

## **Pemanfaatan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Matematika Mengenai Bangun Ruang**

**Novadio Addin Saputra<sup>1\*</sup>, Joko Aryanto<sup>2</sup>**

Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

\*e-mail *Corresponding Author*: novadioaddins30@gmail.com

### **Abstract**

*This writing is motivated by a lack of interest in studying mathematics, especially regarding geometric shapes because of the tendency of children today to always be focused on using smartphones. This makes interest in learning increasingly decreasing due to the tendency to use smartphones. To solve this problem, researchers conducted indirect research to increase interest in learning by using smartphones as a learning tool. One way to utilize a smartphone is by creating an Augmented Reality-based application. This application will use a markerless method that can be used without using markers. And this application can display 3D objects that can be moved in all directions and also this application provides formulas from each existing space building.*

**Keywords:** *Learning; Geometry; Augmented Reality*

### **Abstrak**

Penulisan ini dilatar belakangi oleh kurangnya minat belajar matematika khususnya mengenai bangun ruang karena kecenderungan anak-anak pada saat ini yang selalu terpacu pada penggunaan *smartphone*. Hal ini membuat minat belajar semakin menurun karena kecenderungan penggunaan *smartphone*. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka peneliti melakukan penelitian tidakan untuk meningkatkan minat belajar dengan memanfaatkan *smartphone* sebagai alat pembelajaran tersebut. Salah satu cara agar memanfaatkan *smartphone* yaitu dengan membuat aplikasi berbasis *Augmented Reality*. Aplikasi ini akan menggunakan metode *markerless* yang dapat digunakan tanpa menggunakan marker. Aplikasi yang dikembangkan dapat menampilkan object 3D yang dapat digerakkan ke segala arah dan juga aplikasi ini menyediakan rumus-rumus dari setiap bangun ruang yang ada.

**Kata Kunci:** *Pembelajaran; Bangun ruang; Augmented Reality*

### **1. Pendahuluan**

Perkembangan suatu negara atau masyarakat sangat bergantung pada efektivitas pemanfaatan Pendidikan [1]. Indonesia menempati peringkat ke-62 dari 70 negara dalam bidang sains, membaca, dan matematika [2]. Dalam dunia akademis, ada cabang matematika yang berhubungan dengan bentuk spasial. Bentuk geometris merupakan salah satu mata pelajaran matematika. Bentuk ruang adalah bangun ruang tiga dimensi yang menempati ruang dan dibatasi oleh sisi-sisinya. Setiap struktur ruang mempunyai ciri khas seperti bentuk, luas, dan volume [3]. Maka dari itu untuk menghitung dari masing masing bangun ruang tersebut juga akan berbeda.

Seiring dengan kemajuan teknologi yang pesat, teknologi yang kompleks terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan manusia pada periode saat ini. Hal ini berpotensi meningkatkan kualitas hidup manusia [4]. Efek dari perkembangan teknologi yang semakin pesat ini yaitu banyak riset tentang pemanfaatan teknologi khususnya *Augmented Reality* dalam bidang Pendidikan yaitu dalam pembelajaran siswa[5]. Akan tetapi banyak siswa siswi yang enggan untuk belajar dan malah asik dengan *handphone* yang mereka miliki. Hal itu menyebabkan menurunnya sumber daya manusia untuk kedepannya. Oleh karena itu, dalam menyikapi kemajuan teknologi, kita harus memikirkan cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memanfaatkan ponsel sebagai alat pendidikan yang menarik, yaitu dengan menerapkan pembelajaran berbasis *Augmented Reality*.

*Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang mengintegrasikan elemen virtual 2D atau 3D ke dalam lingkungan 3D nyata dan menampilkannya secara *real-time*. Tiga prinsip

disertakan dalam pendekatan *Augmented Reality* ini. *Augmented Reality* merupakan perpaduan antara dunia nyata dan dunia maya. Kedua, beroperasi secara interaktif dan *real-time*. Ketiga, terdapat integrasi tiga dimensi benda virtual ke dalam lingkungan nyata. *Augmented Reality* adalah integrasi item virtual ke dalam lingkungan nyata. Benda nyata dapat digabungkan dengan benda maya menggunakan teknologi tampilan yang sesuai. Interaktivitas dapat dicapai dengan menggunakan perangkat input tertentu. *Augmented Reality* adalah suatu bentuk Lingkungan Virtual, juga disebut sebagai *Virtual Reality (VR)* [7].

*Augmented reality* mencakup dua metode: pelacakan berbasis penanda. Pelacakan berbasis penanda dalam *augmented reality* melibatkan penggunaan penanda atau objek dua dimensi dengan pola tertentu yang terdeteksi oleh komputer melalui webcam atau kamera. Penanda ini sering kali terdiri dari ilustrasi hitam putih dengan batas hitam tebal pada latar belakang putih [8]. Opsi kedua adalah pelacakan tanpa penanda. Pendekatan tanpa penanda adalah teknik untuk melacak item di lingkungan fisik tanpa memerlukan penanda tertentu [9].

Kami mengembangkan aplikasi pembelajaran matematika bernama “Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Matematika Mengenai Bangunan Ruang” dengan menggunakan pendekatan pembelajaran *Augmented Reality*. Aplikasi ini menggunakan metode *markerless* yang dimana nantinya aplikasi yang dibuat ini nantinya system akan langsung menampilkan obyek 3D sesuai yang diinginkan dengan cara mengarahkan kamera ke sekitar dan obyek 3D akan langsung ditampilkan. Aplikasi ini kami kembangkan dengan tujuan dapat membantu siswa dan siswa dan juga dapat meningkatkan minat belajar siswa dan siswai untuk belajar mengenai bangun ruang. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini dapat mendorong minat belajar siswa dan siswi mengenai matematika khususnya dalam mempelajari bangun ruang. Oleh karena itu teknologi *Augmented Reality* harus terus dikembangkan karena banyak potensi yang sangat mendukung aktivitas lainnya pada masa mendatang [10].

## 2. Tinjauan Pustaka

Berbagai investigasi pada *augmented reality* yang berfokus pada bentuk spasial telah dilakukan. Peneliti [11] melakukan penelitian bertajuk “Penerapan Augmented Reality Geometri Sekolah Dasar pada Bentuk dan Ruang Datar Menggunakan Metode Marker Based Tracking.” Penelitian ini bermaksud untuk mengilustrasikan bentuk dua dimensi dan tiga dimensi dalam pendidikan geometri dengan alat pembelajaran *augmented reality* berbasis *Android*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pembelajaran dengan membuatnya lebih menarik, nyata, dan menstimulasi secara visual. Program ini mencakup fitur kuis dengan tantangan permainan puzzle. Penelitian ini mempunyai kemampuan untuk menampilkan objek 3D, memberikan matematika yang berkaitan dengan bentuk datar, dan mencakup permainan kuis untuk meningkatkan pemahaman tentang bentuk yang diperiksa.

Peneliti [12] melakukan penelitian bertajuk “Pengembangan Augmented Reality (AR) Berbasis Android dalam Pembelajaran Pemodelan Bangunan Ruang 3D.” Proyek ini bertujuan untuk mengumpulkan data empiris tentang kemajuan *Augmented Reality (AR)* berbasis *Android* dan mengevaluasi kegunaannya dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran pemodelan spasial 3D di SD Muhammadiyah 3 Surabaya. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development dengan menggunakan model ADDIE. Kajian ini melibatkan dua tahap penelitian: tahap pertama berfokus pada menghasilkan *Augmented Reality (AR)*, sedangkan tahap kedua disebut eksperimen, bertujuan untuk mengevaluasi kegunaan AR menggunakan metodologi ADDIE yang meliputi Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Penelitian ini mempunyai manfaat untuk meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran matematika khususnya bangun ruang.

Peneliti [13] menyelesaikan penelitian yang diberi nama “Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Teknologi Augmented Reality”. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan materi pembelajaran matematika anak kelas II pengenalan bangun ruang dan bangun datar melalui pemanfaatan teknologi *Augmented Reality (AR)*. Penelitian ini menggunakan pendekatan MDLC. Proses ini memiliki enam langkah: konsep, desain, pengumpulan material, perakitan, pengujian, dan distribusi. Proyek ini berfokus pada pemanfaatan ponsel sebagai alat pembelajaran matematika melalui penggunaan teknologi AR.

Penelitian [14] bertajuk “Implementasi Aplikasi *Augmented Reality* Untuk Pengenalan Bahan Bangunan” telah dilakukan oleh peneliti. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menerapkan media pembelajaran yang dapat melibatkan siswa dan memudahkan pemahaman

mereka pada materi konstruksi tata ruang. Penelitian ini fokus pada pemanfaatan smartphone sebagai alat pendidikan.

Peneliti [15] melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Media Kartu Baruang Berbasis Augmented Reality untuk Kelas IV Sekolah Dasar”. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan produk media kartu baruang berbasis *Augmented reality* untuk pembelajaran bahan bangunan di kelas IV SD. Keunggulan penelitian ini terletak pada pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran, selaras dengan lingkungan digital yang berkembang pesat.

Keunggulan dari *Markerless* yang dimana akan menampilkan object bangun ruang tanpa adanya sebuah marker sehingga user tidak perlu bersusah payah menyiapkan marker ketika ingin melakukan pembelajaran di luar. Adapun perbedaan yang paling utama adalah *object* yang disediakan dapat digerakkan ke seluruh arah yang memungkinkan user dapat melihat object secara menyeluruh tidak hanya melihat *object* bangun ruang dari satu sisi saja dan juga terdapat tampilan untuk rumus dari setiap bangun ruang yang tersedia.

### 3. Metodologi

#### 3.1 Metode

Untuk metode yang digunakan untuk pembuatan aplikasi ini yaitu menggunakan metode *Markerless*. *Markerless* disini merupakan metode *Augmented Reality* yang cara penggunaannya adalah tanpa menggunakan marker. Dimana nantinya *markerless* ini langsung bisa menampilkan object yang diinginkan tanpa harus menscan marker.

#### 3.2 Model Fungsionalitas

Diagram *Use Case* adalah bentuk diagram yang digunakan untuk menggambarkan fungsionalitas suatu aplikasi. Diagram UML menggambarkan hubungan antara sistem dan aktor. Kasus penggunaan dapat menentukan perilaku pengguna dalam suatu sistem. Untuk memungkinkan pengguna dan pembuat untuk mengidentifikasi satu sama lain dan memahami perkembangan sistem. Gambar 1 berikut adalah *Use Case Diagram* dari aplikasi yang dikembangkan.



Gambar 1. *Use Case Diagram* Sistem Aplikasi

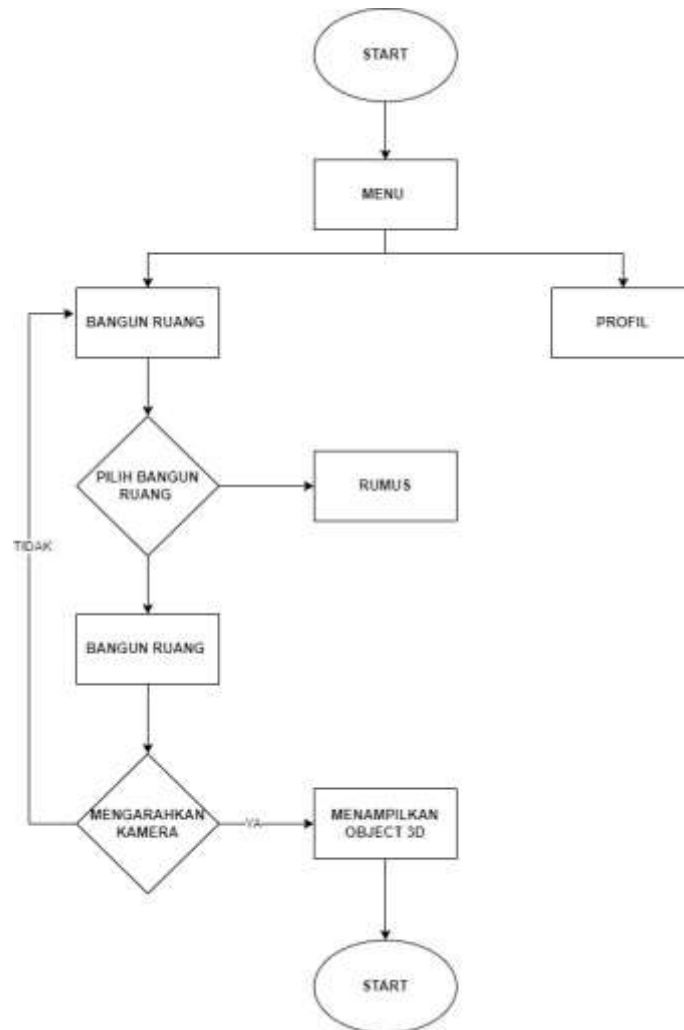
#### 3.3 Diagram Logika

Diagram alur untuk memfasilitasi pengembangan aplikasi, memastikan organisasi dan struktur yang memadai. Tahap desain dimulai dengan menguraikan alur kerja sistem *Augmented Reality* yang akan dikembangkan. Gambar 2 akan menggambarkan prosedur/proses implementasi aplikasi dengan *Flowchart*.

Prosedur kerja pada gambar 2 adalah sebagai berikut:

- 1) Memulai  
Ini adalah langkah awal untuk memulai program dalam aplikasi
- 2) Menu  
Sebuah tampilan utama yang ada pada aplikasi ketika awal aplikasi dijalankan
- 3) Pilih bangun ruang  
Menu menu pilihan bangun ruang sebelum melakukan scane dan ketika di pencet akan menuju ke *scane*
- 4) Bangun ruang  
Menu *scane* yang akan memunculkan object 3D

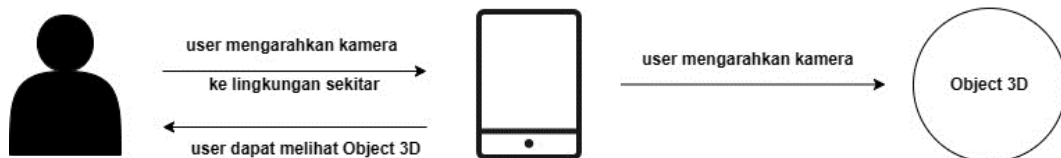
- 5) Rumus  
Berisi mengenai rumus rumus dari bangun ruang yang di *scane*
- 6) *Scan*  
Proses identifikasi yang dilakukan oleh system dimana user harus mengarahkan kamera ke lingkungan sekeliling agar memunculkan object 3D
- 7) Tampilkan design 3D  
Menampilkan Object 3D setelah dilakukan deteksi marker pada sistem
- 8) Selesai  
Akhir atau penutup proses pada aplikasi



Gambar 2. Flowchart Proses Aplikasi

**3.4 Model Arsitektur Sistem**

Berikut adalah model arsitektur sistem aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini.



Gambar 3. Model Arsitektur Sistem Aplikasi

Gambar 3 mengilustrasikan arsitektur model aplikasi *augmented reality*, termasuk alur dan langkah interaksi pengguna yang diproses oleh program. Alur yang dijelaskan adalah sebagai berikut:

- 1) *User* akan membuka button bangun ruang yang sudah tersedia
- 2) *User* akan mengarahkan kamera ke lingkungan sekitar untuk melihat object 3D
- 3) Aplikasi akan menampilkan object 3D sesuai yang bangun ruang yang dipilih oleh user
- 4) *User* akan melihat tampilan 3D yang dihasilkan oleh aplikasi dan mengamati objek 3D.

### 3.5 Analisis Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional digunakan untuk memberikan gambaran tantangan dan proses yang diperlukan agar suatu proses informasi dapat dibuat dan diimplementasikan oleh aplikasi. Berisi tentang apa saja fasilitas dan fitur yang disediakan oleh aplikasi, seperti halnya aplikasi dapat melakukan input tertentu dan menghasilkan output. Beberapa daftar kebutuhan yang ada di dalam aplikasi pembelajaran matematika mengenai bangun ruang dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*, sebagai berikut :

- a) Dapat menampilkan objek bangun datar yang tersedia
- b) Menampilkan detail informasi terkait rumus-rumus yang ada pada bangun datar tersebut.

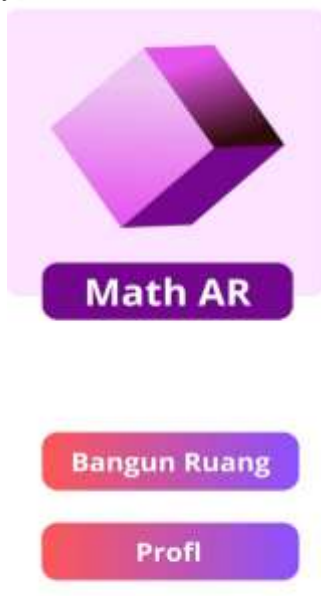
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil

Penelitian ini telah mengembangkan aplikasi pendidikan bernama *MathAR* yang berfokus pada pengajaran bentuk geometris dalam matematika". Aplikasi ini akan diterapkan untuk siswa dan siswi. Dengan aplikasi *MathAR* ini dapat memudahkan siswa dan siswi untuk menampilkan visual dari bangun ruang tersebut dengan bentuk 3D. metode *Augmented Reality* untuk menampilkan bangun ruang dengan *surface tracking* tanpa perlu adanya marker sehingga dapat digunakan dimana saja.

#### 4.1.1 Hasil Implementasi Halaman Utama

Sebuah *prototipe* dikembangkan untuk proyek ini yang dapat dijalankan pada perangkat *Android* dengan fungsionalitas yang ramah pengguna dan terorganisir. Gambar 4 akan menampilkan hasil halaman awal *prototipe*:



Gambar 4. Menu Utama Aplikasi

Dari tampilan diatas terdapat beberapa *button* yaitu ada button Bangun Ruang dan Button Profil. Untuk *button* Bangun Ruang tersebut ketika di klik akan mengarahkan ke bangun ruang yang disediakan. Kemudian untuk *button* profil disini merupakan profil dari pembuat.



Gambar 5. Tampilan Halaman Bangun Ruang

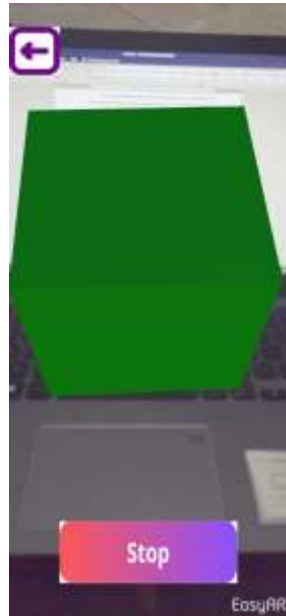
Pada gambar 5 disini yaitu pada bagian menu bangun ruang terdapat 7 menu dari bangun ruang yaitu kubus, bola, kerucut, balok. Selain menu menu tersebut ada *button back* yang berada di bagian kiri atas yang nantinya jika kita ingin keluar dari aplikasi ini kita tinggal menklik menu back dan akan diarahkan pada menu halaman utama. Disini juga terdapat button rumus yang dimana button rumus ini berisikan rumus-rumus dari setiap bangun ruang yang dipiih. Kemudian untuk button *scan* disini yaitu ketika di klik oleh *user* maka akan langsung menampilkan bangun runag yang berbentuk bangun 3D.



Gambar 6. Tampilan Rumus

Pada gambar 6 ini merupakan tampilan dari button Rumus yang berisikan rumus-rumus dari setiap bangun ruang. Pada tampilan ini akan disediakan beberapa informasi mengenai

rumus-rumus yaitu rumus luas dari bangun ruang yang dipilih dan juga rumus volume dari bangun yang di scan. Ketika user sudah selesai untk mempelajari rumus rumus yang ada maka pada tampilan ini menyediakan button untuk kembali ke halaman sebelumnya dan ketika di klik akan di arkhkan ke tampilan Bangun Ruang.



Gambar 7. Proses Scan

Pada gambar 7 ini merupakan tampilan ketika user mengklik *button scan*. Pada tampilan ini user harus mengarahkan kamera ke lingkungan sekitar untuk memunculkan *object 3D*. Pada tampilan ini juga terdapat beberapa *button* yaitu *button back* yang berada di kiri atas yang difungsikan ketika user sudah selesai melihat *object 3D* dan ingin melihat *object 3D* yang lain maka bisa di klik dan akan di arahkan menuju tampilan menu-menu bangun ruang yang berada di menu sebelumnya dan juga terdapat *button stop* yang dimana ketika di klik akan menghentikan proses *scan* bangun ruang tersebut



Gambar 8. Profil

Gambar 8 menunjukkan profil pembuat aplikasi. Untuk kembali ke halaman sebelumnya, klik tombol kembali di pojok kiri atas untuk kembali ke halaman utama.

## 4.2 Pembahasan

Penjelasan selanjutnya akan menguraikan keadaan yang terkait dengan tes yang direncanakan, merinci bagaimana ujian akan dilakukan:

### 1) pengujian Halaman Utama

Soal tersebut dibahas pada halaman pertama dengan menggunakan tabel untuk menyajikan penjelasannya. Tabel 1 memuat penjelasan sebagai berikut.

Tabel 1. Pengujian Halaman Utama

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Desain UI&UX	Tombol berfungsi dan tampilan yang menarik	Tombol dapat berfungsi dengan baik	Diterima

### 2) Pengujian Object 3D

Pada pengujian object 3D dijelaskan pula menggunakan tabel, berikut adalah penjelasan pada tabel 2

Tabel 2. Pengujian Object 3D

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Asset 3D object	Memunculkan dan menampilkan object 3D	Hasil 3D ditampilkan	Diterima

### 3) Pengujian Scanning

Pengujian ini diarahkan untuk langkah scan marker dan akan dijelaskan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengujian Scan

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Kamera Belakang	Muncul tampilan 3D pada saat scan Marker	Muncul 3D object	Diterima

Beberapa pengujian ini dilakukan untuk menguji kelayakan dan juga fungsional aplikasi sebelum digunakan oleh user untuk pembelajaran matematika mengenai bangun ruang. Dari beberapa pengujian yang dilakukan ini untuk pengujian yang pertama yaitu pengujian halaman utama ini dilakukan untuk mengetahui apakah desain UI/UX yang diberikan sudah sesuai atau belum dan button yang tersedia apakah sudah berfungsi dengan baik atau belum dan dari pengujian yang pertama yaitu tentang halaman utama mendapatkan kesimpulan "Diterima". Yang artinya desain UI/UX menarik dan sesuai untuk aplikasi ini dan untuk button sudah berfungsi semua.

Pengujian yang kedua yaitu melakukan pengujian object 3D. Dimana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *object* 3D dapat muncul ataupun tidak. Dan dari pengujian ini dihasilkan kesimpulan "diterima". Yang artinya untuk object 3D dapat muncul dengan baik sesuai dengan bangun ruang yang di pilih.

Pengujian yang ketiga yaitu pengujian pengujian scanning. Dimana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah tampilan *scan* ini berfungsi dengan baik atau tidak yang artinya apakah tampilan ini nantinya akan menampilkan *object* 3D atau tidak. Dan dari pengujian ini dihasilkan kesimpulan "Diterima". Yang artinya untuk tampilan ini berfungsi dengan baik dimana tampilan ini berhasil menampilkan object 3D ketika scan dilakukan.

## 5. Simpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang berfungsi sebagai alat pendidikan untuk membangun bangunan 3D, adapun beberapa fungsi yang diberikan yaitu yang pertama



dapat menampilkan *object* 3D yang dikembangkan dengan *EasyAR*. Kemudian untuk fungsi yang kedua yaitu dapat menampilkan objek 3D yang dipilih oleh pengguna. setelah dilakukan pengujian aplikasi, aplikasi ini dapat membantu memudahkan dalam proses mengajar matematika khususnya pada bagian bangun ruang yang akan menampilkan object 3D dari bangun ruang itu sendiri dan juga terdapat informasi mengenai rumus rumus dari setiap bangun ruang itu sendiri.

#### Daftar Referensi

- [1] A. Himawan, N. A. Ramdhan, and P. Wahyuningsih, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Jamur Sebagai Media Pembelajaran Biologi di SMAN 1 Wanasari Brebes," *Estud. J. Penelit. MULTIDISIPLIN Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 269–279, 2024.
- [2] Q. J. Adrian, A. Ambarwari, and L. Muharman, "Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 171–176, 2020.
- [3] B. Satria and Prihandoko, "Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Aplikasi Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality," *Sebatik*, vol. 19, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [4] I. P. Sari, I. H. Batubara, A. H. Hazidar, and M. Basri, "Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–215, 2022.
- [5] A. D. Putra, M. R. D. Susanto, and Y. Fernando, "Penerapan MDLC Pada Pembelajaran Aksara Lampung Menggunakan Teknologi Augmented Reality," *Chain J. Comput. Technol. Comput. Eng. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 32–43, 2023.
- [6] D. Mursyidah and E. R. Saputra, "Aplikasi Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar," *J. Pendidik. Dasar J. Tunas Nusant.*, vol. 4, no. 1, pp. 427–433, 2022.
- [7] A. Zakirin, S.W. Saputro, & W. Ariannor, "Model Aplikasi Edukasi Mengenal Hewan Berbantuan Augmented Reality". *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 11, no. 3, pp. 731-740, 2022.
- [8] R. A. Krisdiawan, R. Priantama, and E. Praramdani, "Media Edukasi Biota Laut Berbasis Augmented Reality Menggunakan Metode Marker Based Tracking dengan Algoritma Fast Corner Detection," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 38–48, 2023.
- [9] B. G. Gumilang and A. Qoiriah, "Aplikasi Android Untuk Terapi Arachnophobia Berbasis Markerless Augmented Reality," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 322–333, 2023.
- [10] S. Sugiono, "Tantangan dan Peluang Pemanfaatan Augmented Reality di Perangkat Mobile dalam Komunikasi Pemasaran," *J. Komunika J. Komunikasi, Media dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [11] S. D. Putra, D. Aryani, H. Syofyan, and V. Yasin, "Aplikasi Augmented Reality Geometri Sekolah Dasar Untuk Bangun Datar Dan Ruang Menggunakan Metode Marker Based Tracking," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 1, pp. 250–259, 2023.
- [12] R. S. Untari, F. N. Hasanah, M. D. K. Wardana, and M. I. Jazuli, "Pengembangan Augmented Reality (AR) Berbasis Android Pada Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 7, no. 5, pp. 190–196, 2022.
- [13] L. Yang, W. Susanti, A. Hajjah, Y. N. Marlim, and G. Tendra, "Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Teknologi Augmented Reality," *Edukasi J. Pendidik.*, vol. 20, no. 1, pp. 122–136, 2022.
- [14] I. M. O. Widyantara, D. M. Wiharta, and P. Widiadnyana, "Implementasi Aplikasi Mobile Augmented Reality Untuk Pengenalan Materi Bangun Ruang," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 313–322, 2022.
- [15] M. F. M. Ilma, G. Roebyanto, and E. Ahdhianto, "Pengembangan Media Kartu Baruang (Belajar Bangun Ruang) Berbasis Augmented Reality Untuk Kelas VI SD," *Sekol. Dasar Kaji. Teor. dan Prakt. Pendidik.*, vol. 31, no. 1, pp. 36–48, 2022.