

RANCANG BANGUN APLIKASI PEMBELAJARAN BANGUN RUANG PADA SISWA MTSN 9 KUNINGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID

Siti Juariah, Asep Mahpudin

Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Muhammadiyah Kuningan
Jl. Raya Cigugur, Kuningan, Kec.Kuningan, Kab.Kuningan, Jawa Barat
sitijuariah2464@gmail.com

ABSTRAK

Banyak siswa MTsN 9 Kuningan mengalami kesulitan dalam belajar bangun ruang karena beberapa faktor. Pertama, materi bangun ruang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan. Kedua, media pembelajaran yang digunakan dalam metode konvensional kurang menarik dan tidak interaktif. Ketiga, siswa memiliki sedikit kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan objek bangun ruang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi yang dapat membantu siswa MTs N 9 Kuningan memahami Konsep bangun ruang dalam pelajaran matematika dan menilai kelayakan aplikasi tersebut. Penelitian dan pengembangan aplikasi ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan tujuan menghasilkan produk spesifik dan mengujinya. efektivitasnya. Aplikasi dikembangkan menggunakan model waterfall, yang terdiri dari lima tahap: Analisis dan Definisi Kebutuhan, Desain Sistem dan Perangkat Lunak, Implementasi dan Pengujian Unit, Integrasi dan Pengujian Sistem, serta Operasi dan Pemeliharaan. Aplikasi pembelajaran bangun ruang ini memanfaatkan teknologi augmented reality, dengan dukungan perangkat lunak seperti Blender, Unity 3D, dan Vuforia. Pengujian dilakukan melalui metode Black Box Testing serta kuesioner yang melibatkan ahli media, ahli materi, dan respon dari peserta didik. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu guru dalam mengajarkan materi bangun ruang dengan lebih interaktif dan memberikan alternatif bagi siswa untuk belajar di luar sekolah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif membantu siswa Memahami konsep bangun ruang melalui ilustrasi 3D dan video yang mudah dipahami, sebagaimana dibuktikan oleh hasil pengujian keterpakaianya.

Kata kunci : *Bangun Ruang, Augmented Reality, Android, Unity3D, Blender, Vuforia.*

1. PENDAHULUAN

Di era sekarang, kemajuan teknologi yang semakin meluas telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk politik, ekonomi, kebudayaan, seni, dan pendidikan. Kemajuan teknologi ini merupakan hal yang tak terhindarkan dalam kehidupan, karena berjalan seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Dalam bidang pendidikan, teknologi memiliki peran penting dalam ilmu pengetahuan, di mana peserta didik diajarkan tentang gejala dan fakta alam. Dengan adanya teknologi, manusia dapat menerapkan ilmu pengetahuan tersebut secara praktis. Teknologi membantu menciptakan inovasi yang memudahkan kehidupan sehari-hari dan menyederhanakan pekerjaan yang membutuhkan banyak tenaga.

Teknologi merupakan alat yang dapat membantu manusia di seluruh dunia dalam menjalankan aktivitas harian, baik dalam pekerjaan maupun pendidikan. Teknologi termasuk dalam bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari sistem-sistem dalam komputer atau laptop, serta menciptakan alat atau aplikasi yang terhubung dalam jaringan untuk mempermudah aktivitas manusia sehari-hari. Seiring perkembangan zaman yang semakin modern, teknologi juga menjadi semakin canggih dan maju, dengan lebih banyak media pendukung untuk pekerja dan siswa atau mahasiswa dalam menyelesaikan tugas.

Dengan peningkatan penciptaan teknologi saat ini, semua pihak dalam dunia pendidikan harus mampu menyesuaikan diri dan mengikuti kemajuan teknologi yang ada. Teknologi, yang sangat didukung oleh jaringan internet, mempengaruhi berbagai aspek, terutama dalam dunia pendidikan. Internet dimanfaatkan sebagai pendukung media pembelajaran[1].

Dunia pendidikan harus menyambut perubahan ini dengan antusias. Perubahan ini dikenal sebagai era digital, di mana informasi dapat diperoleh dan disebarluaskan dengan mudah dan cepat menggunakan teknologi digital. Transformasi digital dalam pendidikan adalah sebuah kebutuhan, dan lembaga pendidikan, dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi, tidak dapat terlepas dari proses digitalisasi ini.

Banyak siswa MTsN 9 Kuningan mengalami kesulitan dalam belajar bangun ruang karena beberapa faktor. Pertama, materi bangun ruang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan. Kedua, media pembelajaran yang digunakan dalam metode konvensional kurang menarik dan tidak interaktif. Ketiga, siswa memiliki sedikit kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan objek bangun ruang.

Matematika adalah salah satu mata pelajaran wajib dari jenjang pendidikan Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas. Terdapat banyak manfaat yang bisa didapatkan ketika seseorang mempelajari matematika, namun pada kenyataannya masih banyak

peserta didik yang tidak tertarik untuk belajar matematika dengan alasan bahwa matematika merupakan pelajaran yang sulit dipahami dari pada mata pelajaran lainnya. Hal inilah yang menyebabkan mata pelajaran matematika tidak disukai oleh peserta didik [2].

Bangun ruang adalah istilah untuk bangun tiga dimensi dalam matematika yang memiliki sisi atau volume. Bangun ruang dapat digambarkan sebagai bagian dari ruang yang dibatasi oleh himpunan titik-titik pada seluruh permukaannya. Setiap jenis bangun ruang memiliki rumus untuk menghitung luas permukaan maupun volumenya. Jenis-jenis bangun ruang meliputi prisma, balok, kubus, limas, tabung, kerucut, dan bola. Bangun ruang dibagi menjadi dua kategori: bangun ruang sisi datar dan bangun ruang sisi lengkung. Bangun ruang sisi datar memiliki sisi lurus (tidak lengkung) dan termasuk kubus, balok, prisma, dan limas.

Bangun ruang sisi datar merupakan bagian dari materi geometri yang diajarkan dengan tujuan agar peserta didik memahami sifat-sifat dan hubungan antar unsur geometri, serta menjadi pemecah masalah yang baik. Namun, materi geometri sering dianggap sulit oleh peserta didik, sehingga mereka enggan mempelajarinya. Akibatnya, tujuan pembelajaran geometri untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah tidak tercapai. Oleh karena itu, peserta didik memerlukan pemahaman konsep yang baik dalam materi geometri. [3].

Augmented Reality adalah teknologi yang menyatukan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi dan kemudian menampilkan objek tersebut secara langsung di dunia nyata [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aplikasi

Aplikasi adalah suatu program yang siap untuk digunakan oleh suatu sasaran yang akan dituju. Menurut sebuah kamus komputer eksekutif, aplikasi mempunyai arti yaitu pemecahan masalah yang menggunakan salah satu teknik pemrosesan data aplikasi yang biasanya berpacu pada sebuah komputansi yang diinginkan atau diharapkan maupun pemrosesan data yang diharapkan [5].

2.2. Pembelajaran Matematika

Pembelajaran matematika merupakan proses aktif dan konstruktif sehingga siswa mencoba menyelesaikan masalah yang ada sekaligus menjadi penerima atau sumber dipelajari serta mencari hubungan antara konsep dan struktur matematika di dalamnya [6].

2.3. Bangun Ruang

Bangun ruang adalah bentuk geometri tiga dimensi yang memiliki karakteristik khusus, yaitu memiliki sisi, rusuk, dan titik sudut [7].

2.4. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah konsep yang menggabungkan realitas virtual dengan realitas dunia nyata, sehingga objek-objek virtual tiga dimensi (3D) tampak nyata dan seolah-olah menyatu dengan lingkungan sekitar. AR merupakan variasi dari realitas virtual. Teknologi AR, yang digunakan melalui perangkat mobile, mampu menyediakan informasi visual mengenai objek dalam bentuk yang realistis. Salah satu metode yang digunakan dalam AR adalah Marker Based Tracking [8].

2.5. Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux untuk perangkat seluler seperti ponsel pintar dan tablet. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk membuat aplikasi mereka sendiri untuk berbagai perangkat mobile. Google Inc. awalnya membeli Android Inc., sebuah perusahaan yang membuat perangkat lunak untuk ponsel. Selanjutnya, dalam pengembangan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia [9].

2.6. Unified Modelling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah "bahasa" yang digunakan untuk visualisasi, spesifikasi, konstruksi, dan dokumentasi. Dalam konteks visualisasi, para pengembang menggunakan UML untuk mengkomunikasikan ide mereka kepada para pemrogram dan calon pengguna sistem/perangkat lunak. Dengan adanya "bahasa" yang bersifat standar, diharapkan komunikasi antara perancang, pemrogram, dan calon pengguna menjadi lebih lancar.

2.7. Motivasi Belajar

Pengertian motivasi belajar diatas dapat disimpulkan bahwa pengertian motivasi belajar adalah serangkaian dorongan atau daya penggerak yang berasal dari dalam sendiri maupun dari luar untuk melakukan aktivitas belajar sehingga menimbulkan perubahan sehingga apa yang menjadi tujuan yang dikehendaki oleh subjek belajar dapat tercapai [10].

2.8. SDLC

System Development Life Cycle (SDLC) adalah metode umum yang digunakan untuk pengembangan sistem. Menurut Shelly dan Rosenblatt (2012), SDLC memiliki beberapa fase yaitu perencanaan, analisis, desain, implementasi, dan pemeliharaan [11].

2.9. Waterfall

Waterfall merupakan sebuah metode klasik yang memiliki sifat sistematis, dan berurutan dalam membangun software. Model ini, yang dikenal sebagai "Linear Sequential Model," adalah model pengembangan sistem yang sederhana [11].

2.10. Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan system waterfall, dimana alur penelitian akan mengikuti fase-fase yang ada di waterfall. Aplikasi di bangun menggunakan unity 3D dan Vuforia. Dan tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu aplikasi bantu pembelajaran untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami materi augmented reality melalui perangkat mobile. Sehingga mahasiswa juga dapat memahami bagaimana mobile augmented reality dapat membantu mahasiswa melihat secara nyata objek 3D secara interaktif. Peneliti merasakan penting nya materi object 3D dalam mata kuliah simulasi dan game sebagai dasar bagi mahasiswa Teknik informatika agar mudah memahami bagaimana sebuah objek 3D mempunyai kordinat sumbu kartesius [12].

Untuk pembelajaran konsep bentuk molekul, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan memvisualisasi bentuk molekul 3D yang pada akhirnya dapat meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman siswa. Agar siswa dapat memiliki kemampuan tersebut diperlukannya media pembelajaran dengan teknologi Augmented Reality yang mampu memvisualisasikan bentuk 3D secara lebih nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkatan motivasi belajar siswa terhadap penggunaan media Augmented Reality sebagai media pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. Dengan sampel penelitian adalah seluruh siswa kelas X MIA 3 di MAN 19 Jakarta dengan berjumlah 31 siswa. Instrumen yang digunakan yaitu angket, dengan teknik analisis data menggunakan skala Likert dengan indikator perhatian (Attention), relevansi (Relevation), percaya diri (Confidence), dan kepuasan (Satisfaction) yang menunjukkan motivasi belajar siswa terhadap penggunaan media Augmented Reality sebagai media pembelajaran pada konsep bentuk molekul. Hasil penelitian dinilai di tiap indikator.

Hasil penelitian menunjukan untuk indikator perhatian (Attention) mendapatkan persentase sebesar 85.73% dengan kategori sangat baik, relevansi (Relevation) mendapatkan persentase sebesar 86.53% dengan kategori sangat baik, percaya diri (Confidence) mendapatkan persentase sebesar 85.89% dengan kategori sangat baik, dan kepuasan (Satisfaction) mendapatkan persentase sebesar 86.85% dengan kategori sangat baik. Hasil persentase untuk keseluruhan mendapatkan nilai 86.25% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukan bahwa media AR sangat baik digunakan sebagai media pembelajaran di kelas untuk meningkatkan motivasi belajar siswa pada konsep bentuk molekul [10].

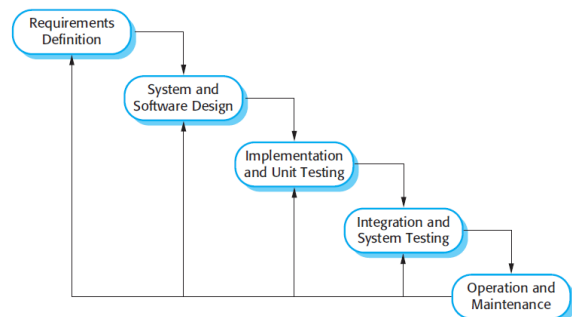
Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan rancang bangun aplikasi media pembelajaran bangun ruang berbasis teknologi augmented reality (AR). Ruang lingkup penelitian ini adalah analisis secara kualitatif mengenai pembuatan aplikasi berbasis AR dengan konten materi bangun ruang di sekolah dasar.

Aplikasi yang digunakan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran oleh siswa sekolah dasar untuk mempelajari bangun ruang dengan lebih praktis dan lebih nyata serta dapat di akses Dimana saja dan kapan saja [13].

Penelitian saat ini memiliki tujuan yang serupa dengan penelitian sebelumnya, yaitu memberikan Solusi untuk siswa dalam pelajaran matematika, dapat memahami dan mempermudah materi dengan melihat bentuk nyata 3D, juga dapat memotivasi belajar siswa kemudian teknologi yang digunakan nya unity. Untuk model pengembangan nya berbeda, ada yang menggunakan ADDIE, waterfall dan lainnya.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian mengenai Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang pada Siswa MTsN 9 Kuningan Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android, peneliti menerapkan metode penelitian R&D dengan menggunakan model metode waterfall. Model ini terdiri dari lima tahap: Analisis dan Definisi Kebutuhan, Desain Sistem dan Perangkat Lunak, Implementasi dan Pengujian Unit, Integrasi dan Pengujian Sistem, serta Operasional dan Pemeliharaan.[14]. Berikut gambar 1 langkah model pengembangan waterfall.



Gambar 1. Contoh gambar langkah model pengembangan waterfall.

Berdasarkan Tahapan – tahapan pada gambar 1 prosedur yang harus dilalui dalam pengembangan media diantaranya sebagai berikut :

- Tahap Analisis dan Definisi Kebutuhan (Requirements Analysis and Definitation)
Sebelum melakukan pengembangan perangkat lunak, seorang pengembang harus mengetahui dan memahami bagaimana informasi kebutuhan pengguna terhadap sebuah perangkat lunak. Metode pengumpulan informasi ini dapat diperoleh dengan berbagai macam cara diantaranya, diskusi, observasi, survei, wawancara, dan sebagainya. Informasi yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisa sehingga didapatkan data atau informasi yang lengkap mengenai spesifikasi kebutuhan pengguna akan perangkat lunak yang akan dikembangkan.
- Tahap Desain Sistem dan Perangkat Lunak (System and Software Design)

Informasi mengenai spesifikasi kebutuhan dari tahap Requirement Analysis selanjutnya di analisa pada tahap ini untuk kemudian diimplementasikan pada desain pengembangan. Perancangan desain dilakukan dengan tujuan membantu memberikan gambaran lengkap mengenai apa yang harus dikerjakan. Tahap ini juga akan membantu pengembang untuk menyiapkan kebutuhan hardware dalam pembuatan arsitektur sistem perangkat lunak yang akan dibuat secara keseluruhan.

- c. Implementasi dan Pengetesan Unit (Implementation and Unit Testing)
Tahap implementation dan unit testing merupakan tahap pemrograman. Pembuatan perangkat lunak dibagi menjadi modul- modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Disamping itu, pada fase ini juga dilakukan pengujian dan pemeriksaan terhadap fungsionalitas modul yang sudah dibuat, apakah sudah memenuhi kriteria yang diinginkan atau belum.
- d. Integrasi dan Pengetesan Sistem (Integration and System Testing)
Setelah unit diimplementasikan dan diuji oleh pengembang, seluruh tahapan implementasi digabungkan menjadi satu sistem. Kemudian, ahli materi dan ahli media melakukan pengujian untuk memeriksa adanya kesalahan pada sistem.
- e. Operasi dan Perawatan (Operation and Maintenance)
Perangkat lunak yang sudah jadi dioperasikan pengguna dan dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan memungkinkan pengembang untuk melakukan perbaikan atas kesalahan yang tidak terdeteksi pada tahap-tahap sebelumnya. Pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan, perabikan implementasi unit sistem, dan peningkatan dan penyesuaian sistem sesuai dengan kebutuhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada hasil implementasi dan pengujian yang telah dikembangkan. Setelah melalui serangkaian tahapan dalam model pengembangan waterfall, aplikasi ini berhasil diimplementasikan dan di uji hasil kinerja dan kelayakan nya. Hasil dari implementasi menunjukkan bahwa aplikasi mampu meningkatkan motivasi belajar dan bertambah nya pengetahuan baru. Berikut ini adalah tahapan-tahapan R&D yang dilakukan oleh peneliti:

4.1. Requirements Analysis And Definition (Tahap Analisis Dan Definisi)

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi yang dapat membantu siswa MTsN 9 Kuningan dalam memahami obyek bangun ruang pada

mata pelajaran matematika secara bentuk nyata juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

4.2. Analisis Kebutuhan Data

Data yang diperlukan untuk pengembangan aplikasi ini mencakup materi matematika tentang bangun ruang pada jenjang MTsN 9 Kuningan, meliputi materi tentang balok, kubus, prisma, dan limas. Pada materi tersebut ditambahkan marker di bagian tertentu untuk menampilkan ilustrasi bangun ruang dalam bentuk objek 3D. Aplikasi ini akan berisi objek 3D, marker, materi, dan video. Pembuatan objek 3D disesuaikan dengan isi RPP dan Silabus, dengan tambahan beberapa objek. Objek 3D ditampilkan di bagian ilustrasi bentuk bangun ruang sebagai pengganti gambar pada buku, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami dan mengamati ilustrasi 3D dari berbagai sisi, seperti kanan, kiri, atau atas. Menu materi berisi pengertian dan rumus bangun ruang sesuai dengan RPP dan Silabus. Video ilustrasi dibuat berdasarkan RPP dan Silabus, terutama pada bagian yang melibatkan kegiatan, untuk membantu siswa memahami isi materi lebih dalam. Objek video dan ilustrasi 3D membutuhkan marker yang dicetak untuk dianalisis oleh sistem pada aplikasi.

4.3. Kebutuhan Hardware dan Software

- a. Kebutuhan hardware
 - Laptop
 - Perangkat Android
- b. Kebutuhan software
 - Visual Paradigm for UML
 - Unity Hub 3.7.0
 - Blender
 - Canva
 - Vuforia SDK

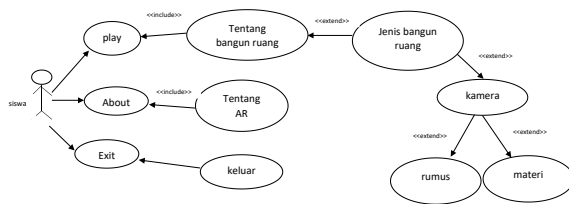
4.4. Kebutuhan Fungsional

- a. Aplikasi harus mampu menampilkan gambar 3D diatas marker pada gambar bangun ruang yang telah di sediakan.
- b. Aplikasi dapat menjalankan animasi 3D melalui tombol.
- c. Aplikasi harus mampu menjalankan video.
- d. Aplikasi harus dapat menampilkan halaman tentang Augmented Reality.
- e. Aplikasi harus dapat Menampilkan halaman materi bangun ruang.

4.5. System and software design (Tahap Design dan Perangkat Lunak

Desain pengalaman pengguna dibuat menggunakan UML sebagai bahasa pemodelan. Diagram UML dibuat dengan bantuan perangkat lunak dan diagram yang digunakan yaitu *use case diagram* serta *sequence diagram*.

4.6. Desain Use Case Diagram



Gambar 2. Use case diagram

Gambar 2. diatas menggambarkan perilaku atau kegiatan dan interaksi yang dapat dilakukan oleh pengguna yang diantaranya sebagai berikut :

1) Definisi aktor

Definisi aktor merujuk pada penjelasan mengenai pengguna dalam aplikasi, dalam hal ini siswa. Siswa berperan sebagai pengguna aplikasi.

2) Definisi Use Case

Use case adalah penjelasan yang menjelaskan berbagai fungsi dari sistem aplikasi. Definisi use case tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Contoh tabel definisi use case

No	Use case	Deskripsi
1	Play	Use case ini bertujuan untuk membuka halaman-halaman menu yang tertera, AR dan mengaktifkan kamera. Kamera akan mendeteksi marker, menampilkan objek 3D, materi, serta video.
2	About	Use case ini berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai augmented reality.
3	Exit	Use case ini bertujuan untuk menggambarkan situasi ketika pengguna ingin menutup aplikasi.

4.7. Desain Sequence Diagram

Berdasarkan hasil analisis skenario use case maka dapat dibuat diagram sequence seperti berikut:

1. Fungsi play



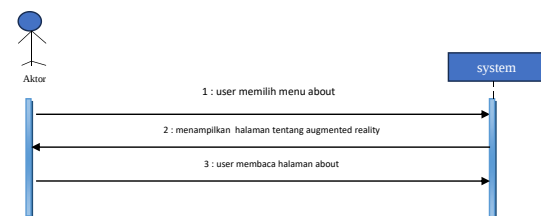
Gambar 3. Contoh gambar fungsi play

Gambar yang diberikan adalah diagram urutan (sequence diagram) yang menunjukkan interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem. Berikut adalah keterangan untuk setiap langkah dalam diagram tersebut:

- Pengguna memilih menu "play" untuk memulai aplikasi.
- Pengguna menekan tombol untuk menampilkan pengenalan bangun ruang.
- Pengguna menekan tombol untuk menampilkan jenis-jenis bangun ruang.
- Pengguna memilih tombol untuk menampilkan detail bangun ruang seperti kubus, balok, dan prisma.
- Pengguna memilih tombol untuk menampilkan video terkait kubus, balok, dan prisma.
- Pengguna menekan tombol untuk menampilkan animasi jenis-jenis bangun ruang.
- Pengguna memilih tombol untuk menampilkan materi pengenalan tentang bangun ruang.
- Pengguna menekan tombol untuk menampilkan jenis-jenis bangun ruang yang ada.
- Pengguna memilih tombol untuk menampilkan animasi 3D dan video tentang bangun ruang.

Diagram ini menggambarkan alur bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk mendapatkan informasi dan pembelajaran mengenai bangun ruang melalui berbagai tombol dan menu yang ada dalam aplikasi.

2. Fungsi about



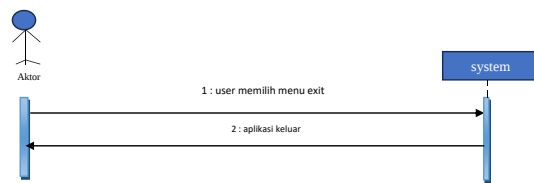
Gambar 4. Contoh gambar fungsi about

Gambar yang diberikan adalah diagram urutan (sequence diagram) yang menunjukkan interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem. Berikut adalah keterangan untuk setiap langkah dalam diagram tersebut:

- Pengguna memilih menu "about" untuk mendapatkan informasi tentang aplikasi.
- Sistem menampilkan halaman yang berisi informasi mengenai augmented reality.
- Pengguna menutup halaman "about" setelah membaca informasi yang diperlukan.

Diagram ini menggambarkan alur sederhana bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk mengakses dan menutup informasi tentang augmented reality yang terdapat dalam menu "about" aplikasi.

3. Fungsi exit



Gambar 5. Contoh gambar fungsi exit

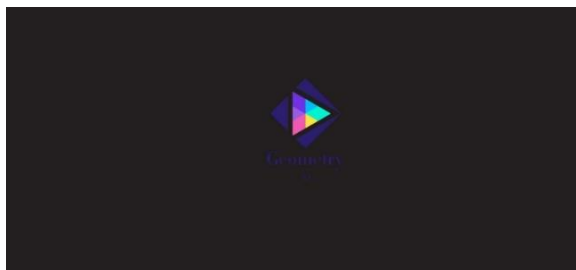
Gambar yang diberikan adalah diagram urutan (sequence diagram) yang menunjukkan interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem. Berikut adalah keterangan untuk setiap langkah dalam diagram tersebut:

- Pengguna memilih menu "exit" untuk keluar dari aplikasi.
- Sistem menutup aplikasi sesuai dengan perintah pengguna untuk keluar.

Diagram ini menggambarkan alur sederhana bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk keluar dari aplikasi melalui menu "exit".

4.8. Implementasi desain dan penataan layout

Pada tahap ini, setiap halaman desain yang telah dirancang dibuat menggunakan Canva. Setelah desain grafis selesai, tampilan aplikasi dan layoutnya mulai dikembangkan di Unity 3D berdasarkan desain tersebut. Hasil dari desain interface dan penataan layout aplikasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Cotoh gambar splashscreen

Splashscreen adalah halaman awal setelah user membuka aplikasi.



Gambar 7. Contoh gambar menu

Pada halaman utama (main menu) terdapat tiga menu utama, yakni: Menu play menampilkan halaman pengertian bangun ruang lalu ada button yang mengarah ke jenis bangun ruang jika memilih salah satu maka akan terbuka halaman kamera Dimana

untuk mendeteksi gambar objek 3d tidak hanya itu melainkan ada button rumus dan materi.



Gambar 8. Contoh gambar halaman AR

Halaman AR akan mengaktifkan kamera AR. jika kamera diarahkan di atas marker maka sistem akan menampilkan obyek yang sudah disesuaikan.



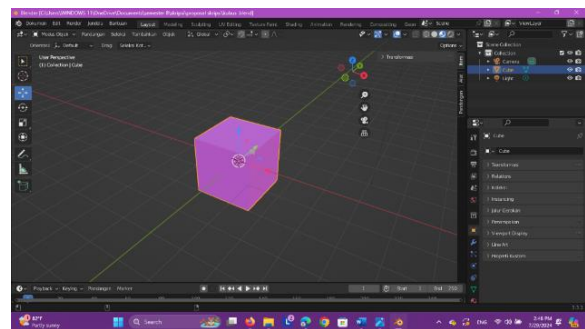
Gambar 9. Contoh gambar halaman About

Halaman ini menampilkan tentang augmented reality.

4.9. Implementasi pengembangan

a. Pembuatan objek 3D

Objek 3D dibuat menggunakan perangkat lunak Blender. Terdapat berbagai pilihan objek yang bisa dibuat dan dimodifikasi sesuai kebutuhan, seperti objek kubus yang ditunjukkan pada Gambar 10.



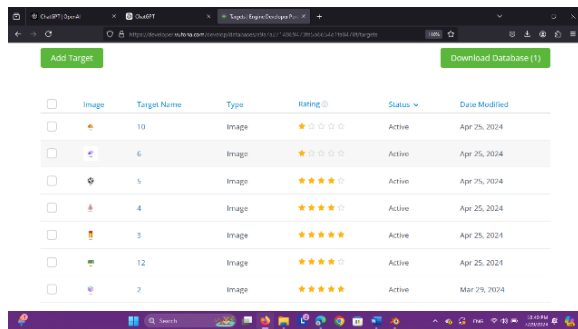
Gambar 10. Contoh gambar objek 3D

Setelah objek 3D selesai dibuat, langkah berikutnya adalah mengekspor objek tersebut ke dalam format file Blender. Selain objek 3D, konten aplikasi juga mencakup video.

b. Pembuatan database

Database yang dibangun adalah database marker yang akan diintegrasikan ke dalam aplikasi. Database ini dibuat menggunakan alat dari Vuforia SDK yang dikenal sebagai Target Manager, yang dapat diakses

melalui situs web Vuforia. Contoh marker yang dibuat pada target manager tersaji pada gambar 11.



Gambar 11. Contoh gambar target manager

Marker adalah gambar yang harus memenuhi kriteria khusus agar dapat dideteksi oleh teknologi augmented reality.

c. Pembuatan scene main menu

Scene menu utama dimulai dengan merancang tampilannya terlebih dahulu. Desain yang telah dibuat sebelumnya dimasukkan ke dalam folder interface. Kemudian, tampilan aplikasi dibangun dengan menggunakan objek gambar sebagai latar belakang dan objek tombol di atas canvas. Selain itu, perlu mengatur main camera dengan tepat agar tampilan aplikasi dapat terlihat baik pada perangkat Android. Contoh scene main menu tersaji pada gambar 12.

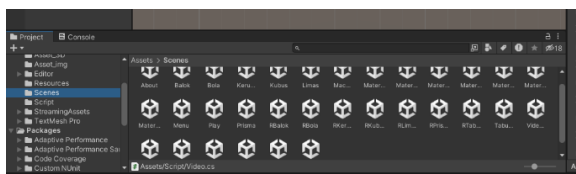


Gambar 12. Contoh gambar scene menu

Dalam pembuatan scene menu utama, scene AR tidak lagi menggunakan main camera. Fungsinya digantikan oleh AR Camera yang berfungsi mendeteksi gambar marker.

d. Pembuatan assets scene augmented reality (AR)

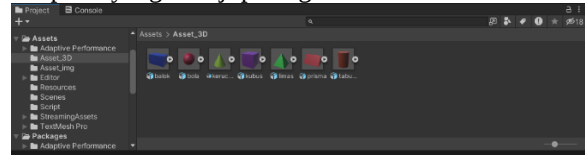
Scene AR melibatkan berbagai objek dari folder. Tampilan assets pada scene tersaji pada gambar 13.



Gambar 13. Contoh gambar assets scene

e. Pembuatan assets 3d

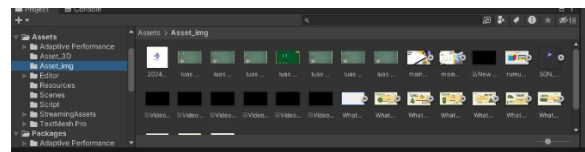
Memasukkan objek 3D yang telah dibuat menggunakan perangkat lunak Blender, berikut tampilan yang tersaji pada gambar 13.



Gambar 13. Contoh gambar assets 3D

f. Pembuatan assets image

Memasukkan desain gambar setiap menu yang telah dibuat di canva, beserta video nya. tampilan yang tersaji pada gambar 14.



Gambar 14. Contoh gambar assets image

g. Build aplikasi ke android

Tahap akhir dari proses pembuatan aplikasi dengan unity adalah melakukan build aplikasi tersebut ke android agar dapat diuji langsung di perangkat. aplikasi android memiliki ekstensi (apk).

4.10. Hasil uji ahli media

Pengujian ahli media di lakukan oleh bapak Ahmad Fajri Lutfi M.Kom, Dosen Pendidikan teknologi informasi dan komunikasi di STKIP Muhammaiyah Kuningan, sebagai penguji ahli media. Di sajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Contoh tabel hasil pengujian ahli media

Pertanyaan	Jawaban				
	5	4	3	2	1
P1	✓				
P2		✓			
P3	✓				
P4	✓				
P5		✓			
P6	✓				
P7	✓				
P8	✓				
P9		✓			
P10	✓				
P11	✓				
P12	✓				
P13		✓			
P14	✓				
P15		✓			
P16	✓				
P17		✓			
P18	✓				
P19		✓			
P20	✓				
P21	✓				
Total	14	7			

Dari hasil pengujian tersebut, diperoleh persentase sebagai berikut:

Jumlah skor maksimal dari tabel 4.4 adalah:

$$21 \times 1 \times 5 = 105$$

Jumlah skor yang di peroleh adalah :

$$(14 \times 5) + (7 \times 4) = 70 + 28 = 98$$

$$x_i = \frac{98}{105} \times 100 \% = 0,93 \times 100 \%$$

$$x_i = 93,03\%$$

Berdasarkan hasil pengujian oleh ahli, fungsional aplikasi 93,03% dapat berjalan. Jadi berdasarkan perhitungan persentase kualitas aplikasi dari segi fungsional memiliki nilai “sangat baik”. Namun walaupun demikian ada beberapa saran yang diberikan para ahli media agar media yang dikembangkan **lebih** sempurna. Saran tersebut adalah : di harapkan dapat meningkat kan hasil belajar siswa.

4.11. Hasil uji ahli materi

Pada pengujian materi ini, fokus utama adalah kesesuaian ilustrasi 3D atau video dengan materi pada rpp. Validasi materi dilakukan bersama guru pengajar matematika kelas VIII di MTsN 9 Kuningan, yaitu Ibu Nia Yuniawati, S.Pd.I. berdasarkan instrument kuesioner yang telah dibuat, hasil validasi materi tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh tabel hasil pengujian ahli materi

Pertanyaan	Jawaban				
	5	4	3	2	1
P1	√				
P2	√				
P3	√				
P4	√				
P5	√				
P6	√				
P7	√				
P8	√				
P9	√				
P10	√				
Total	10				

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat di peroleh presentase sebagai berikut:

Jumlah skor maksimal dari tabel 3 adalah

$$10 \times 1 \times 5 = 50$$

Jumlah skor yang di peroleh adalah

$$10 \times 5 = 50$$

$$x_i = \frac{50}{50} \times 100 \% = 1 \times 100 \%$$

$$x_i = 100 \%$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa materi pada media pembelajaran dinyatakan “sangat baik”, dalam hal ini maksudnya adalah ilustrasi 3D, animasi 3D, dan video yang ditampilkan aplikasi secara augmented reality dinyatakan valid karena sudah sesuai dengan materi pada buku. Dari kedua aspek itu di hitung rata-rata nilai kedua nya, Perhitungan rata-rata pada kedua aspek tersebut adalah:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{93+100}{2}$$

$$\bar{x} = 96,5 \%$$

4.12. Hasil pengujian respon siswa

Pengujian dengan metode mengujicobakan langsung hasil aplikasi kepada pengguna. Pengujian ini dilakukan kepada siswa MTsN 9 Kuningan kelas VIII E sejumlah 15 siswa saat pembelajaran matematika Bangun ruang dengan mencoba langsung aplikasi dengan instrumen kuisioner yang dibagikan, hasil pengujian tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Contoh tabel hasil pengujian respon siswa

Pertanyaan	Jawaban				
	5	4	3	2	1
P1	10	5			
P2	4	11			
P3	6	9			
P4	4	11			
P5	10	4	1		
P6	8	6	1		
P7	10	4	1		
P8	12	3			
P9	8	7			
Total	72	60	3		

Jumlah skor maksimal dari tabel 4.6 adalah:

$$5 \times 9 \times 15 = 675$$

Jumlah skor yang di peroleh adalah :

$$(360 \times 5) + (240 \times 4) + (3 \times 3) = 360 + 240 + 9 = 609$$

Hasil persentase yang di peroleh :

$$\frac{609}{675} \times 100 = 90,20 \%$$

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini memenuhi standar keterpakaianya dengan skor 90,20%, yang dikategorikan sebagai "sangat baik". Pengujian keterpakaianya ini merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan aplikasi bangun ruang.

4.13. Operasi Dan Perawatan (Operation And Maintenance)

Setelah aplikasi bangun ruang dikembangkan dan lolos uji kelayakan, tahap terakhir pada proses pengembangan aplikasi bangun ruang adalah pengoperasian oleh pengguna dan dilakukan pemeliharaan.

- Interaksi antar muka pengguna : Pengguna berinteraksi dengan elemen virtual yang diproyeksikan di dunia nyata, seperti tombol, menu, atau objek 3D.
- Feedback Real-Time: Aplikasi memberikan umpan balik real-time kepada pengguna berdasarkan interaksi mereka.
- Analisis Penggunaan: Mengumpulkan data tentang bagaimana aplikasi digunakan untuk meningkatkan fungsionalitas dan antarmuka.
- Pemantauan Kinerja: Memantau kinerja aplikasi AR untuk memastikan kelancaran operasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa proses pengembangan aplikasi Bangun Ruang menggunakan model waterfall yang terdiri dari lima tahap: Analisis dan Definisi, Desain Sistem dan Perangkat Lunak, Implementasi dan Pengujian Unit, Integrasi dan Pengujian Sistem, serta Operasi dan Perawatan. Aplikasi ini membantu siswa MTs memahami konsep bangun ruang melalui ilustrasi 3D dan video yang mudah dipahami dan dapat diamati secara langsung, sebagaimana dibuktikan oleh hasil pengujian keterpakaian. Analisis kualitas aplikasi menunjukkan bahwa uji functional suitability mendapatkan hasil yang sangat baik, dan ilustrasi 3D dalam bentuk AR sesuai dengan materi buku dengan beberapa tambahan. Uji kelayakan penggunaan aplikasi yang dilakukan bersama siswa kelas VIII E di MTsN 9 Kuningan menghasilkan nilai keterpakaian sebesar 90,20%. Oleh karena itu, aplikasi Bangun Ruang dinyatakan layak sebagai aplikasi pembelajaran dalam mata pelajaran matematika. Saran yang dapat diajukan oleh peneliti mengenai aplikasi pembelajaran bangun ruang pada siswa MTsN 9 Kuningan adalah sebagai berikut:

Setelah dilakukannya penelitian di sekolah MTsN 9 Kuningan, peneliti memiliki beberapa masukan dalam penerapan aplikasi pembelajaran augmented reality. Pertama, setiap media pembelajaran memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, sehingga seorang guru harus mampu memilih media pembelajaran yang sesuai dengan materi yang diajarkan, tujuan yang ingin dicapai, waktu yang tersedia, serta sarana dan prasarana yang dimiliki. Kedua, diharapkan peneliti selanjutnya dapat melanjutkan penelitian serupa dengan materi yang berbeda untuk memperluas penggunaan teknologi augmented reality dalam berbagai aspek pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Maritsa, U. Hanifah Salsabila, M. Wafiq, P. Rahma Anindya, and M. Azhar Ma'shum, "Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan," *Al-Mutharahah J. Penelit. dan Kaji. Sos. Keagamaan*, vol. 18, no. 2, pp. 91–100, 2021, doi: 10.46781/al-mutharahah.v18i2.303.
- [2] L. Fauziyah, P. Studi, and T. Matematika, "SKRIPSI PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION (RME) MATERI BANGUN RUANG SISI DATAR," 2023.
- [3] M. D. Yuniartika, "Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) Berbasis Android pada Materi Bangun Sisi Datar Terhadap Peningkatan," *Skripsi*, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [4] S. Balandin, I. Oliver, S. Boldyrev, A. Smirnov, N. Shilov, and A. Kashevnik, "Multimedia services on top of M3 Smart Spaces," *Proc. - 2010 IEEE Reg. 8 Int. Conf. Comput. Technol. Electr. Electron. Eng. Sib.*, vol. 13, no. 2, pp. 728–732, 2010, doi: 10.1109/SIBIRCON.2010.5555154.
- [5] Nurny and L. Teori, "Landasan Teori," *Skripsi*, 2019.
- [6] V. F. Vladimir, "Pengembangan Multimedia Pembelajaran Matematika untuk Siswa Kelas XI SMK Teknik Menunjukkan Bahwa Produk Multimedia Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash Sudah Layak Digunakan sebagai Media Pembelajaran," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2011.
- [7] Sumanto, "Pengertian dan Jenis-jenis Bangun Ruang," pp. 10–41, 2010.
- [8] E. F. Mahpudin A, WahyuPuadi, "Rancang bangun augmented reality (ar) berbasis android untuk pengembangan media pembelajaran fisika," *Semin. Nas. Edusaintek*, pp. 550–560, 2018.
- [9] M. I. Ukkas, R. Andrea, and D. Deny, "Pembelajaran Bangun Ruang Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis Android," *Sebatik*, vol. 15, no. 1, pp. 12–18, 2016, doi: 10.46984/sebatik.v15i1.70.
- [10] G. Y. Pratama, "Analisis Penggunaan Media Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Konsep Bentuk Molekul," *Jakarta : Rajawali Pers.*, p. 2011, 2012, [Online]. Available: file:///C:/Users/L E N O V O/Documents/Semester 7/MINAT BELAJAR/Gilang Yuda-FITK (2).pdf
- [11] H. Raihan Oktaviano, Y. Firmanto, and J. Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya, "Pengembangan Sistem Informasi Aset Tetap Pemerintah Kabupaten X: System Development Life Cycle (Sdlc) Teknik Waterfall," *J. Ilm. Mhs. FEB*, vol. 9, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/7462>
- [12] A. Nugroho and B. A. Pramono, "Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang," *J. Transform.*, vol. 14, no. 2, p. 86, 2017, doi: 10.26623/transformatika.v14i2.442.
- [13] W. Widani, K. Karlimah, and E. Kosasih, "Rancang Bangun Aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Teknologi Augmented Reality untuk Siswa Sekolah Dasar," *PEDADIDAKTIKA J. Ilm. Pendidik. Guru Sekol. Dasar*, vol. 7, no. 4, pp. 219–233, 2020, doi: 10.17509/pedadidaktika.v7i4.25255.
- [14] A. Z. dan D. Yusri, "metode waterfall," *J. Ilmu Pendidikan.*, vol. 7, no. 2, pp. 809–820, 2020.