator Pajak Bagi Umkm,” *Multitek Indones.*, vol. 17, no. 1, pp. 44–58, 2023, doi: 10.24269/mtkind.v17i1.6024.

