

## APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN BANGUN RUANG MENGGUNAKAN MARKER BASED AUGMENTED REALITY

Risti Indah Maryanti, Hersanto Fajri, Fitrah Satrya Fajar Kusumah

Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor  
Jl. K.H. Sholeh Iskandar Raya Km.2, Bogor, Indonesia  
ristiindah.2403@gmail.com

### ABSTRAK

Matematika di sekolah dasar dianggap sebagai pelajaran yang sulit dan kurang diminati, karena memiliki beragam materi dan rumus – rumus yang harus dipelajari. Dalam penerapannya siswa kelas 6 sekolah dasar kurang memahami materi bangun ruang, karena kurangnya media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran bangun ruang untuk siswa kelas 6 sekolah dasar menggunakan teknologi Augmented Reality (AR) berbasis Android. Penggunaan teknologi AR dalam penelitian ini akan menggunakan *Marker Based Augmented Reality (Marker Based Tracking)* yang menggunakan penanda untuk menampilkan objek digital. Metode penelitian yang digunakan pada sistem ini yaitu metode *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*, yang merupakan suatu kerangka kerja untuk pengembangan konten multimedia dan platform Unity 3D untuk pengembangan aplikasi augmented reality. Pengujian aplikasi ini menggunakan *black box testing* untuk menilai kebutuhan pengguna serta spesifikasi software. Hasil dari pengujian *black box testing* seluruh menu dan fitur dapat dijalankan sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian aplikasi menunjukkan respon yang positif dari siswa kelas 6 sekolah dasar. Selain itu, siswa juga menunjukkan kemudahan dalam memahami materi bangun ruang dan merasa terlibat dalam interaksi dengan aplikasi tersebut.

**Kata kunci :** *Augmented Reality*, Bangun Ruang, Media pembelajaran, Aplikasi

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan banyak perubahan pada manusia terutama di kehidupan sehari-hari. Teknologi telah memengaruhi hampir setiap bidang kehidupan manusia salah satunya dalam bidang pendidikan [1] [2]. Pendidikan berperan sangat penting dalam kebutuhan manusia [3], sebagaimana pendidikan adalah upaya sadar untuk mengembangkan potensi siswa secara optimal [4]. Saat ini proses pembelajaran banyak memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran. Metode pembelajaran dapat menjadi lebih menarik dengan menggunakan media tiga dimensi (3D) yang dapat meningkatkan kemampuan peserta didik sebesar 60% [5]. Dalam proses pembelajaran membutuhkan media pembelajaran untuk membantu proses belajar mengajar. Pada saat proses pembelajaran di sekolah, pasti memiliki interaksi antara siswa dan guru supaya pembelajaran yang disampaikan dapat dengan mudah dipahami oleh siswa, namun Ketika siswa belajar secara mandiri terkadang sulit memahami dan cenderung membosankan, contoh Pelajaran yang sulit dipahami yaitu mata pelajaran matematika. Matematika yaitu salah satu mata pelajaran pokok yang dipelajari di setiap jenjang pendidikan, karena matematika memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari [6]. Namun, matematika di sekolah dasar dianggap sebagai pelajaran yang sulit dan kurang diminati, karena memiliki beragam materi dan rumus-rumus yang harus dipelajari [7]. Salah satu materi matematika yang harus dipelajari adalah Bangun Ruang. Bangun Ruang terdiri dari prisma, balok, kubus, limas, tabung, bola dan kerucut [8]. Dalam

mempelajari bangun ruang dibutuhkan media pembelajaran untuk visualisasi bangun ruang tersebut, agar siswa dapat mengingat dan lebih tertarik sehingga dapat memahami pelajaran secara maksimal. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk peningkatan minat belajar siswa dalam mempelajari matematika adalah menggunakan *Augmented Reality (AR)* [9]. AR sering dikaitkan dengan augmentasi visual, di mana grafik komputer digabungkan dengan gambar dunia nyata yang menggunakan perangkat seluler seperti *smartphone* atau tablet [10]. Pada penelitian ini dalam penggunaan teknologi AR akan menggunakan metode *Marker Based Augmented Reality (Marker Based Tracking)* sebagai media belajar yang menampilkan objek bangun ruang dalam bentuk 3D di *smartphone*. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana membangun Aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang dengan teknologi *Augmented Reality* berbasis android yang interaktif dan mudah dipahami. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah adalah membangun aplikasi *Augmented Reality* berbasis *Android* yang dapat menampilkan objek tiga dimensi serta materi-materi tentang bangun ruang yang interaktif dan mudah dipahami. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu Memudahkan siswa mempelajari materi bangun ruang secara mandiri dan Memudahkan siswa dalam mempelajari bangun ruang dengan menggunakan teknologi AR sehingga lebih menarik. Adanya aplikasi tersebut diharapkan siswa dapat belajar di rumah dengan mudah, sehingga para siswa menjadi semangat

belajar dan mudah memahami bentuk visualisasi dan materi bangun ruang tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Android

Android adalah platform teknologi seluler yang menyediakan ponsel, tablet dan perangkat genggam lainnya dan seluler (bahkan netbook) dengan kekuatan dan portabilitas sistem operasi linux, keandalan dan portabilitas bahasa dan API tingkat tinggi standar, serta ekosistem yang luas dari aplikasi yang berguna. Aplikasi android sebagian besar ditulis dalam bahasa Java (menggunakan alat seperti Eclipse dan Android Studio)[11].

### 2.2. Augmented Reality

*Augmented Reality* (AR) menggabungkan dunia nyata dan data digital. AR sebagai sistem yang diidentifikasi oleh tiga karakteristik yaitu menggabungkan yang nyata dan virtual, interaktif dalam waktu nyata, dan terdaftar dalam 3D. *Augmented Reality* memiliki dua jenis metode pencitraan yaitu: *Marker Based Augmented Reality* (*Marker Based Tracking*) dan *Markerless Augmented Reality*[12].

### 2.3. Bangun Ruang

Bangun Ruang merupakan bagian ruang yang dibatasi oleh himpunan titik – titik yang terdapat pada seluruh permukaan bangun tersebut. Permukaan bangun itu disebut sisi[13].

### 2.4. Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk menyampaikan instruksi, dan bisa berupa buku, film, video, tape, slide, bahkan juga guru. Media pembelajaran mencakup segala bentuk perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pembelajaran[14].

### 2.5. C#

C# adalah Bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Microsoft untuk digunakan dengan .NET framework. Karena mudah dipelajari, C# adalah salah satu bahasa pemrograman yang paling cocok untuk pemula karena dapat menghasilkan program yang efisien dan dikompilasi di berbagai platform computer[15].

### 2.6. Unity 3D

Unity adalah mesin permainan (*game engine*) yang bekerja dengan jalur asset yang sudah ada (seperti perangkat lunak pemodelan 3D) dan dapat digunakan untuk mengompilasi video game yang bekerja dengan mulus di berbagai platform dan perangkat, termasuk Windows, Mac, Linux, Android, dan iOS. Menggunakan unity para pengembang mengimpor asset siap pakai (seperti musik, tekstur, dan model 3D), dan merakitnya menjadi keseluruhan

yang berhubungan, membentuk dunia game yang bekerja sesuai dengan logika terpadu[16].

### 2.7. Multimedia Development Life Cycle (MDLC)

*Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) merupakan metode yang banyak digunakan untuk mengembangkan produk multimedia, salah satunya dalam pembuatan sebuah film . Terdapat enam tahapan pengerjaan, yaitu: *concept* (pengonsepan), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan bahan), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian), dan *distribution* (pendistribusian)[17].

## 3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri 2 bagian pokok yaitu metode pengumpulan data dan metode pengembangan sistem.

### 3.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan cara sebagai berikut.

#### 3.1.1. Data Primer

Data Primer merupakan data yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi media pembelajaran yang diperoleh dari observasi dan wawancara, hasil observasi dan wawancara pada beberapa siswa kelas 6 sekolah dasar.

#### 3.1.2. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain seperti jurnal, *ebook*, dan buku pelajaran matematika sebagai acuan memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan.

### 3.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) merupakan metode yang banyak digunakan untuk mengembangkan produk multimedia, salah satunya dalam pembuatan sebuah film [17]. Terdapat enam tahapan pengerjaan, yaitu:

#### 3.2.1. Concept (Konsep)

Pada tahapan pertama untuk menentukan spesifikasi sistem dan pengguna akhir sistem yang akan dibuat, dalam penentuan tersebut dilakukan analisis kebutuhan dari sistem maupun pengguna. Informasi yang didapat dengan pengumpulan studi literatur, observasi dan wawancara. Data – data yang diperoleh seperti materi bangun ruang..

#### 3.2.2. Design (Desain)

Tahapan ini adalah menentukan alur, tampilan aplikasi dan kebutuhan material yang akan digunakan pada sistem yang akan dikembangkan. Tahap desain dilakukan sesuai konsep yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada tahapan ini pembuatan UML,

pembuatan *Marker*, pembuatan Objek 3D, dan perancangan *Storyboard*.

**3.2.3. Material Collecting (Pengumpulan Bahan)**

*Material Collecting* adalah tahapan pengumpulan bahan seperti beberapa model 3D bangun ruang yang didapatkan dari situs web tinkercad, material 2D, audio dan video untuk kebutuhan sistem didapatkan dari beberapa sumber yang berada di internet.

**3.2.4. Assembly (Pembuatan)**

*Assembly* adalah tahapan selanjutnya setelah bahan terkumpul dilakukan pembuatan sistem yang akan dikembangkan untuk menjadi sebuah sistem. Pada tahapan ini menggunakan unity sebagai implementasi ke teknologi AR. Setelah pembuatan sistem selesai, maka sistem akan di-*package* ke dalam format .apk agar berjalan pada sistem android.

**3.2.5. Testing (Pengujian)**

Pengujian aplikasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dirancang berfungsi dengan baik atau tidak. Metode yang digunakan dalam pengujian aplikasi ini adalah metode *black box testing*.

**3.2.6. Distribution (Pendistribusian)**

Tahap distribusi ini adalah tahap terakhir dan dapat didistribusikan aplikasi yang telah dibuat dan telah melalui pengujian kepada pengguna.

Penggunaan multimedia sebagai media pembelajaran siswa memiliki pengalaman yang beragam dari berbagai media sehingga menghilangkan kebosanan dan cocok untuk belajar secara mandiri [18].

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini mencakup hasil dari tahapan *Multimedia Development Life Cycle*.

**4.1. Concept**

Tahap *concept* (konsep) adalah tahapan untuk menentukan tujuan, macam aplikasi dan pengguna aplikasi ini. Berikut rincian konsep pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Konsep

Kategori Konsep	Deskripsi Konsep
Judul	Aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan <i>Marker Based Augmented Reality</i> Berbasis Android
Jenis Multimedia	Media Pembelajaran dan Informasi bangun ruang berbasis multimedia interaktif berbentuk aplikasi dengan menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i>
Tujuan	Membangun aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang dengan teknologi <i>Augmented Reality</i> berbasis <i>Android</i> yang dapat menampilkan objek tiga dimensi serta materi-

Kategori Konsep	Deskripsi Konsep
	materi tentang bangun ruang yang interaktif dan mudah dipahami oleh siswa dan diharapkan meningkatnya minat belajar siswa.
Sasaran	Siswa Kelas 6 Sekolah Dasar
Audio	<i>Backsound</i> dan <i>audio effect</i>
Video	Video berbentuk <i>motion graphic</i> dengan format *.mp4
Gambar	Menggunakan gambar 2D dan 3D

Adapun kebutuhan sistem yang dibutuhkan pada pengembangan aplikasi ini ialah kebutuhan fungsional. Berdasarkan kebutuhan fungsional aplikasi ini, maka fungsi utama yang harus dikerjakan oleh aplikasi ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Fingsional

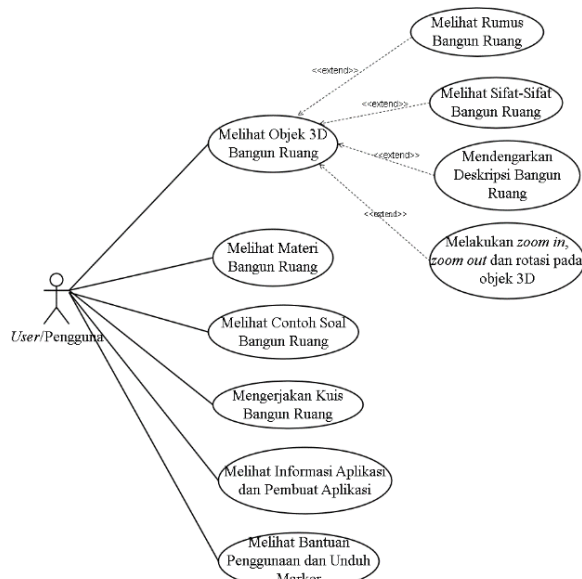
Kategori Konsep	Deskripsi Konsep
Memindai AR	Fungsi ini digunakan untuk memindai marker, kemudian menampilkan bentuk bangun ruang berbasis AR. Pengguna dapat melihat visualisasi dalam tiga dimensi serta rumus dan sifat dari bangun ruang tersebut.
Menjelaskan Materi	Fungsi ini digunakan untuk menampilkan penjelasan mengenai materi bangun ruang terdiri dari pengertian, jaring-jaring dan contoh benda dari bangun ruang tersebut.
Menjelaskan Contoh Soal	Fungsi ini digunakan untuk menampilkan penjelasan contoh soal setiap bangun ruang.
Mengevaluasi Materi	Fungsi ini digunakan untuk mengevaluasi materi dengan mengerjakan beberapa soal bangun ruang yang berisi pilihan ganda.
Bantuan	Fungsi ini digunakan untuk melihat cara penggunaan memindai AR dan mengunduh <i>Marker</i> .
Informasi	Fungsi ini digunakan untuk memberikan informasi aplikasi dan pembuat aplikasi.

**4.2. Design**

*Design* adalah tahapan untuk membuat perancangan aplikasi menggunakan UML yang terdiri dari *Use case diagram*, *activity diagram*, *class diagram*, *sequence diagram*, *component diagram* dan *deployment diagram*, serta perancangan *storyboard*, desain *marker* dan objek 3D. Berikut *Use case diagram* dari aplikasi ini.

**4.2.1. Use Case Diagram**

*Use Case Diagram* di bawah ini menjelaskan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem seperti melihat objek 3D bangun ruang, melihat materi bangun ruang dan lain-lain, ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Use Case Diagram

Keterangan Use Case Diagram sebagai berikut:

- a) Melihat Objek 3D Bangun Ruang : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna untuk melihat visualisasi 3D bangun ruang dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*.
- b) Melihat Materi Bangun Ruang : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna untuk melihat gambar dan materi tentang bangun ruang.
- c) Melihat Contoh Soal Bangun Ruang : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna untuk melihat contoh-contoh soal bangun ruang.
- d) Mengerjakan Kuis Bangun Ruang : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna untuk mengerjakan dan menjawab pertanyaan tentang bangun ruang yang ditampilkan berupa pilihan ganda.
- e) Melihat Informasi dan pembuat aplikasi : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna membaca informasi tentang aplikasi dan pembuat aplikasi.
- f) Melihat Bantuan Penggunaan dan Unduh Marker : *Use case* ini menjelaskan kegiatan pengguna membaca informasi tentang cara penggunaan aplikasi dan mengunduh *marker*.

#### 4.2.2. Desain Marker

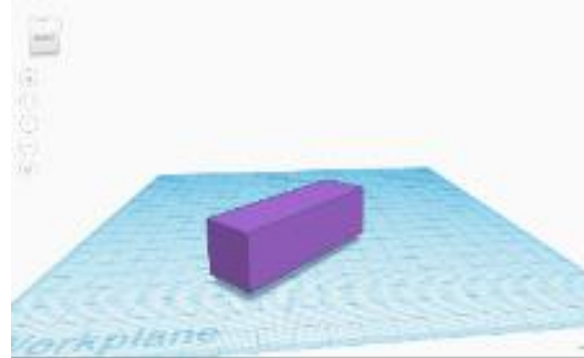
*Marker* berupa gambar QR Code dengan keunikan pada *marker* tersebut. Pada Aplikasi ini terdapat 7 *marker* yang mewakili setiap bangun ruang. Berikut salah satu gambar *marker* yang digunakan dalam aplikasi Media Belajar Bangun Ruang berbasis AR ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Marker Kubus

#### 4.2.3. Objek 3D

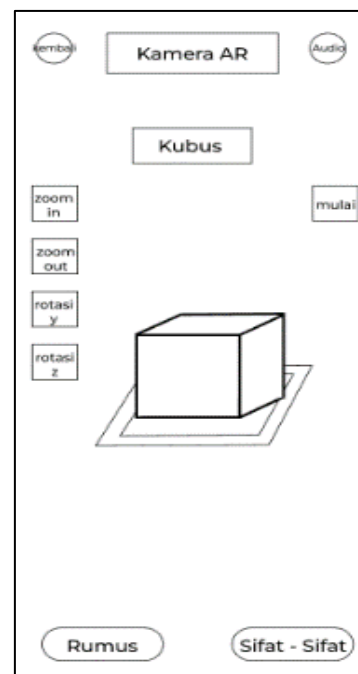
Pada penelitian ini, beberapa model objek 3D menggunakan 3D Object di unity dan tinkercad. Objek 3D yang tersedia memiliki bentuk geometris sederhana seperti Kubus, Bola, Silinder, dan lain-lain. Berikut salah satu hasil pemodelan 3D ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model 3D Balok

#### 4.2.4. Perancangan Storyboard

Perancangan *Storyboard* digunakan untuk membuat gambaran dasar dari aplikasi yang akan dibuat. *Storyboard* yang dibuat mengenai kamera AR, materi, contoh soal, kuis, informasi dan bantuan. Berikut salah satu rancangan *storyboard* dari aplikasi Media Belajar Bangun Ruang berbasis *Augmented Reality* pada Kamera AR yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Storyboard Kamera AR

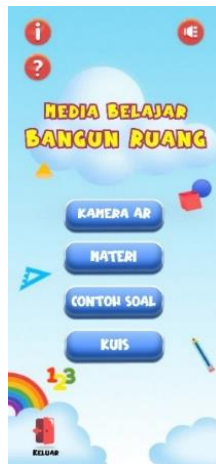
#### 4.3. Material Collecting

*Material Collecting* adalah tahapan pengumpulan bahan-bahan seperti materi pembelajaran yang terdiri dari gambar-gambar, video pendukung yang berfungsi sebagai objek media

pembelajaran dan audio yang berfungsi untuk musik latar pada aplikasi ini.

4.4. Assembly

Tahapan *assembly* meliputi pembuatan *Augmented Reality* menggunakan platform Unity, pengkodean sistem menggunakan bahasa pemrograman C# dan hasil implementasi. Berikut beberapa hasil Implementasi Aplikasi Media Belajar Bangun Ruang berbasis *Augmented Reality*.



Gambar 5. Menu Utama



Gambar 6. Kamera AR



Gambar 7. Materi Bangun Ruang



Gambar 8. Contoh Soal Bangun Ruang

Gambar 5, pada tampilan Menu Utama berisikan tombol Kamera AR, Materi, Contoh Soal, Kuis, Informasi, Bantuan dan Keluar. Gambar 6 merupakan tampilan Kamera AR terdapat tombol rumus untuk menampilkan rumus dari setiap objek, tombol sifat – sifat untuk menampilkan sifat – sifat dari setiap objek, tombol rotasi untuk merotasi objek, tombol zoom untuk memperbesar atau memperkecil objek dan tombol kembali untuk kembali ke menu utama.

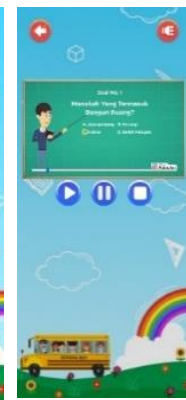
Gambar 7, tampilan Materi Bangun Ruang menampilkan isi materi berdasarkan bangun ruang yang dipilih, tombol kembali dan tombol audio. Gambar 8 merupakan halaman Contoh Soal Bangun Ruang menampilkan contoh soal setiap bangun ruang, tombol lanjut dan tombol audio.



Gambar 9. Soal Kuis



Gambar 10. Kuis Selesai



Gambar 11. Video Pembahasan Soal Kuis

Gambar 9, pada halaman Soal Kuis menampilkan soal-soal mengenai bangun ruang dan tombol audio. Gambar 10 merupakan tampilan Kuis Selesai menampilkan hasil dari pengerjaan kuis, terdapat tombol main lagi, pembahasan dan menu. Gambar 11 merupakan tampilan Halaman Video Pembahasan Soal Kuis menampilkan video pembahasan dari soal - soal kuis yang dikerjakan, terdapat tombol mulai, jeda, berhenti dan kembali..

4.5. Testing

Pada tahap ini pengujian menggunakan metode *black box testing*. Hasil pengujian *black box testing* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Coba Fungsional (*Black box Testing*)

Tindakan	Kondisi	Respon	Hasil
Menjalankan Aplikasi	Menggunakan Kamera AR	Menampilkan gambar yang diambil oleh kamera	Berhasil
	Mengetuk Tombol Menu Materi	Menampilkan Halaman Pilih Materi	Berhasil
	Mengetuk Tombol Menu Contoh Soal	Menampilkan Halaman Pilih Contoh Soal	Berhasil
	Mengetuk Tombol Menu Kuis	Menampilkan Halaman Menu Kuis	Berhasil
	Mengetuk Tombol informasi	Menampilkan Informasi Aplikasi dan Pembuat	Berhasil

Tindakan	Kondisi	Respon	Hasil
	Mengetuk Tombol Bantuan	Menampilkan cara penggunaan dan mengunduh marker	Berhasil
	Mengetuk Tombol Menu Contoh Soal	Menampilkan Halaman Pilih Contoh Soal	Berhasil
	Mengetuk Tombol Suara	Suara tidak aktif	Berhasil
	Mengetuk Tombol Keluar	Suara aktif	Berhasil
Memanggil Objek 3D	Ada gambar Marker	Menampilkan objek 3D di kamera	Berhasil
	Tidak ada gambar Marker	Tidak menampilkan objek 3D di kamera	Berhasil
	Mengetuk tombol rumus	Menampilkan rumus bangun ruang sesuai objek	Berhasil
	Mengetuk tombol sifat – sifat	Menampilkan sifat – sifat bangun ruang sesuai objek	Berhasil
	Mengetuk tombol mulai	Menampilkan suara berupa deskripsi objek 3D bangun ruang	Berhasil
	Mengetuk tombol <i>zoom in</i> atau <i>zoom out</i>	Memperbesar atau memperkecil objek 3D bangun ruang	Berhasil
	Mengetuk tombol rotasi	Merotasi objek 3D bangun ruang sesuai sumbu	Berhasil
Menjawab Kuis	Mengetuk Mulai	Menampilkan pertanyaan atau soal pilihan ganda	Berhasil
	Sudah Menjawab Soal	Menampilkan benar atau salah	Berhasil
	Menjawab Benar	Menampilkan animasi dan soal selanjutnya	Berhasil
	Menjawab Salah	Menampilkan animasi dan suara salah dan soal selanjutnya	Berhasil
	Soal Berakhir	Menampilkan nilai hasil jawaban dan tombol main lagi, pembahasan dan menu	Berhasil
Membuka Menu Pembahasan	Mengetuk menu pembahasan	Menampilkan video pembahasan dari soal kuis	Berhasil

Pada tabel 3 tahap uji coba fungsional yang menggunakan metode *black box testing* dapat dilihat bahwa seluruh menu dan fitur pada aplikasi dapat dijalankan sesuai dengan fungsinya. Selain itu fitur kamera AR berhasil dijalankan dengan baik sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan objek 3D yang ditampilkan.

#### 4.6. Distribution



Gambar 12. Distribusi Aplikasi

Pada tahap ini aplikasi yang dibuat telah selesai. Sistem ini akan diubah menjadi aplikasi Android dalam format *\*apk*, lalu diunggah ke Google Drive dan diubah menjadi *QR code* agar dapat diunduh, kemudian didistribusikan kepada siswa kelas 6 sekolah dasar sebagai alat bantu belajar, terutama dalam pelajaran matematika dengan materi bangun ruang. Hasil distribusi kepada siswa – siswi kelas 6 sekolah dasar dapat ditunjukkan pada Gambar 12.

#### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran bangun ruang yang menggunakan metode *marker based augmented reality* berbasis android telah dilakukan menggunakan metode penelitian MDLC (*Multimedia Development Lif Cycle*) dan pengujian aplikasi menggunakan metode *black box testing* dan seluruh fitur dapat dijalankan sesuai dengan fungsinya seperti aplikasi berhasil menampilkan halaman yang sesuai dengan tombol yang ditekan oleh pengguna serta fitur seperti kamera AR dapat menampilkan objek 3D berjalan dengan baik. Aplikasi ini juga membantu pengguna dalam mempelajari materi bangun ruang dengan interaktif melalui fitur seperti video pembahasan dan soal kuis yang tersedia.

Adapun saran yang dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya, yaitu: Melakukan penambahan fitur dalam menu kuis yang diharapkan untuk siswa banyak mencoba soal – soal bangun ruang. Melakukan penambahan video contoh soal setiap bangun ruang. Mengembangkan aplikasi media belajar bangun ruang berbasis AR untuk platform lain, seperti iOS dan lain – lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mursyidah and E. R. Saputra, “Aplikasi Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar,” *Ejournal.Unisnu.Ac.Id*, vol. 4, no. 1, pp. 427–433, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unisnu.ac.id/jtn/article/view/2941>
- [2] R. A. Hanan, I. Fajar, S. A. Pramuditya, and M. S. Noto, “Desain Bahan Ajar Berbasis

- Augmented Reality pada Materi Bangun Ruang Bidang Datar,” *Pros. SNMPMII*, vol. 2, no. 1, pp. 287–299, 2018.
- [3] F. Rozi, R. R. Kurniawan, and F. Sukmana, “Pengembangan Media Pembelajaran Pengenalan Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Matematika,” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.,* vol. 6, no. 2, pp. 436–447, 2021, doi: 10.29100/jipi.v6i2.2180.
- [4] S. Mulyati, I. Junaedi, S. Negeri, J. Raya Desa Babakan, and J. Tengah, “Creative Critical Thinking Skill Reviewed by Curiosity on Independent Learning Assisted by E-Learning,” *Unnes J. Math. Educ. Res.*, vol. 10, no. 2, pp. 208–214, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer>
- [5] M. Yufrinalis, S. S. N. D. Tirin, M. Supratman, and Dkk, “Media & Teknologi Dalam Pembelajaran,” *Prenada Media*, no. January, pp. 266A. Pribadi, B. Media & Teknologi Dalam, 2021.
- [6] S. Z. Sholihah and E. A. Afriansyah, “Analisis Kesulitan Siswa Dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele,” vol. 6, pp. 105–116, 2017.
- [7] Y. Sahria and I. Yulfihani, “Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dengan Metode Marker Based Tracking sebagai Media Pengenalan Bangun Ruang,” *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 6, no. 1, p. 115, 2023, doi: 10.53513/jsk.v6i1.7395.
- [8] F. Irma and R. Ika, “Eksplorasi Geometri Pada Candi Bajang Ratu Sebagai Implementasi Etnomatematika di Sekolah Dasar,” *JPGSD (Jurnal Penelit. Pendidik. Guru Sekol. Dasar)*, no. 2, pp. 442–452, 2020.
- [9] R. Y. Endra, A. Cucus, and M. Ciomas, “Penerapan Teknologi Augmented Reality bagi Siswa untuk meningkatkan Minat Belajar Bahasa Mandarin di Sekolah,” *J. Pengabd. Kpd. Masy. TABIKPUN*, vol. 1, no. 1, pp. 19–30, 2020, doi: 10.23960/jpkmt.v1i1.9.
- [10] J. Linowes and K. Babilinski, *Augmented reality for SCADA*, vol. 862, no. 5. 2017. doi: 10.1088/1757-899X/862/5/052022.
- [11] I. F. Darwin, *Android Cookbook : Problems and Solutions For Android Developers*. 2017. [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=n04DtwAACAAJ&pgis=1>
- [12] S. SilSiltanen, S. (2012). Theory and applications of marker-based augmented reality. Espoo 2012. VTT Science Series 3. Retrieved from [http://www.vtt.fi/publications/index.jsptanen, Theory and applications of marker-based augmented reality. 2012. \[Online\]. Available: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp](http://www.vtt.fi/publications/index.jsptanen, Theory and applications of marker-based augmented reality. 2012. [Online]. Available: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)
- [13] A. Suharjana, *Mengenal Bangun Ruang dan Sifat-Sifatnya di Sekolah Dasar*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika, 2008.
- [14] E. F. Rusydiyah, *Media Pembelajaran Problem based learning*. 2020.
- [15] A. Warner, *Coding For Absolute Beginners*. 2021. [Online]. Available: <http://www.aqpub.com>
- [16] R. Wells and an O. M. C. Safari, *Unity 2020 By Example - Third Edition*. 2020.
- [17] N. Marcheta, *Pengantar Multimedia Digital*. PNJ Press, 2021.
- [18] R. I. Borman and I. Erma, “Pengembangan Game Edukasi Untuk Anak Taman Kanak-Kanak (Tk) Dengan Implementasi Model Pembelajaran Visualitation Auditory Kinestethic (Vak),” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.,* vol. 3, no. 1, pp. 8–16, 2018, doi: 10.29100/jipi.v3i1.586.