

# IMPLEMENTASI *AUGMENTED REALITY (AR)* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN BANGUN RUANG BAGI SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN *MARKER BASED TRACKING* BERBASIS ANDROID

Putri Aisyah Ngitung\*<sup>1)</sup>, Rahmah Laila<sup>2)</sup>, Yusuf Anshori,<sup>3)</sup> Rinianty,<sup>4)</sup> Ryfial Azhar,<sup>5)</sup>

1. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Indonesia
2. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tadulao, Indonesia
3. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tadulao, Indonesia
4. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tadulao, Indonesia
5. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tadulao, Indonesia

## Article Info

**Kata Kunci:** *Augmented Reality; Marker-Based Tracking; Objek 3D; Pendidikan.*

**Keywords:** *Augmented Reality; Marker-Based Tracking; Objek 3D; Pendidikan.*

## Article history:

Received 12 August 2024

Revised 3 September 2024

Accepted 2 October 2024

Available online 1 September 2025

## DOI :

<https://doi.org/10.29100/jipi.v10i3.6400>

\* Corresponding author.

Putri Aisyah Ngitung

E-mail address:

[ngitung291218@gmail.com](mailto:ngitung291218@gmail.com)

## ABSTRAK

Pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk karakter siswa. Namun, dalam pembelajaran matematika khususnya bangun ruang di tingkat sekolah dasar seringkali masih bersifat manual dan kurang menarik bagi siswa. Hal ini menyebabkan rendahnya minat siswa dalam mempelajari matematika. Teknologi *Augmented Reality (AR)* memiliki potensi besar dalam menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan. *Augmented Reality* dapat menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital, memungkinkan interaksi *real-time* yang menarik bagi siswa. Penelitian ini nantinya akan dilakukan dengan pengenalan objek 3D dengan menggunakan *Marker-Based Tracking* yaitu dengan sistem deteksi atau *marker* pada suatu benda nyata seperti pola atau gambar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi AR berbasis *Android* untuk pembelajaran bangun ruang bagi siswa sekolah dasar. Diharapkan aplikasi ini dapat meningkatkan minat belajar siswa dengan menyediakan media pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik.

## ABSTRACT

Education has an important role in shaping student character. However, in learning mathematics, especially building space at the primary school level, it is often still manual and less interesting for students. This leads to low student interest in learning mathematics. *Augmented Reality (AR)* technology has great potential in creating an interactive and fun learning experience. *Augmented Reality* can combine the real world with digital elements, enabling real-time interactions that are engaging for students. This research will be carried out with the introduction of 3D objects using *Marker-Based Tracking*, namely with a detection system or marker on a real object such as a pattern or image. This research aims to design and implement an *Android-Based AR* application for learning building space for elementary school students. It is expected that this application can increase student's interest in learning by providing more interactive and interesting learning media.

## I. PENDAHULUAN

PENDIDIKAN adalah cara untuk mempengaruhi siswa untuk mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya sebaik mungkin, menghasilkan perubahan dalam diri mereka yang memungkinkan mereka hidup dengan baik dalam masyarakat[1]. Mata pelajaran matematika adalah salah satu bidang pengetahuan yang sangat penting untuk membangun kemampuan yang diperlukan untuk hidup di abad ke-21[2]. Siswa tidak akan asing dengan materi bangun ruang karena bangun ruang banyak ditemukan di dunia nyata[3]. Salah satu istilah untuk bangunan tiga dimensi adalah bangunan yang memiliki beberapa sisi yang membatasi ruang[4]. Tidak banyak alat peraga bangun ruang yang tersedia di sekolah, jadi siswa kesulitan memvisualisasikan bangun ruang dalam kehidupan nyata. Di sisi lain, kemajuan dan penerapan teknologi modern, termasuk dalam bidang ilmu pengetahuan dan pendidikan, telah meningkat pesat[5].

Dalam proses pembelajaran, pendidik seharusnya lebih memperhatikan bagaimana cara membangun semangat belajar para siswa agar lebih aktif dalam pembelajaran sehingga dapat menciptakan suasana belajar yang interaktif dan juga menyenangkan. Sampai saat ini masih banyak guru menyampaikan materi secara manual khususnya pada materi bangun ruang. Kita semua tahu bahwa matematika adalah salah satu mata pelajaran yang kurang diminati oleh anak-anak. Permasalahan ini masih kurang disadari oleh guru, dan masih banyak guru yang kurang maksimal untuk mengurangi bahkan mengubahnya menjadi pelajaran yang menarik minat siswa. Berdasarkan observasi dan analisis yang telah dilakukan, peneliti menemukan beberapa kendala yang sering dihadapi siswa sekolah dasar dalam memahami konsep bangun ruang. Kesulitan dalam memahami visualisasi objek 3D, banyak siswa mengalami kesulitan untuk memvisualisasikan bentuk 3D hanya dari representasi gambar 2D di buku teks. Hal ini menjadi penghalang dalam memahami struktur dan detail bangun ruang, seperti jumlah sisi, rusuk dan titik sudut. Siswa sering kali bingung membedakan antara 2D dan 3D. Sebagai contoh, beberapa siswa menganggap persegi dan kubus adalah bentuk yang sama karena mereka tidak memahami dasar mengenai dimensi tambahan yang dimiliki kubus. Kurangnya interaksi langsung dengan model bangun ruang yang nyata menjadi salah satu faktor yang signifikan. Penggunaan teknologi AR dalam pendidikan dapat membantu mengatasi beberapa kendala ini dengan memberikan visualisasi interaktif dan pengalaman belajar yang lebih menarik.

Anak dalam belajar konsep matematika melalui tiga tahap yaitu *enactive*, *iconic* dan *symbolic*. Tahap *enactive* yaitu tahap belajar dengan memanipulasi benda atau objek konkrit, tahap *iconic* yaitu tahap belajar dengan menggunakan gambar, dan tahap *symbolic* yaitu tahap belajar matematika melalui manipulasi lambang atau simbol. Matematika adalah proses membangun dan mengkonstruksi konsep dan prinsip, bukan hanya pengajaran yang terkesan pasif dan statis. Sebaliknya, belajar matematika harus aktif dan dinamis. Karena taraf berpikir anak usia SD masih konkret operasional, anak-anak harus diberikan tugas yang berkaitan dengan objek atau peristiwa yang dapat diterima akal untuk memahami ide-ide[6].

*Augmented reality* adalah kombinasi benda nyata dan maya di dunia nyata yang berjalan secara interaktif dalam waktu nyata dan memiliki integrasi tiga dimensi antar benda. Artinya, benda maya terintegrasi dalam dunia nyata[7]. Teknologi AR dapat menyisipkan informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya ke dunia nyata dengan bantuan perangkat keras seperti webcam, komputer, smartphone, atau kacamata khusus. Untuk menyisipkan objek maya ke dalam dunia nyata, perantaranya harus komputer atau smartphone yang memiliki kamera. Komputer adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol semua proses yang dibutuhkan oleh sebuah aplikasi. Penggunaan komputer ini disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tersebut. Selanjutnya, hasil aplikasi akan ditampilkan di monitor.[8].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *marker based tracking*. Metode ini menggunakan gambar berpola khusus yang dikenali oleh sensor kamera dan kemudian dicocokkan dengan marker yang telah disediakan sehingga gambar di dalam dunia maya terlihat nyata. Pengawasan berbasis titik adalah teknik dalam augmented reality yang memungkinkan untuk mengenali titik dan mengidentifikasi pola titik tersebut untuk menambahkan suatu objek[9][10]. Aplikasi AR yang dikembangkan memanfaatkan teknologi marker-based tracking, yang memungkinkan pengenalan objek bangun ruang secara akurat melalui kamera perangkat android. Aplikasi ini meningkatkan keterlibatan siswa melalui interaksi langsung dengan model bangun ruang 3D yang dapat dilihat dari berbagai sudut, berbeda dengan metode konvensional yang hanya mengandalkan gambar 2D. Tidak seperti aplikasi AR lain yang mungkin terbatas pada pengenalan bangun ruang secara statis, aplikasi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif.

Salah satu aspek unik dari penelitian ini adalah penerapan metode User Acceptance Testing (UAT) dalam proses pengembangan aplikasi. Dari data UAT digunakan untuk menyempurnakan aplikasi sesuai dengan kebutuhan dan preferensi siswa. Selain itu, aplikasi ini juga terdapat fitur yang bisa menghubungkan para siswa ke media sosial yaitu Youtube sehingga siswa bisa mengakses pembelajaran tentang bangun ruang dan mendapatkan lebih banyak pengetahuan. Dalam penelitian ini, aplikasi AR memungkinkan representasi visual 3D dari bangun ruang yang dapat dilihat, diputar dan dieksplorasi secara interaktif. Representasi ini memperkaya pemahaman siswa yang sebelumnya hanya terbatas pada gambar 2D di buku teks. Dengan menyediakan multiple representations, aplikasi ini membantu siswa untuk menghubungkan representasi yang berbeda misalnya, gambar 2D dan mode 3D dan membangun pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan antar elemen bangun ruang, seperti sisi, rusuk dan titik sudut. Hal ini sangat penting dalam membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memvisualisasikan objek 3D dan memahami konsep abstrak yang terkait.

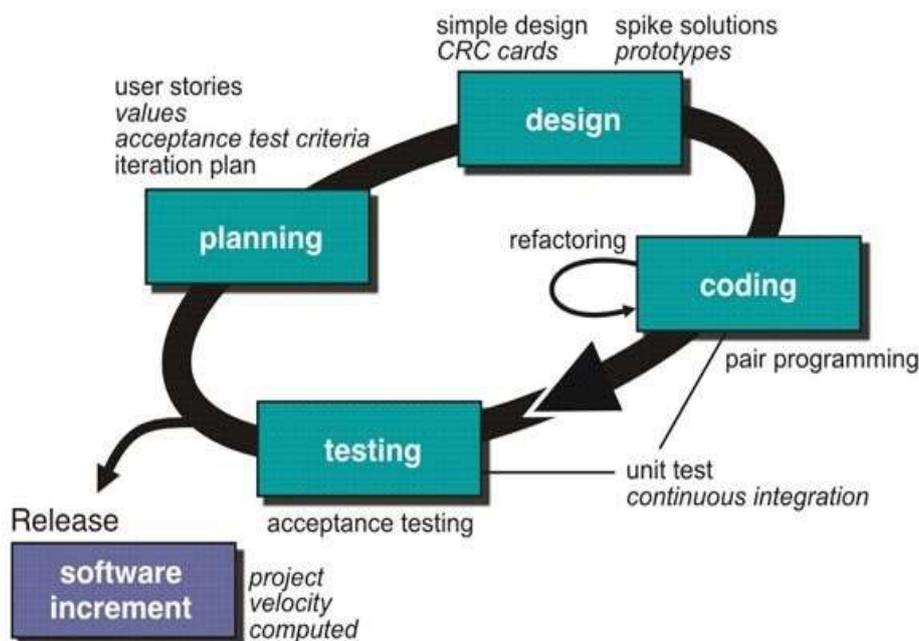
Vuforia adalah kit pengembangan aplikasi augmented reality (AR) untuk perangkat mobile yang memungkinkan pengembangan aplikasi AR. Vuforia SDK sendiri mendukung pengembangan aplikasi AR untuk perangkat yang berbasis Android dan IOS. Vuforia menggunakan teknologi visi komputer untuk mengenali dan melacak gambar planar (*Target Image*)[11]. Unity 3D adalah program yang dapat digunakan untuk membuat berbagai aplikasi seperti presentasi, website, dan juga dapat digunakan untuk membuat *augmented reality* (AR). Ini juga dapat digunakan untuk membuat

objek tiga dimensi dalam video game atau dalam konteks interaktif seperti visualisasi arsitektur atau animasi 3D *real-time*[12]. Penelitian sebelumnya tentang penggunaan AR (*Augmented Reality*) media pembelajaran yang membangun aplikasi AR untuk pembelajaran buah-buahan[13]. Aplikasi berbasis AR dibangun sebagai media pembelajaran pengenalan bangun ruang sebanyak enam jenis, tetapi tidak diuji aplikasi dari sisi jarak atau pencahayaan[14]. Aplikasi bangun ruang matematika berbasis AR berfokus pada pengenalan rumus bangun ruang[15].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Model Penelitian

Penulis menggunakan metode pengembangan sistem *Agile Development* yang merupakan pendekatan dari *System Development Life Cycle* (SDLC), yang merupakan proses berkelanjutan dari *planning*, analisis, desain, dan testing yang memperbaiki setiap langkah secara bertahap[16]. Metode penerapan *agile* yang digunakan adalah *Extreme Programming* atau disingkat XP, yaitu salah satu metode yang banyak digunakan untuk pengembangan aplikasi. *Extreme Programming* menekankan fleksibilitas, komunikasi, dan kolaborasi yang intensif dalam tim pengembangan. Metode ini dirancang untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan pengguna[17]. Dalam pengembangan aplikasi ini, konsep iterasi diterapkan melalui siklus pengembangan yang berulang. Setiap iterasi adalah periode waktu tertentu di mana pengembang fokus pada sejumlah fitur atau fungsionalitas spesifik. Tujuannya adalah untuk menghasilkan bagian dari aplikasi yang dapat diuji dan dievaluasi sebelum melanjutkan ke iterasi berikutnya. Semua fitur yang direncanakan untuk iterasi tersebut telah dikembangkan dan diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur-fitur tersebut bekerja dengan baik tanpa bug atau masalah besar. Penelitian ini menggunakan kombinasi metode *System Development Life Cycle* (SDLC), *Agile* dan *Extreme Programming* untuk pengembangan aplikasi AR sebagai media pembelajaran pengenalan bangun ruang. Kombinasi metode SDLC, *Agile* dan XP dianggap paling sesuai untuk penelitian ini karena masing-masing metode membawa keunggulan yang saling melengkapi. SDLC memberikan struktur dan kontrol yang diperlukan untuk pengembangan yang terarah, *Agile* menawarkan fleksibilitas dan adaptabilitas terhadap perubahan, sementara XP menjamin kualitas dan stabilitas perangkat lunak. Berikut proses dari *Extreme Programming*, yaitu *Planning*, *Design*, *Coding* dan *Testing*, tahapan *extreme programming* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Tahapan *Extreme Programming*

#### 1) *Planning*

Tahap perencanaan adalah tahap asesmen kepada pengguna dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna aplikasi, serta informasi mengenai spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang akan dikembangkan.

#### 2) *Design*

Pada fase pemodelan atau perancangan meliputi pembuatan spesifikasi mengenai desain objek 3D, desain proses (*Use Case Diagram*), serta perancangan basis data.

### 3) *Coding*

Tahap ini merupakan proses implementasi dari fase perancangan yaitu penulisan kode program dan basis data. Aplikasi ini dirancang menggunakan teknologi augmented reality dengan metode *marker-based*, serta menggunakan bahasa pemrograman C#. Aplikasi perancangan untuk manajemen database menggunakan *Vuforia. Development* aplikasi akan menghasilkan aplikasi Geo-AR dengan metode *Marker-Based* berbasis Android

### 4) *Testing*

Tahap akhir pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat lunak berfungsi dengan sempurna. Pengujian aplikasi Geo-AR dilakukan dengan dua metode, yaitu *Alpha Testing* dan *Beta Testing*.

- *Alpha Testing* adalah metode pengujian yang digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi yang diuji dapat berjalan dengan lancar tanpa error atau bug. Pengujian ini dilakukan menggunakan teknik *blackbox*, yang menguji semua fitur aplikasi apakah sesuai dengan yang diharapkan atau belum [18]. *Blackbox Testing* dilakukan pada setiap iterasi untuk memeriksa fungsionalitas aplikasi tanpa melihat kode sumber. Pengujian ini berfokus pada *input* dan *output* aplikasi, memastikan bahwa fitur-fitur yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Setiap kali fitur baru ditambahkan atau diperbarui dalam sebuah iterasi, pengujian *blackbox* dilakukan. Peneliti mengujia aplikasi dengan memasukkan data yang relevan dan memeriksa apakah *output* sesuai dengan spesifikasi. Ketika fitur *marker* diperkenalkan, *blackbox testing* dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat mendeteksi *marker* dengan benar dan menampilkan objek 3D yang sesuai. Iterasi dianggap selesai jika semua fitur yang diuji melalui *blackbox testing* berfungsi dengan baik tanpa adanya *bug* atau masalah kritis.
- *Beta Testing* menggunakan *User Acceptance Testing (UAT)*, pengujian aplikasi untuk kebutuhan pengguna akhir [20]. *UAT* dilakukan untuk mengukur kepuasan dan penerimaan pengguna akhir yaitu siswa terhadap aplikasi. Pengujian ini dilakukan setelah iterasi tertentu, di mana aplikasi telah mencapai versi yang cukup stabil dan fitur-fiturnya hampir lengkap. Pada setiap iterasi direncanakan untuk *UAT*, versi aplikasi yang dikembangkan diuji oleh pengguna akhir dalam kondisi nyata. *Feedback* dari siswa dikumpulkan untuk mengevaluasi apakah aplikasi memenuhi kebutuhan mereka. Iterasi *UAT* dianggap selesai ketika *feedback* dari pengguna telah dianalisis dan ditindaklanjuti. Untuk melakukan perhitungan kuesioner penentuan hasil akhir skor diolah menggunakan *rating scale* dapat dilihat pada persamaan (1).

$$RS = \frac{n(m-1)}{m} \quad (1)$$

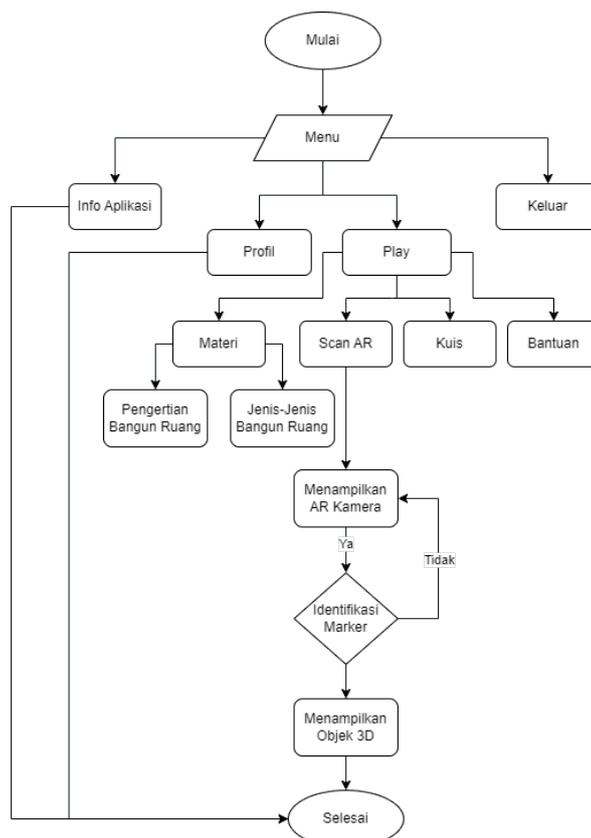
RS = *rating scale*

n = jumlah responden

m = nilai maksimal dalam setiap kelompok penilaian.

## B. *Flowchart Perancangan Aplikasi*

*Flowchart* adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja dari suatu sistem atau proses, dengan menggunakan simbol-simbol standar untuk menunjukkan aktivitas, kondisi, dan alur logika dari proses yang digambarkan. *Flowchart* dapat mempermudah pemahaman terhadap langkah-langkah dalam sebuah proses atau sistem. Berfungsi sebagai dokumentasi sistem atau program untuk referensi di masa depan, membantu tim atau pemangku kepentingan dalam memahami proses kerja dengan cepat, digunakan untuk menganalisis dan menemukan efisiensi atau perbaikan dalam suatu proses. Adapun simbol-simbol *flowchart* terdiri dari Terminator, menandakan awal atau akhir dari sebuah proses, Proses atau persegi panjang menunjukkan operasi atau langkah yang dilakukan, *Input/Output* atau Jajar Genjang menunjukkan proses memasukkan data atau *output*, *Decision* atau Berlian menunjukkan keputusan yang harus diambil biasanya diikuti oleh dua cabang (ya, tidak, atau benar, salah), *Arrow* atau Panah menunjukkan arah aliran proses dari satu simbol ke simbol lainnya. *Flowchart* aplikasi ini dirancang untuk memberikan gambaran alur kerja dari aplikasi Geo-AR berbasis *augmented reality*, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2. Flowchart Aplikasi Geo-AR

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* aplikasi pengenalan Bangun Ruang menggunakan teknologi *augmented reality*. Proses dimulai dengan pengguna mengakses aplikasi pada tahap Mulai. Setelah itu, pengguna akan diarahkan ke Menu Utama yang memiliki beberapa pilihan, yaitu Info Aplikasi berisi halaman tentang informasi aplikasi, Profil berisi halaman tentang profil pengguna, Keluar untuk mengakhiri aplikasi dan Play akan menampilkan 4 halaman, yaitu Materi berisi halaman tentang pengertian bangun ruang dan jenis-jenis bangun ruang, Menu Kuis berisi halaman tentang kuis pilihan ganda, Menu Bantuan berisi halaman tentang panduan penjelasan mengenai kegunaan tombol-tombol yang ada pada aplikasi, Menu Scan AR, akan menampilkan halaman *scan* di mana pengguna akan diarahkan untuk mendekteksi marker yang sudah ditentukan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Planning

Dalam rangka melakukan perencanaan sistem diperlukan penilaian kebutuhan awal dan analisa tentang ide untuk mengembangkan sistem. Tabel I menyajikan rincian spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan.

TABEL I  
 TABEL SPESIFIKASI *HARDWARE* DAN *SOFTWARE*

| <i>Hardware</i>             | <i>Software</i>    |
|-----------------------------|--------------------|
| Laptop Acer Swift SF314-511 | Unity 3D           |
| Smartphone Android          | Vuforia Engine     |
|                             | Visual Studio Code |
|                             | 3D Blender         |
|                             | Canva              |

| Add Target               |   | Download Database (All) |       |                     |                     |               |
|--------------------------|---|-------------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | Image   | Target Name             | Type  | Rating <sup>Ⓢ</sup> | Status <sup>▼</sup> | Date Modified |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Prisma           | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Kerucut          | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Bola             | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Balok            | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Limas            | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Tabung           | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |
| <input type="checkbox"/> |  | Marker_Kubus            | Image | ★★★★★               | Active              | Aug 02, 2024  |

Gambar. 3. Database Marker

Gambar 3 merupakan proses *upload database marker* di *vuforia engine* yang nantinya akan digunakan sebagai *marker* untuk pengenalan objek 3D.

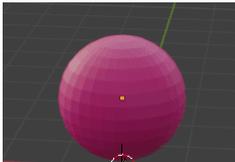
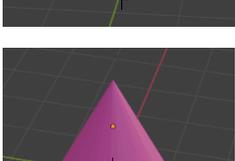
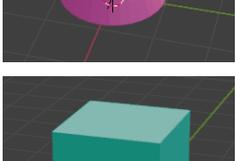
### B. Design

Selanjutnya setelah mendalami kebutuhan apa yang diinginkan oleh pengguna, akan dilakukan perancangan atau biasa disebut *design*.

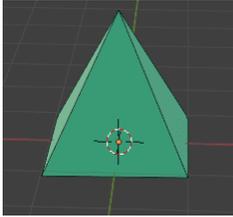
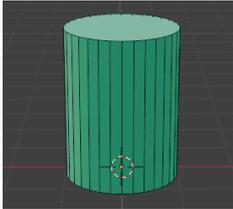
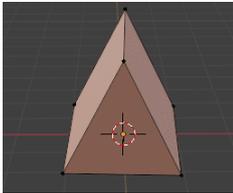
#### 1). Desain Objek 3D Bangun Ruang

Pada tahapan pembuatan objek 3D Bangun Ruang ini, menggunakan perangkat lunak *Blender*. Desain objek 3D dari setiap model bangun ruang dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II  
DESIGN OBJEK 3D BANGUN RUANG

| Desain Objek 3D   | Jenis   |
|---|---------|
|  | Balok   |
|  | Bola    |
|  | Kerucut |
|  | Kubus   |

TABEL II  
 LANJUTAN *DESIGN* OBJEK 3D BANGUN RUANG

| Desain Objek 3D   | Jenis            |
|---|------------------|
|  | Limas Segi Empat |
|  | Tabung           |
|  | Prisma Segi Tiga |

## 2). *Desain Proses*

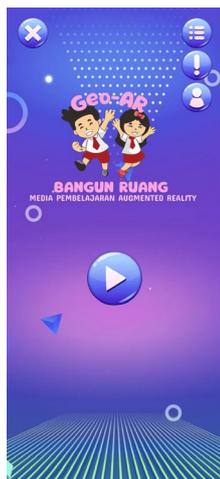
Membuat rancangan perangkat lunak ini berguna untuk menggambarkan rancangan sebelum dilakukan pengkodean program. Pada Gambar 4 menggambarkan diagram *use case*, yaitu interaksi pengguna saat menjalankan aplikasi Geo-AR.



Gambar. 4. *Use Case Diagram*

## C. *Coding*

Membuat koding aplikasi merupakan tahapan yang sangat penting dalam pengembangan perangkat lunak. Tahap pengkodean aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C#, berikut adalah tampilan aplikasi AR Geo-AR dengan metode *marker-based* berbasis Android yang telah dikembangkan pada tahap pengkodean.



Gambar 2. Halaman Utama



Gambar 3. Halaman Menu Aplikasi

Tampilan utama aplikasi AR Geo-AR menampilkan halaman utama saat pengguna akan mulai memainkan aplikasi Geo-AR yang berisi beberapa tombol yaitu *Play*, *Exit* dan *More*, dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 3 Tampilan menu berisi beberapa tombol menu dari fitur yang dapat digunakan yaitu menu *Materi*, *Scan AR*, *Bantuan* dan *Kuis*. Ketika masing-masing tombol ditekan, maka akan beralih ke halaman yang dipilih.



Gambar 4. Halaman Materi



Gambar 5. Halaman Pengertian



Gambar 6. Halaman Jenis-Jenis

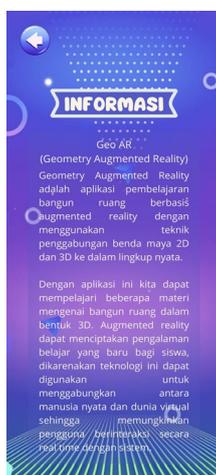
Halaman Materi berisi 2 tombol yang beralih ke halaman pilihan bila ditekan, yaitu tombol *Pengertian Bangun Ruang* dan tombol *Jenis-Jenis Bangun Ruang*.

Halaman *Pengertian*, pada halaman ini menampilkan tentang penjelasan dari pengertian *Bangun Ruang*.

Halaman *Jenis-Jenis Bangun Ruang*, pada halaman ini menampilkan halaman tentang pengertian, sifat-sifat dan juga rumus dari masing-masing jenis bangun ruang itu sendiri.



Gambar 7. Halaman Kuis



Gambar 8. Halaman Infomasi



Gambar 9. Halaman Profil

Halaman Kuis berisi beberapa soal pilihan ganda dan nantinya akan menampilkan hasil yang diperoleh setelah menjawab soal tersebut dapat dilihat pada Gambar 7

Gambar 8 menampilkan Halaman Informasi berisi penjelasan singkat mengenai aplikasi Geo-AR.

Gambar 9 menampilkan Halaman Profil, berisi profil singkat dari pengembang aplikasi atau penulis.

#### D. Testing

Pengujian sistem aplikasi ini bertujuan untuk melihat dan memastikan sistem yang dikembangkan memiliki kehandalan dan kualitas tinggi.

- 1) Pengujian *alpha testing* adalah pengujian yang bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang diuji dapat berjalan dengan lancar tanpa gangguan error atau bug. Hasil pengujian fungsi sistem dapat dilihat pada Tabel III berikut.

TABEL III  
 BLACKBOX TESTING

| Halaman                          | Tombol                   | Harapan  | Status                                       |          |
|----------------------------------|--------------------------|--|--|----------|
| Halaman Utama                    | Play                     | Menampilkan halaman Menu Aplikasi  | Berhasil                                     |          |
|                                  | More                     | Menampilkan halaman Info dan Profil  | Berhasil                                     |          |
|                                  | Info                     | Menampilkan halaman Info   | Berhasil                                     |          |
|                                  | Profil                   | Menampilkan halaman Profil   | Berhasil                                     |          |
|                                  | Keluar                   | Keluar dari aplikasi   | Berhasil                                     |          |
| Halaman Menu Aplikasi            | Materi                   | Menampilkan menu-menu materi   | Berhasil                                     |          |
|                                  | Scan AR                  | Menampilkan halaman <i>Scan AR</i> sekaligus menampilkan kamera AR           | Berhasil                                     |          |
|                                  | Kuis                     | Menampilkan halaman kuis   | Berhasil                                     |          |
|                                  | Bantuan                  | Menampilkan panduan penjelasan mengenai tombol-tombol yang ada pada aplikasi | Berhasil                                     |          |
| Halaman Materi                   | Kembali                  | Menampilkan halaman sebelumnya   | Berhasil                                     |          |
|                                  | Pengertian Bangun Ruang  | Menampilkan halaman deskripsi tentang bangun ruang                           | Berhasil                                     |          |
|                                  | Jenis-jenis Bangun Ruang | Menampilkan halaman menu pilihan jenis-jenis bangun ruang                    | Berhasil                                     |          |
| Halaman Jenis-Jenis Bangun Ruang | Kubus                    | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Kubus               | Berhasil                                     |          |
|                                  | Tabung                   | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Tabung              | Berhasil                                     |          |
|                                  | Limas                    | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Limas               | Berhasil                                     |          |
|                                  | Prisma                   | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Prisma              | Berhasil                                     |          |
|                                  | Bola                     | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Bola                | Berhasil                                     |          |
|                                  | Balok                    | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Balok               | Berhasil                                     |          |
|                                  | Kerucut                  | Menampilkan halaman deskripsi tentang jenis bangun ruang Kerucut             | Berhasil                                     |          |
|                                  | Halaman <i>Scan AR</i>   | <i>Search</i>  | Menampilkan halaman untuk akses link youtube | Berhasil |

Metode *blackbox* digunakan untuk menguji seluruh fitur-fitur yang tersedia di dalam aplikasi tersebut apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Berdasarkan dari Tabel III yang telah disajikan, menunjukkan bahwa seluruh fitur yang telah dirancang pada aplikasi dapat beroperasi secara optimal.

TABEL IV  
 PENGUJIAN CAHAYA

| Kondisi Cahaya        | Hasil Pengujian   |            |
|-----------------------|---|------------|
|                       | Gambar  | Status     |
| Siang di luar ruangan |  | Terdeteksi |

TABEL IV  
 LANJUTAN PENGUJIAN CAHAYA

| Kondisi Cahaya                     | Hasil Pengujian Gambar   | Status           |
|------------------------------------|--|------------------|
| Sinar di dalam ruangan Tanpa lampu |   | Tidak Terdeteksi |
| Malam menggunakan lampu            |   | Terdeteksi       |
| Malam tanpa lampu                  |  | Tidak Terdeteksi |

Berdasarkan hasil dari pengujian cahaya pada Tabel IV, maka dapat disimpulkan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap penggunaan aplikasi untuk menampilkan objek 3D AR Geo-AR menggunakan metode *marker-based tracking*.

TABEL V  
 PENGUJIAN JARAK KAMERA

| Jarak | Hasil Pengujian Gambar  | Status     |
|-------|---|------------|
| 30cm  |  | Terdeteksi |

TABEL V  
 LANJUTAN PENGUJIAN JARAK KAMERA

| Jarak | Gambar  | Hasil Pengujian | Status     |
|-------|---|-----------------|------------|
| 40cm  |    |                 | Terdeteksi |
| 50cm  |    |                 | Terdeteksi |
| 60cm  |   |                 | Terdeteksi |
| 70cm  |  |                 | Terdeteksi |

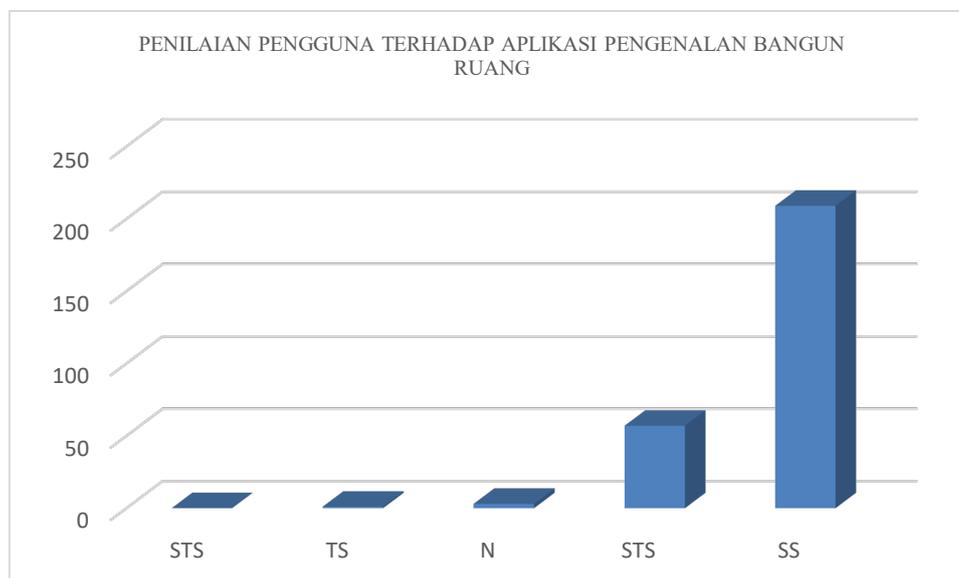
Berdasarkan hasil pengujian jarak kamera pada Tabel V dapat disimpulkan bahwa untuk menampilkan objek 3D dengan menggunakan metode *marker-based tracking*, yaitu dengan jarak 40cm sampai dengan 50cm merupakan jarak terbaik untuk menampilkan objek 3D.

## 2) Pengujian *Beta Testing*

Pengujian *Beta Testing* dilakukan menggunakan metode Pengakuan Pengguna (UAT), yang merupakan pengujian aplikasi terhadap kebutuhan pengguna akhir atau pengguna akhir.[6] Tujuan utama pengujian UAT adalah untuk menguji atau mengukur apakah sistem sudah sesuai dengan apa yang ada di dalam spesifikasi fungsional sistem. Pengujian UAT *testing* aplikasi Geo-AR dilakukan dengan memberikan aplikasi kepada siswa-siswi untuk digunakan secara langsung, dimana responden akan memberikan umpan balik melalui kuesioner sebagai penilaian setelah menggunakan aplikasi. Tabel III menunjukkan hasil dari kuesioner dari 30 responden.

TABEL VI  
 PENILAIAN PENGGUNA TERHADAP APLIKASI PENGENALAN BANGUN RUANG

| Pertanyaan   | Penilaian |          |          |           |            | Jumlah     |
|--|-----------|----------|----------|-----------|------------|------------|
|  | STS       | TS       | N        | S         | SS         |            |
| Aplikasi ini mudah digunakan dan mudah dipahami?                             | 0         | 0        | 0        | 9         | 21         | 30         |
| Aplikasi ini efektif digunakan untuk media pembelajaran?                     | 0         | 0        | 0        | 6         | 24         | 30         |
| Tampilan aplikasi ini bagus, menarik dan interaktif?                         | 0         | 0        | 3        | 8         | 19         | 30         |
| Fitur pada aplikasi ini bermanfaat dan memuaskan?                            | 0         | 1        | 0        | 7         | 22         | 30         |
| Informasi dan petunjuk dalam aplikasi ini mudah dipahami, jelas dan lengkap? | 0         | 0        | 0        | 5         | 25         | 30         |
| Materi yang ada pada aplikasi ini mendidik dan menambah pengetahuan?         | 0         | 0        | 0        | 4         | 26         | 30         |
| Kuis yang ada pada aplikasi ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan?       | 0         | 0        | 0        | 7         | 23         | 30         |
| Aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan terhadap pengguna?                      | 0         | 0        | 0        | 9         | 21         | 30         |
| Anda akan menyarankan orang lain untuk menggunakan aplikasi ini?             | 0         | 0        | 0        | 2         | 28         | 30         |
| <b>Jumlah</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>57</b> | <b>209</b> | <b>270</b> |



Gambar. 10. Diagram Batang

Pengujian *user acceptance testing* pada aplikasi melibatkan 30 responden, yaitu siswa/i sekolah dasar. Perhitungan menggunakan skala *likert* untuk mengukur hasil kuesioner UAT yang terdiri dari 5 pilihan, yaitu Sangat Tidak Setuju (STS), Sangat Setuju (TS), Netral (N), Setuju (S) dan Sangat Setuju (SS) dapat dilihat pada Tabel VI.

Gambar 10 menjelaskan bahwa grafik tersebut mengidentifikasi bahwa aplikasi pengenalan bangun ruang yang dikembangkan sangat diterima dengan baik oleh pengguna. Mayoritas responden memberikan penilaian Sangat Setuju, menandakan bahwa aplikasi yang dibangun berhasil memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Selanjutnya, untuk mengetahui nilai rata-rata untuk tiap aspek dan keseluruhan penilaian dapat dilihat pada Tabel VII.

TABEL VII  
 RATA-RATA PENILAIAN APLIKASI

| Skor<br>( $\chi$ ) | Respon Pengguna<br>( $f$ ) | $\chi \cdot f$ |
|--------------------|----------------------------|----------------|
| 1                  | 0                          | 0              |
| 2                  | 1                          | 2              |
| 3                  | 3                          | 9              |
| 4                  | 57                         | 228            |
| 5                  | 209                        | 836            |
| Rata-rata          |                            | 215            |

Berdasarkan persamaan (1) yang digunakan untuk menjelaskan hasil penelitian, *rating scale* yang digunakan untuk menentukan kriteria interpretasi hasil penilaian untuk setiap aspek ditunjukkan pada Tabel VI. Dari 30 responden yang disurvei, skor maksimal adalah 5.

TABEL VIII  
 RATA-RATA PENILAIAN APLIKASI

| Rating Scale     | Keterangan             |
|------------------|------------------------|
| $30 \leq x 54$   | Sangat Tidak Memuaskan |
| $54 \leq x 78$   | Tidak Memuaskan        |
| $78 \leq x 102$  | Netral                 |
| $102 \leq x 126$ | Memuaskan              |
| $126 \leq x 150$ | Sangat Memuaskan       |

Berdasarkan analisis data pengujian *User Acceptance Testing* (UAT), yang dilakukan dengan menghitung rata-rata penilaian aplikasi pada Tabel VIII menggunakan skala penilaian yang telah ditetapkan, sebagian besar peserta merasa puas dengan aspek Tampilan Aplikasi Geo-AR dengan skor 126. Persebaran jawaban terhadap penilaian pengguna terhadap aplikasi pengenalan bangun ruang Sangat Memuaskan. Perolehan nilai rata-rata dari hasil pengujian aplikasi pengenalan bangun ruang masuk dalam kriteria sangat memuaskan dengan skor 215. Mayoritas responden memberikan skor Memuaskan dan Sangat Memuaskan menunjukkan bahwa aplikasi yang dirancang sebagian besar dinilai memuaskan hingga sangat memuaskan. Sangat sedikit yang memberikan respon Sangat Tidak Memuaskan dan Tidak Memuaskan, yang berarti sebagian besar pengguna puas dengan aplikasi. Aplikasi Geo-AR secara umum diterima dengan baik oleh responden, menurut hasil penilaian pengguna terhadap aplikasi secara keseluruhan. Seluruh responden memberikan umpan balik yang konsisten terhadap pengujian aplikasi. Tidak ada skor yang diperoleh untuk kriteria interpretasi Sangat Tidak Memuaskan atau Tidak Memuaskan. Meskipun rata-rata skor menunjukkan hasil yang positif, analisis lebih lanjut bisa dilakukan dengan melihat penyebab variasi skor. Misalnya sebagian besar responden puas, penting untuk menganalisis mengapa ada sedikit pengguna yang memberikan skor Tidak Memuaskan dan Netral.

Aplikasi AR memungkinkan siswa untuk melihat model 3D dari bangun ruang secara langsung, membuat konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Visualisasi ini jauh lebih efektif dibanding dengan gambar statis di buku, karena siswa dapat melihat bentuk bangun ruang dari berbagai sudut secara interaktif. Dengan menggunakan marker-based tracking, siswa dapat memanipulasi objek 3D, seperti memutar atau memperbesar bangun ruang yang membantu meningkatkan pemahaman mereka terhadap karakteristik geometris seperti sudut, sisi dan permukaan. Penggunaan teknologi AR yang inovatif membuat proses belajar menjadil lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa. hal ini dapat meningkatkan motivasi belajar dan minat mereka dalam memahami konsep bangun ruang.

Salah satu tantangan utama yang ditemui peneliti dalam pembuatan aplikasi AR adalah implementasi teknologi AR itu sendiri. Marker-Based Tracking memerlukan presisi dalam pengembangan, terutama untuk memastikan bahwa Marker dapat dikenali dengan baik oleh kamera perangkat. Jika pengenalan Marker tidak akurat, maka visualisasi objek dapat terganggu atau tidak muncul sama sekali. Kesulitan dalam desain antarmuka pengguna, mendesain antarmuka yang mudah digunakan oleh siswa sekolah dasar memerlukan perhatian khusus. Antarmuka

harus sederhana, intuitif dan menarik, tetapi tetap harus fungsional. Menemukan keseimbangan antara estetika dan kegunaan merupakan tantangan yang dihadapi selama proses desain.

Pada penelitian sebelumnya, peneliti menggunakan metode pengembangan waterfall untuk penelitian Bangun Ruang, dengan hasil perancangan aplikasi untuk menampilkan objek 3D Bangun Ruang menggunakan metode marker-based tracking. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi yang dibangun dapat digubakan dengan baik, sesuai dan dapat berfungsi untuk memindai dan mengeluarkan objek dalam pencahayaan yang sangat minim.[21]. Sedangkan pada penelitian ini, penulis menggunakan metode Extreme Programming (XP) uji unit dan uji fungsional dilakukan secara intensif untuk memastikan bahwa perangkat lunak selalu dalam kondisi yang dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Geo-AR dengan menggunakan metode marker-based tracking dapat diimplementasikan secara baik dan interaktif sebagai media pembelajaran pengenalan bangun ruang, sehingga membantu para siswa/i untuk meningkatkan minat belajar dengan menggunakan media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Meskipun pada hasil penelitian menunjukkan kriteria sangat memuaskan, masih terdapat kekurangan dan keterbatasan yang mempengaruhi hasil pengujian.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pembelajaran bangun ruang yang dilengkapi dengan marker AR berbasis android dapat digunakan dengan efektif dan sesuai dengan tujuannya. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat memindai dan mengeluarkan objek dalam pencahayaan yang sangat sedikit dan dapat memindai dan mengeluarkan objek dari jarak 30cm sampai 70cm. Aplikasi media pembelajaran Bangun Ruang berbasis *Augmented Reality* merupakan sebuah inovasi dalam bentuk media pembelajaran yang interaktif dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* yang memfokuskan pada pengetahuan mengenai bangun ruang. Media pembelajaran ini dirancang khusus untuk platform android. Aplikasi yang dibangun dapat berjalan dengan baik, hal ini dibuktikan dengan adanya pengujian *blackbox*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munadah, R., Rahayu, P. S., Pranandari, E., Jukia, F., & Rosdianti, V. (2021). Penerapan Permainan Ular Tangga dalam Peningkatan Hasil Belajar Geometri Bangun Ruang di Kelas V SD 006 Rambah Samo. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(1), 46–56.
- [2] Saraswati, P. M. S., & Agustika, G. N. S. (2020). Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Dalam Menyelesaikan Soal HOTS Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 257–269.
- [3] Aprillianti, P., & Wirastiwi. (2021). Pengembangan *E-Book* Dengan Aplikasi *Book Creator* Pada Materi Bangun Ruang Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 80-88.<http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM>
- [4] Djumanta, Wahyudin. 2008, Belajar Matematika Aktif dan Menyenangkan Untuk SMP/MTS Kelas IX. Departemen Pendidikan Nasional.
- [5] M. F. W. M. Qadafhi, “Pengembangan Alat Pengenalan Bentuk Bangun Geometri Untuk Anak Usia Dini,” *Creat. Commun. Innov. Technol. J.*, vol. 12 No, 2019.
- [6] E. F. N. F. E. Rusnandi, H. Sujadi, “Implementasi Augmented Reality (AR) pada Pengembangan Media Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D untuk Siswa Sekolah Dasar,” *Infotech J.*, Vol 1, No.1, pp 24-31, 2015.
- [7] R. T. Azuma, “A survey of augmented reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997.
- [8] K. T. Martono, “Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer,” *J. Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–64, 2011.
- [9] S. L. BR Ginting, R. A. Ramoza, and Y. R. Ginting, “Augmented Reality Berbasis Android Untuk Aplikasi Promosi Tourist Place of Interest (TPI) di Wilayah Ciayumajakuning,” *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 16, no. 2, pp. 113-120, 2018.
- [10] V. Chari, J. M. Singh, and P. J. Narayanan, S Saputri & A J P Sibarani *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, Vol. 9, No. 1, April 2020 24 “Augmented Reality using OverSegmentation,” *Camera*, 2008.
- [11] R. Santoso, “Pembangunan Augmented Reality Denah Museum Geologi Bandung Menggunakan Metode Markerless Berbasis Android,” *Universitas Komputer Indonesia*, 2014.
- [12] R. A. Hanan, I. Fajar, and S. A. Pramuditya, “Desain Bahan Ajar Berbasis Augmented Reality pada Materi Bangun Ruang Bidang Datar,” *Pros. SNMPM II*, 2018.
- [13] A. Syahrin, M. E. Apriyani, and S. Prasetyaningih, “Analisis Dan Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Augmented Reality Pembelajaran Buah-Buahan,” *J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–17, 2016.
- [14] N. A. Nugroho and A. Ramadhani, “Aplikasi Pengenalan Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality Menggunakan Android,” *J. Sains dan Inform.*, 2015.
- [15] A. Subagyo, T. Listyorini, and A. Susanto, “Pengenalan Rumus Bangun Ruang Matematika Berbasis Augmented Reality,” *Pros. SNATIF*, 2015
- [16] Dennis, Alan. *dkk. System Analysis and Design UML Version 2.0 And Object Oriented Approach*. USA : John Wiley & Kevin Inc. 2012.
- [17] M. Y. Handita dan E. Setiawan, “SISTEM INFORMASI PENERIMAAN PEGAWAI DENGAN METODE AGILE EXTREME PROGRAMMING,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 5, no. 2, hlm. 154–164, Nov 2022, doi: 10.37792/jukanti.v5i2.571.
- [18] A Taufiq, M. H., & Hidayati, A. (2016). Rancang Bangun Aplikasi Biro Travel dengan SMS Gateway dan Google Maps API. *Multinetics*, 2(1), 43. <https://doi.org/10.32722/vol2.no1.2016.pp43-48>
- [19] N. Adima, B. Praptono, and B. H. Sagita, “Pengembangan Program After Sales Service PT Zatalini Cipta Persada Menggunakan Aplikasi Berbasis Web Dalam Proyek Kerjasama Dengan PT Pertamina Pemasaran,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 2148–2158, 2021.
- [20] Masripah, S., & Ramayanti, L. (2020). Penerapan Pengujian Alpha Dan Beta Pada Aplikasi Penerimaan Siswa Baru. *Jurnal Swabumi*, 8(1), 2020
- [21] Shelia Saputri, Alexander j. p. Sibarani, Implementasi Augmented Reality Pada Pembelajaran Matematika Mengenal Bangun Ruang Dengan Metode Marked Based Tracking Berbasis Android, vol. 9, no. 1, Oktober 2020, hlm. 15.24.