BAB IV

HASIL PENELITIAN/PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Singkat Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMPN 15 Banjarmasin, yang berlokasi di Jalan Kuin Utara, Kecamatan Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Sekolah ini merupakan salah satu institusi pendidikan negeri yang berada di bawah naungan Dinas Pendidikan Kota Banjarmasin, dengan akreditasi A. Fasilitas sekolah cukup memadai untuk mendukung proses pembelajaran, baik secara konvensional maupun berbasis teknologi.

SMPN 15 Banjarmasin memiliki visi: “Unggul dalam Prestasi, Terdepan dalam Etika, Berbasis Iman dan Taqwa”. Dalam mendukung pembelajaran matematika, sekolah ini telah menyediakan berbagai media bantu seperti proyektor, laboratorium komputer, serta perangkat digital berbasis Android yang dapat dimanfaatkan peserta didik dalam kegiatan belajar.

Penelitian dilakukan pada siswa kelas VIII yang merupakan sasaran utama pengguna media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas pertimbangan bahwa sekolah tersebut memiliki akses terhadap teknologi, serta minat guru dan siswa terhadap inovasi pembelajaran tergolong tinggi. Selain itu, lokasi ini juga mendukung pelaksanaan penelitian yang bersifat di luar masa pembelajaran aktif, karena siswa tetap dapat diminta memberikan tanggapan terhadap media melalui pertemuan terbatas maupun melalui media daring.

Berdasarkan latar tersebut, SMPN 15 Banjarmasin dipandang sesuai untuk dijadikan tempat pengembangan dan validasi media pembelajaran matematika Brusistar pada materi bangun ruang sisi datar.

B. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini disusun berdasarkan tahapan-tahapan dalam model pengembangan ADDIE, yang terdiri atas *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena memiliki alur sistematis yang sesuai untuk kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, seperti aplikasi Brusistar.

Penelitian ini tidak difokuskan pada pengukuran hasil belajar siswa, melainkan pada proses pengembangan produk dan validasi kelayakannya. Oleh karena itu, data yang dikumpulkan berasal dari proses analisis kebutuhan, perancangan media, uji fungsional, serta tanggapan dari ahli dan pengguna terhadap media pembelajaran.

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap dan terstruktur, dimulai dari kebutuhan awal di lapangan, desain konsep media, pengembangan aplikasi menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine*, hingga evaluasi berdasarkan masukan dari validator dan siswa.

1. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam proses pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan, dan potensi yang dimiliki oleh peserta didik maupun

lingkungan pembelajaran. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan melalui lima pendekatan utama, yaitu analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, kurikulum, materi, dan teknologi. Pendekatan ini diambil untuk memastikan bahwa media Brusistar yang dikembangkan benar-benar relevan dengan konteks pendidikan saat ini, terutama karena penelitian dilakukan di luar masa pembelajaran aktif.

a. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika kelas VIII di SMPN 15 Banjarmasin, diketahui bahwa siswa mengalami kesulitan memahami materi bangun ruang sisi datar. Hambatan utama terletak pada lemahnya kemampuan visualisasi terhadap bentuk tiga dimensi dan struktur jaring-jaring. Buku teks yang digunakan hanya menyajikan gambar 2D statis, sedangkan media konkret atau alat peraga jarang digunakan karena keterbatasan fasilitas.

Guru menyampaikan bahwa metode ceramah dan tanya jawab masih dominan, sementara penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika belum optimal. Ini menjadi celah yang dapat dijembatani dengan pengembangan media berbasis *Augmented Reality* yang interaktif dan mendukung pemahaman visual secara menyeluruh.

b. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Siswa kelas VIII umumnya berada pada tahap operasional formal menurut teori Piaget, di mana mereka mulai mampu berpikir logis dan abstrak. Namun, untuk konsep spasial seperti bentuk bangun ruang, mereka tetap membutuhkan media bantu visual. Hasil komunikasi informal dengan beberapa siswa menunjukkan bahwa mereka menyukai pembelajaran berbasis teknologi,

khususnya yang melibatkan gambar bergerak atau model 3D. Mereka juga menunjukkan antusiasme terhadap media baru yang tidak membosankan, asalkan mudah digunakan dan tidak berat dijalankan di ponsel Android milik mereka.

Analisis ini memperkuat kebutuhan untuk menghadirkan media yang mudah diakses, sederhana, dan tetap menarik dari sisi tampilan maupun interaktivitasnya.

c. Analisis Kurikulum

Materi bangun ruang sisi datar, seperti kubus, balok, prisma, dan limas, merupakan bagian dari Capaian Pembelajaran (CP) Matematika Fase D dalam Kurikulum Merdeka. Meskipun dalam struktur terbaru materi ini berpindah ke kelas IX, peneliti tetap menggunakan materi ini karena fokus penelitian adalah pengembangan media, bukan implementasi pembelajaran langsung.

Artinya, media Brusistar dikembangkan bukan untuk mengejar urutan capaian pembelajaran di kelas, melainkan sebagai alat bantu belajar visual yang fleksibel digunakan kapan saja, terutama bagi siswa kelas VIII atau IX yang sedang mempelajari bangun ruang sisi datar secara mandiri.

d. Analisis Materi

Bangun ruang sisi datar meliputi bentuk tiga dimensi yang dibatasi oleh sisi-sisi datar (berbentuk segiempat atau segitiga), seperti kubus, balok, prisma, dan limas. Setiap bentuk memiliki karakteristik unik, termasuk jumlah sisi, titik sudut, rusuk, dan bentuk jaring-jaringnya.

Untuk memahami struktur dan sifat-sifat bangun ruang, siswa membutuhkan media yang dapat membantu mereka melihat dari berbagai sisi dan

mengubah bentuk 3D menjadi jaring-jaring datar. Inilah mengapa materi ini sangat cocok dikembangkan dalam bentuk media *Augmented Reality* yang menampilkan model bangun ruang secara interaktif.

e. Analisis Teknologi

Pengembangan media menggunakan platform *Unity 3D* karena *engine* ini sangat mendukung pembuatan aplikasi interaktif berbasis Android dan kompatibel dengan *Vuforia Engine* sebagai penggerak fitur AR. *Vuforia* memungkinkan penggunaan marker atau gambar cetak sebagai pemicu munculnya objek 3D dalam kamera perangkat pengguna.

Selain itu, *Unity* memiliki komunitas pengembang luas, dokumentasi lengkap, dan mendukung integrasi dengan berbagai format model 3D seperti FBX. Penggunaan *Visual Studio Code* untuk pemrograman juga mendukung fleksibilitas pengembangan antarmuka dan logika aplikasi.

Berdasarkan pertimbangan teknologi ini, *Unity* dan *Vuforia* dipilih sebagai alat utama karena dapat menghasilkan media pembelajaran yang portabel, ringan, dan mudah digunakan oleh siswa SMP dengan perangkat sederhana.

Dengan kelima pendekatan analisis ini, media Brusistar dikembangkan berdasarkan kebutuhan nyata di lapangan, kesesuaian dengan karakteristik peserta didik, keselarasan dengan kurikulum, keluasan cakupan materi, dan dukungan teknologi yang tepat guna. Ini menjadi fondasi kuat bahwa produk yang dikembangkan memang dirancang berdasarkan landasan teoritis dan praktis yang jelas.

2. Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah penting dalam proses pengembangan media pembelajaran berbasis ADDIE. Setelah kebutuhan pengguna dan latar pembelajaran berhasil diidentifikasi pada tahap analisis, maka perancangan dilakukan sebagai pedoman awal untuk membentuk konsep media secara sistematis, mulai dari struktur isi, fitur yang akan dibangun, hingga aspek teknis perangkat lunak yang akan digunakan.

Perancangan media tidak hanya berfokus pada aspek tampilan, melainkan juga mencakup tujuan pembelajaran, alur navigasi aplikasi, desain antarmuka (user interface), pemilihan perangkat lunak pengembang, serta perencanaan teknis lainnya. Dengan adanya rencana yang matang, proses pengembangan pada tahap selanjutnya akan berjalan lebih terarah dan efisien.

a. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Media Brusistar dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep bangun ruang sisi datar, terutama yang berkaitan dengan:

1) Mengenali bentuk dan nama bangun ruang (kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segiempat)
2) Menyebutkan ciri-ciri bangun ruang (jumlah sisi, titik sudut, dan rusuk)
3) Menyusun jaring-jaring dari masing-masing bangun ruang
4) Mengamati dan memanipulasi bangun ruang melalui teknologi AR

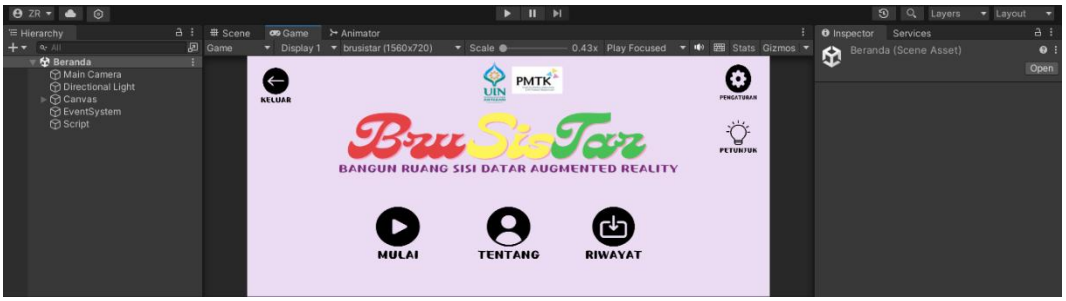
Tujuan ini mengacu pada Capaian Pembelajaran Matematika Fase D, meskipun penelitiannya dilakukan secara mandiri dan tidak dalam konteks pembelajaran langsung. Oleh karena itu, media ini ditujukan untuk memfasilitasi

eksplorasi visual siswa secara mandiri maupun terbimbing, terutama pada aspek pengenalan bentuk dan pemahaman struktur spasial.

b. Perencanaan Fitur dan Alur Interaksi

Agar media dapat berjalan optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, dirancanglah alur interaksi aplikasi yang mudah dipahami. Alur ini disusun untuk memberikan pengalaman belajar yang sistematis, dengan navigasi intuitif dan tidak membingungkan bagi siswa SMP. Rancangan fitur utama meliputi:

1) Tampilan Scene Beranda



Gambar 4.1 Scene Beranda

Scene ini merupakan menu utama yang terdapat beberapa pilihan menuju keluar aplikasi, ke scene petunjuk, menuju bagian pengaturan, juga ada scene tentang, dan terdapat scene mulai/materi.

2) Tampilan Scene Mulai

Gambar 4.2 Scene Mulai

Scene ini merupakan menu mulai yang terdapat beberapa pilihan menuju ke scene tujuan, scene bangun ruang, dan kembali ke beranda

3) Tampilan Scene Kubus

Gambar 4.3 dan 4.4 Scene Kubus

Scene ini merupakan menu kubus yang terdapat beberapa pilihan menuju ke scene selanjutnya, scene AR, dan kembali ke beranda.

4) Tampilan Scene Balok

Gambar 4.5 dan 4.6 Scene Balok

Scene ini merupakan menu balok yang terdapat beberapa pilihan menuju ke scene selanjutnya, scene AR, dan kembali ke beranda.

5) Tampilan Scene Prisma

Gambar 4.7 dan 4.8 Scene Prisma

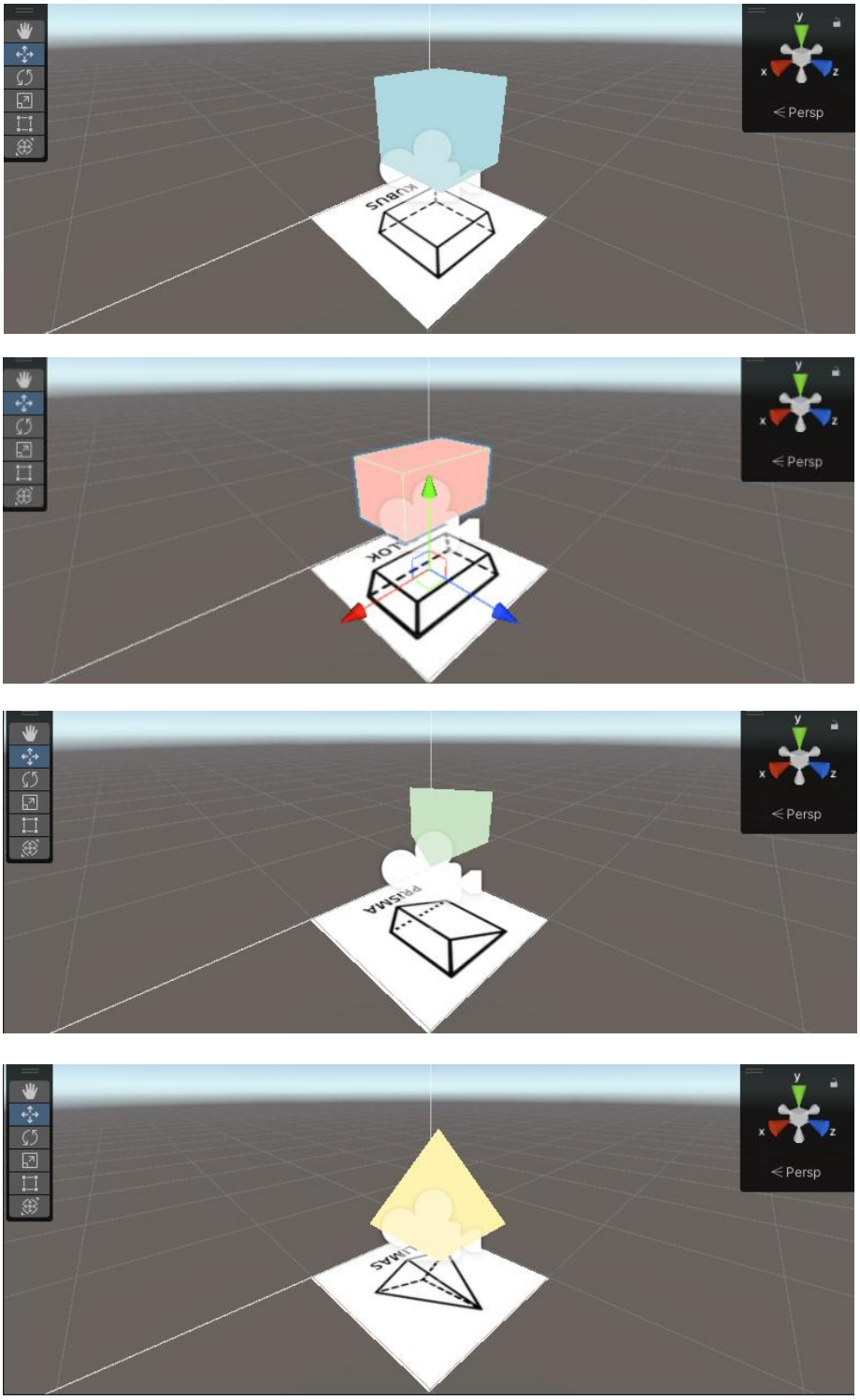
Scene ini merupakan menu prisma yang terdapat beberapa pilihan menuju ke scene selanjutnya, scene AR, dan kembali ke beranda.

6) Tampilan Scene Limas

Gambar 4.9 dan 4.10 Scene Limas

Scene ini merupakan menu limas yang terdapat beberapa pilihan menuju ke scene selanjutnya, scene AR, dan kembali ke beranda

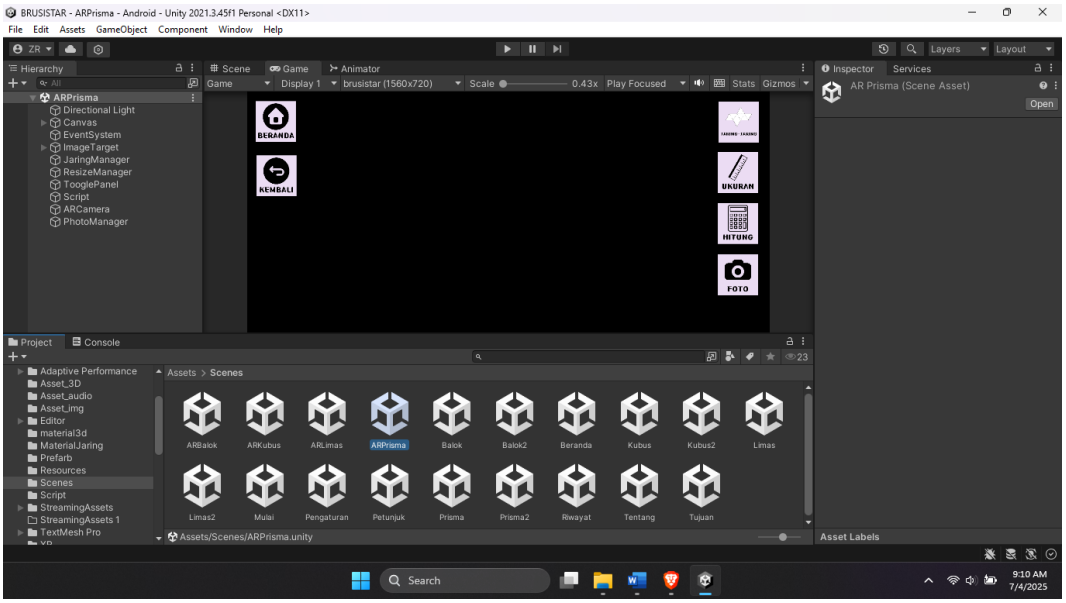
7) Tampilan Objek 3D



Gambar 4.11 – 4.14 Scene Memindai Marker

Scene ini merupakan tempat diprosesnya pemindaian marker agar dapat mendeteksi model 3D.

8) Tombol Fitur pada scene AR



Gambar 4.15 Scene AR

Pada scene ini terdapat tombol jaring yang akan memunculkan jaring model 3d, tombol ukuran yang akan mengubah ukuran 3d menjadi lebih besar atau lebih kecil, kemudian ada tombol kalkulator yang dapat membantu untuk menghitung luas permukaan dan volume pada bangun ruang.

Selain fitur pada AR, juga terdapat tombol interaktif lain sepeti tombol kembali, tombol selanjutnya, dan tombol yang menunjukkan langsung kemana scene akan pergi.

Fitur-fitur tersebut dipilih dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, sumber daya, serta fokus penelitian yang hanya mencakup pengembangan, bukan evaluasi hasil belajar siswa.

c. Desain Antarmuka

Antarmuka aplikasi dirancang dengan prinsip sederhana, bersih, dan mudah digunakan. Tata letak tombol disusun secara ergonomis agar mudah dijangkau dengan ibu jari pengguna, mengingat media ini dijalankan di perangkat Android.

Warna yang digunakan dominan putih dan abu terang untuk menjaga kontras terhadap objek 3D yang polos tanpa tekstur. Ikon dan teks dibuat besar agar dapat dibaca dengan jelas oleh siswa. Musik latar juga ditambahkan secara ringan dan tidak mengganggu, untuk menciptakan suasana belajar yang menyenangkan.

Desain awal antarmuka disusun menggunakan Canva sebagai panduan visual sebelum dikembangkan ke dalam bentuk kode dan prefab di *Unity*. Penempatan tombol dan transisi antar-scene dibuat sesingkat mungkin agar pengalaman pengguna tetap nyaman dan fokus pada eksplorasi bangun ruang.

d. Pemilihan Perangkat Lunak

Berikut perangkat lunak utama yang digunakan dalam pengembangan:

1) *Unity 3D*, sebagai game engine utama untuk merancang interaksi, navigasi, dan logika aplikasi.
2) *Vuforia Engine*, untuk menangani tracking marker AR berbasis kamera.
3) Visual Studio Code, digunakan untuk menulis skrip dalam bahasa pemrograman C#.
4) Canva, untuk merancang tampilan UI sebelum diterapkan ke *Unity*.

Pemilihan software ini didasarkan pada kompatibilitas, dokumentasi yang melimpah, serta kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran visual 3D berbasis AR. *Unity* dan *Vuforia* dipilih karena kemampuannya mendukung pengembangan multiplatform dengan efisiensi tinggi.

e. Penyusunan Struktur Folder dan Scene

Untuk mendukung kerapihan struktur proyek dan efisiensi pengembangan, peneliti menyusun folder dan scene sebagai berikut:

1) Scenes/ → berisi scene utama: Beranda, Mulai, Pengaturan, Petunjuk, Tentang, Tujuan, Kubus, Kubus2, Balok, Balok2, Prisma, Prisma2, AR Kubus, AR Balok, AR Prisma, AR Limas.
2) Prefabs/ → berisi prefab objek 3D dan UI.
3) Scripts/ → kumpulan skrip navigasi, tracking, dan interaktivitas.
4) Models/ → model 3D FBX untuk kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segiempat.
5) Textures/ → hanya berisi latar polos, tidak digunakan untuk objek.
6) Audio/ → musik latar format MP3.

Struktur ini membantu proses debugging dan pemanggilan objek agar lebih efisien, terutama saat dilakukan uji coba atau revisi minor.

Dengan tahap perancangan yang matang, pengembangan media pembelajaran Brusistar memiliki fondasi yang kuat dalam hal desain tujuan, interaktivitas, tampilan, serta pemilihan tools pengembang. Hal ini sangat penting karena media ini bukan hanya dikembangkan untuk dijalankan sekali, tetapi untuk digunakan sebagai alat bantu pembelajaran yang fleksibel dalam jangka panjang.

3. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan proses merealisasikan rancangan media ke dalam bentuk produk nyata yang siap digunakan. Pada model ADDIE, tahap ini bertujuan untuk mengimplementasikan hasil perancangan ke dalam media digital secara fungsional, mulai dari penyusunan elemen media, pemrograman, pengujian awal, hingga revisi internal sebelum diuji oleh pengguna.

Dalam penelitian ini, proses pengembangan difokuskan pada pembuatan aplikasi Brusistar, sebuah media pembelajaran matematika berbasis *Augmented Reality* (AR) yang menampilkan model bangun ruang sisi datar dan jaring-jaringnya secara interaktif. Aplikasi ini dikembangkan secara mandiri menggunakan perangkat lunak *Unity 3D*, *Vuforia Engine*, dan Visual Studio Code, dengan model 3D.

a. Model 3D

Langkah awal dalam tahap pengembangan adalah model bangun ruang dalam format 3D. Model yang dibuat terdiri atas: Kubus, Balok, Prisma segitiga, dan Limas segiempat.

Setiap model dibuat dalam versi utuh dengan ukuran model disesuaikan agar proporsional saat ditampilkan di AR. Model tidak diberi tekstur atau label, agar tampilannya tetap bersih dan fokus pada bentuk geometris. Semua model kemudian diekspor ke format .FBX agar dapat diimpor dengan mudah ke dalam *Unity*.

b. Integrasi Model dengan Marker *Vuforia*

Setelah model 3D siap, langkah berikutnya adalah menghubungkannya dengan sistem tracking marker *Vuforia*. Peneliti menggunakan fitur Image Target dari *Vuforia Engine*, di mana setiap marker yang dicetak akan memunculkan model 3D yang sesuai di layar perangkat pengguna.

Marker yang digunakan adalah gambar dua dimensi sederhana dan setiap bangun ruang memiliki marker tersendiri, sehingga ketika marker dipindai dengan kamera melalui AR Scene di aplikasi Brusistar, maka model 3D dari bangun tersebut akan langsung muncul.

c. Pemrograman Fitur Interaktif

Pengkodean fitur interaktif dilakukan menggunakan bahasa C# di *Unity* melalui Visual Studio Code. Beberapa skrip utama yang dikembangkan antara lain:

1) Script Navigasi Scene

   Mengatur perpindahan antar tampilan: dari satu scene ke scene berikutnya.

2) Script Transformasi Jaring-Jaring

   Mengganti tampilan objek dari bentuk utuh ke bentuk jaring-jaring dengan satu tombol.

3) Script Mengubah ukuran 3D Model

   Mengubah ukuran objek dari bentuk utuh ke dalam besar ukuran yang diinginkan dengan satu tombol.

4) Script Kalkulator

   Membantu menghitung Luas Permukaan dan Volume masing-masing bangun ruang dengan satu tombol.

Seluruh skrip dikembangkan secara modular, sehingga mudah diperbaiki dan diperluas di kemudian hari.

d. Pengujian Internal dan Revisi

Setelah semua fitur selesai dikembangkan, aplikasi diuji secara menyeluruh oleh peneliti. Uji fungsional ini dilakukan untuk memastikan bahwa: Semua model muncul dengan benar saat marker dipindai, Model dapat diputar dan diperbesar dengan responsive, Transformasi jaring-jaring berjalan sesuai perintah, Gambar berhasil disimpan ke galeri dan muncul kembali di menu Riwayat.

Dalam proses ini, ditemukan beberapa bug seperti kesalahan skala model (terlalu besar atau terlalu kecil), kesalahan posisi objek, hingga rotasi tidak sesuai sumbu. Peneliti kemudian merevisi skala model menggunakan pembanding otomatis untuk setiap jenis bangun ruang. Revisi juga dilakukan pada tombol-tombol UI yang terlalu kecil, sehingga diperbesar agar mudah ditekan oleh jari siswa. Musik latar ditambahkan dalam format MP3 dengan durasi pendek dan suara lembut agar suasana belajar menjadi lebih menyenangkan.

e. Pelaksanaan Validasi oleh Ahli

Masing-masing ahli diberikan lembar validasi dalam bentuk angket skala Likert empat poin, serta tautan aplikasi Brusistar yang sudah dikompilasi dalam bentuk APK dan dapat dijalankan di perangkat Android.

Validasi dilakukan secara daring, dengan instrumen dikirim melalui komunikasi pendukung.

Tabel 4.1 Hasil validasi ahli materi pembelajaran

Kriteria	**Indikator**	**Skor**
		Validator
Aspek Kelayakan Isi	13	40
Aspek Kelayakan Penyajian	9	31
Skor dalam Persentase		80.68%
Kriteria		Sangat Valid

Hasil tersebut menunjukkan bahwa media Brusistar dinilai sangat valid dari segi kelayakan isi dan penyajiannya oleh ahli materi. Hal ini mengindikasikan bahwa isi materi matematika yang ditampilkan dalam media telah sesuai dengan kompetensi dasar, akurasi konsep matematika, serta penyampaian visualnya mudah dipahami oleh siswa SMP.

Dengan demikian, berdasarkan validasi ahli materi, media pembelajaran dinyatakan layak untuk digunakan sebagai salah satu alternatif sumber belajar interaktif dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar.

Tabel 4.2 Hasil validasi ahli media pembelajaran

Kriteria	**Indikator**	**Skor**
		Validator
Aspek Kelayakan Media	18	60
Skor dalam Persentase		83.33%
Kriteria		Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran Brusistar dikategorikan sangat valid, dengan skor persentase sebesar 83,33%. Ini mengindikasikan bahwa aspek teknis dan visual media telah memenuhi standar

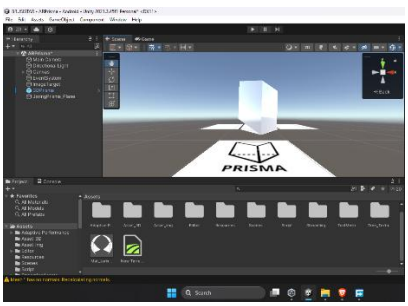
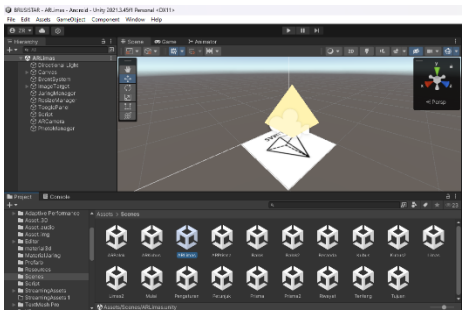
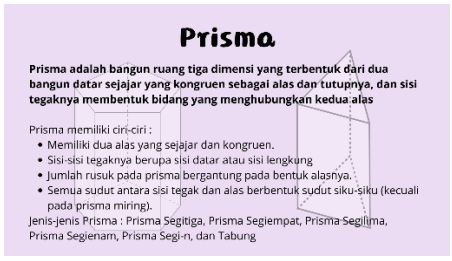
kelayakan media pendidikan, termasuk kesesuaian tampilan, respons interaksi pengguna, serta kemudahan pengoperasian oleh siswa.

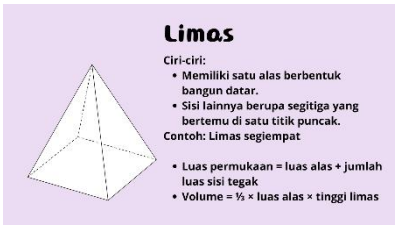
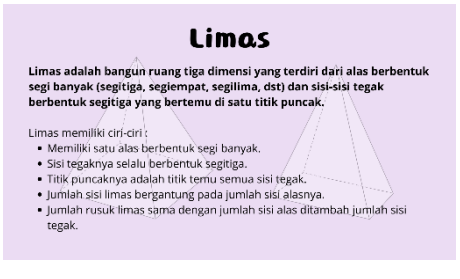
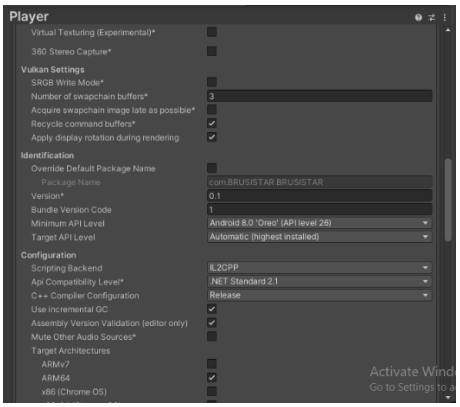
Dengan demikian, media ini layak digunakan untuk mendukung proses pembelajaran matematika, khususnya dalam materi bangun ruang sisi datar, karena dinilai telah sesuai dari sisi desain dan fungsionalitas media pembelajaran digital.

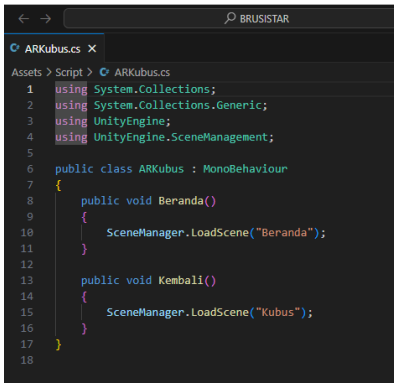
a. Revisi Pertama

Hasil validasi dari para ahli juga menghasilkan komentar dan saran untuk dijadikan panduan revisi pada media pembelajaran matematika berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine.*

Tabel 4.3 Revisi dari para ahli

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
 Model 3D terlalu polos dan sederhana, sehingga kadang tidak terlihat dengan jelas wujud model 3D	 Semua model 3D dimodifikasi sedikit dengan diberi sentuhan warna yang dibedakan antar bangun ruang agar tidak menyatu warna dengan marker dan jaring-jaring
	

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
 Pada materi prisma, terlihat tidak terlalu menyinggung prisma segitiga padahal AR yang digunakan adalah prisma segitiga. Begitupun dengan limas, tidak terlalu memuat limas segiempat yang digunakan pada AR.	  Tampilan pada materi prisma dan limas diperbaiki serta penambahan scene prisma segitiga dan limas segiempat untuk bagian rumus dan contoh benda.
Aplikasi tidak bisa diinstal di beberapa tipe hp	 Peneliti menurunkan API level dari android 10 (Level 29, Q) menjadi android 8 (Level 26, oreo), yang mana minimal perangkat seluler dirilis di atas

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	tahun 2017 dengan update android terbaru
 Tombol Interaktif kembali pada scene materi bangun ruang sisi datar, berfungsi ke scene beranda, yang mana scene untuk kembali ke beranda sudah mempunyai tombolnya sendiri	 Peneliti memperbaiki kesalahan pada setiap tombol kembali pada scene materi tiap bangun ruang. Kesalahan terletak pada tujuan scene yang dituju tombol, yang mana sebelumnya menuju ke beranda, bukan ke scene sebelumnya

Dengan selesainya tahap pengembangan, media pembelajaran Brusistar berhasil dibangun menjadi aplikasi AR yang dapat menampilkan model bangun ruang interaktif dan menyenangkan, lengkap dengan fitur jaring-jaring, simpan foto, dan navigasi yang sederhana. Produk ini siap diuji oleh calon pengguna untuk memperoleh masukan sebagai dasar evaluasi lebih lanjut.

4. Tahap Implementasi

Tahap implementasi dalam model ADDIE merupakan proses awal pengujian produk yang telah dikembangkan, dengan melibatkan pengguna secara langsung dalam skala terbatas. Tujuan utama dari tahap ini bukan untuk mengukur

efektivitas pembelajaran, melainkan untuk mengetahui tanggapan, kesesuaian penggunaan, dan kelayakan media berdasarkan penilaian ahli dan calon pengguna.

Dalam penelitian ini, implementasi dilakukan, dengan melibatkan responden guru matematika SMPN 15 Banjarmasin dan 31 orang siswa kelas VIII SMPN 15 Banjarmasin. Implementasi dilakukan di luar jam pembelajaran formal karena penelitian ini tidak dilakukan pada masa aktif pembelajaran. Oleh karena itu, strategi pelaksanaannya dirancang secara fleksibel dan mandiri, disesuaikan dengan ketersediaan waktu dan perangkat dari masing-masing responden.

Sebanyak 31 siswa kelas VIII SMPN 15 Banjarmasin dan guru matematika dilibatkan dalam uji coba terbatas. Uji coba dilakukan di luar jam pelajaran, dengan mekanisme: diberikan tautan unduh APK untuk menginstal aplikasi Brusistar, diberikan file marker, diberikan petunjuk penggunaan aplikasi, mencoba media, dilanjutkan mengisi lembar angket respon siswa.

Uji coba berlangsung selama beberapa hari, dan diperbolehkan mengeksplor media secara bebas di perangkat mereka. Proses ini memungkinkan siswa dan guru mencoba fitur-fitur seperti pemindaian marker, melihat bangun ruang 3D, membuka jaring-jaring, dan menyimpan foto hasil eksplorasi.

a. Pelaksanaan Uji Coba (Kepraktisan) kepada Guru

Tabel 4.4 Hasil respon guru

Kriteria	**Indikator**	**Skor**
		Validator
Materi	6	20
Bahasa	4	16
Tampilan	7	22
Skor dalam Persentase		85.29%
Kriteria		Sangat Praktis

Berdasarkan kriteria interpretasi skor, hasil tersebut termasuk dalam kategori “Sangat Praktis”. Hal ini menunjukkan bahwa guru menilai media pembelajaran yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran matematika, baik dalam konteks pembelajaran langsung maupun mandiri.

Penilaian ini mencerminkan bahwa dari sisi pengguna (guru), media Brusistar sudah memenuhi aspek kemudahan penggunaan, kelengkapan fitur, dan relevansi dengan kebutuhan pengajaran di lapangan. Respon positif ini menjadi landasan penting bahwa media tidak hanya layak secara isi dan teknis, tetapi juga praktis diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar.

b. Pelaksanaan Uji Coba (Kepraktisan) kepada Siswa

Tabel 4.5 Hasil respon siswa

Kriteria	Indikator	Skor
		Validator
Ketertarikan	11	1168
Materi	4	411
Bahasa	4	432
Skor dalam Persentase		85,35%
Kriteria		Sangat Praktis

Berdasarkan hasil tersebut, media pembelajaran Brusistar dinyatakan berada dalam kategori "Sangat Praktis" menurut respon siswa. Ini mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan sangat mudah digunakan, menyenangkan, dan menarik minat belajar siswa terhadap materi bangun ruang sisi datar.

Temuan ini sekaligus memperkuat bahwa media Brusistar tidak hanya layak digunakan secara isi dan teknis, tetapi juga praktis diterapkan dalam proses pembelajaran di tingkat SMP, baik dalam kegiatan individual maupun kolaboratif.

c. Revisi Kedua

Berdasarkan hasil respon guru didapatkan skor 85,29% dengan kriteria "sangat praktis", dan hasil respon siswa kelas VIII D sebanyak 31 orang yang mendapatkan skor 85,35% dengan kriteria "sangat praktis". Adapun komentar guru dan siswa yang telah menggunakan media hasil revisi pertama mengatakan media pembelajaran dapat digunakan dengan baik walaupun ada beberapa murid yang mengalami kendala tidak bisa melakukan instalasi dikarenakan belum memperbarui perangkatnya. Namun, akhirnya didapatkan solusi dengan menggunakan perangkat

seluler yang lebih terbarui. Sehingga, dari penjelasan tersebut diketahui bahwa media pembelajaran tidak terdapat revisi di dalamnya.

d. Tujuan dan Manfaat Implementasi

Implementasi dilakukan untuk memperoleh tanggapan awal sebagai dasar pertimbangan sebelum mengevaluasi media secara menyeluruh. Selain itu, implementasi ini menjadi sarana untuk:

1) Menguji fungsi teknis aplikasi di berbagai perangkat Android
2) Memastikan aksesibilitas marker cetak/manual
3) Menganalisis respon pengguna terkait kenyamanan, daya tarik, dan kemudahan navigasi
4) Mendapatkan masukan untuk perbaikan atau pengembangan lanjutan

Tahap implementasi menjadi jembatan penting sebelum evaluasi formal dilakukan. Hasil dari tahap ini akan menjadi bahan utama untuk menilai sejauh mana media Brusistar telah memenuhi kebutuhan pembelajaran dan layak untuk digunakan dalam konteks pendidikan matematika berbasis teknologi.

5. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dalam model ADDIE merupakan proses akhir dari rangkaian pengembangan media, yang bertujuan untuk menilai kelayakan produk berdasarkan hasil validasi dan respon pengguna. Evaluasi ini dilakukan secara formatif, artinya penilaian dilakukan selama proses pengembangan berlangsung, bukan setelah media digunakan secara luas.

Dalam penelitian ini, evaluasi dilakukan melalui pengumpulan data dari para ahli, guru matematika, dan siswa kelas VIII SMPN 15 Banjarmasin (31 orang)

Setiap responden diberikan instrumen evaluasi dalam bentuk angket skala Likert 4 poin (Sangat Setuju, Setuju, Kurang Setuju, Tidak Setuju) yang telah disesuaikan dengan karakteristik media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan, yaitu Brusistar.

a. Hasil Validasi Ahli

Ahli merupakan seorang dosen pendidikan matematika yang menilai kelayakan media berdasarkan aspek dan keterkaitan dengan materi bangun ruang sisi datar. Hasil validasi menunjukkan bahwa dari ahli media mendapatkan skor 83,33% yang tergolong dalam kategori "Sangat Valid" dan dari ahli materi mendapatkan skor 80,68% yang juga tergolong dalam kategori “Sangat Valid”.

Ahli memberikan catatan positif terhadap kejelasan bentuk bangun ruang dan keberhasilan visualisasi jaring-jaring yang membantu pemahaman spasial siswa.

b. Hasil Respon Guru Matematika

Guru matematika sebagai praktisi memberikan penilaian terhadap aspek:

1) Keterpakaian media dalam pembelajaran, Kesesuaian fitur dengan kebutuhan siswa, Kemudahan penggunaan dan navigasi, Kemampuan media dalam menarik perhatian dan memfasilitasi eksplorasi mandiri. Dari total 12 butir penilaian, guru memberikan skor 85,29% yang termasuk dalam kategori "Sangat praktis".

2) Guru menyampaikan bahwa meskipun media tidak disertai soal atau kuis, namun sangat membantu dalam proses pengenalan bentuk bangun ruang dan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran visual yang efektif.

c. Hasil Respon Siswa

Sebanyak 31 siswa kelas VIII SMPN 15 Banjarmasin ikut memberikan respon setelah mencoba media Brusistar di perangkat Android mereka. Instrumen angket terdiri dari aspek: Kemudahan penggunaan, Tampilan dan daya tarik. Manfaat media dalam memahami bentuk bangun ruang, pengalaman menggunakan AR dan fitur lainnya. Mendapatkan skor dari seluruh siswa adalah 85,35%, dengan sebagian besar menyatakan bahwa aplikasi ini:

1) Menarik dan menyenangkan,
2) Mempermudah mengenali perbedaan antar bangun ruang
3) Memberikan pengalaman belajar yang tidak membosankan
4) Cocok digunakan di rumah secara mandiri

Beberapa siswa menyarankan agar media ini nantinya dilengkapi dengan fitur suara atau kuis interaktif.

d. Simpulan Evaluasi

Berdasarkan hasil validasi ahli dan respon pengguna, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran matematika Brusistar sangat layak digunakan sebagai alternatif alat bantu belajar bangun ruang sisi datar. Visualisasi 3D dan fitur lainnya memberi dampak positif terhadap pemahaman siswa, terutama dalam hal membedakan bentuk dan ciri khas masing-masing bangun ruang.

Dengan demikian, tahap evaluasi memberikan gambaran bahwa media tidak hanya berhasil dikembangkan secara teknis, tetapi juga mendapatkan respon sangat positif dari berbagai pihak. Ini menunjukkan bahwa Brusistar telah memenuhi tujuan pengembangannya sebagai media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang sederhana namun fungsional.

C. Pembahasan

1. Hasil Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan fondasi awal dalam pengembangan media pembelajaran berbasis model ADDIE. Dalam tahap ini, peneliti menganalisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, serta kurikulum, materi, dan teknologi yang relevan. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami materi bangun ruang sisi datar karena sifatnya yang abstrak jika hanya disajikan dalam bentuk gambar dua dimensi.

Informasi yang didapat dari guru juga memperkuat bahwa keterbatasan media visual sering menjadi hambatan utama dalam pembelajaran geometri, khususnya materi bangun ruang. Hal ini selaras dengan pernyataan bahwa media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan, meningkatkan perhatian, dan menumbuhkan motivasi belajar siswa. Maka, kebutuhan akan media pembelajaran yang mendukung visualisasi spasial menjadi sangat penting.

Lebih lanjut, hasil analisis karakteristik siswa memperlihatkan bahwa mereka termasuk dalam kategori generasi digital, akrab dengan teknologi berbasis Android, dan menunjukkan minat tinggi terhadap aplikasi interaktif. Hal ini mendukung pemanfaatan media *Augmented Reality* (AR), karena teknologi ini

dapat menyajikan objek virtual yang tampak seolah-olah berada di dunia nyata melalui perangkat yang telah mereka kuasai.

Analisis kurikulum merujuk pada Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka, yang mencantumkan kompetensi tentang pengenalan dan pemahaman sifat-sifat bangun ruang. Maka, media berbasis AR yang menampilkan model 3D bangun ruang beserta jaring-jaringnya merupakan pendekatan yang sesuai.

Analisis materi dilakukan untuk menyaring pokok bahasan apa saja yang paling mendasar dan relevan dengan kebutuhan visualisasi siswa. Hasilnya, dipilih empat bangun ruang utama: kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segiempat.

Sementara itu, analisis teknologi dilakukan untuk menentukan platform yang paling memungkinkan dalam pengembangan media. *Unity 3D* dipilih karena mendukung scripting C# yang fleksibel dan dapat diintegrasikan langsung dengan *Vuforia Engine* sebagai pelacak marker AR. Keputusan ini didukung oleh studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa *Unity* merupakan salah satu game engine yang paling banyak digunakan untuk aplikasi berbasis AR karena kinerjanya yang stabil dan dokumentasinya yang lengkap.

Dengan demikian, tahap analisis menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine* untuk materi bangun ruang sisi datar tidak hanya relevan dengan kebutuhan peserta didik dan kurikulum, tetapi juga sesuai dengan karakteristik pengguna dan perkembangan teknologi pendidikan.

2. Hasil Tahap Perancangan

Tahap perancangan (*design*) dalam model ADDIE bertujuan untuk merumuskan bentuk dan struktur media yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis sebelumnya. Perancangan dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan aspek konten, tampilan, antarmuka pengguna, dan alur interaksi.

Langkah awal dalam tahap ini adalah menyusun desain media pembelajaran dalam bentuk kerangka dan alur navigasi antarscene. Perancangan mencakup elemen-elemen berikut: halaman beranda, scene AR utama (yang memunculkan model 3D dari marker), tombol transformasi jaring-jaring dan lainnya. Struktur ini dibuat sederhana agar siswa dapat menggunakan media secara mandiri tanpa pendampingan guru.

Dalam penyusunan desain media, prinsip interaktif dan responsif turut menjadi fokus. Hal ini didasarkan pada prinsip pembelajaran modern bahwa media digital yang bersifat interaktif dapat mendorong keterlibatan kognitif peserta didik secara lebih dalam dibandingkan media statis. Oleh karena itu, dalam perancangan aplikasi Brusistar, fitur seperti transformasi ke jaring-jaring dirancang agar dapat diakses langsung dari layar perangkat melalui gesture sentuhan.

Perancangan juga memperhatikan prinsip keterpaduan antarfitur dan kejelasan navigasi, agar pengguna tidak kebingungan. Penempatan tombol dan urutan scene dirancang secara intuitif dengan mempertimbangkan urutan logis dari proses eksplorasi bangun ruang: dari pengenalan bentuk → transformasi ke jaring.

Semua ini dirancang terlebih dahulu sebelum dieksekusi ke tahap pengembangan teknis.

Tahap perancangan tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan pengguna, tetapi juga keterbatasan perangkat. Oleh karena itu, seluruh desain dibuat ringan, tanpa animasi berat atau tekstur kompleks, agar dapat berjalan lancar di sebagian besar perangkat Android siswa.

Berdasarkan hasil perancangan ini, aplikasi Brusistar diproyeksikan mampu menyediakan pengalaman belajar yang sederhana namun bermakna. Dengan desain yang mendukung eksplorasi visual dan kontrol pengguna, media ini dirancang secara sadar untuk menjawab kebutuhan siswa dalam memahami struktur bangun ruang berbasis AR.

3. Hasil Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan adalah fase di mana desain yang telah dirumuskan sebelumnya mulai diwujudkan ke dalam bentuk media digital yang fungsional. Pada tahap ini, seluruh aset yang dirancang seperti model bangun ruang, tampilan antarmuka, dan fitur interaktif diimplementasikan secara langsung menggunakan perangkat lunak dan platform yang telah ditentukan.

Dalam pengembangan media Brusistar, digunakan dua perangkat lunak utama, yaitu *Unity 3D* dan *Vuforia Engine*. *Unity 3D* dipilih karena merupakan platform pengembangan lintas perangkat (*cross-platform*) yang mendukung objek 3D, *scripting* C#, dan integrasi dengan teknologi AR. Sedangkan *Vuforia Engine* digunakan untuk pengenalan gambar (*image tracking*), di mana marker hasil desain siswa dapat dikenali kamera dan menampilkan objek 3D yang sesuai.

Pemilihan *Unity* dan *Vuforia* didasarkan pada efisiensi integrasi, dokumentasi yang luas, dan dukungan komunitas pengguna yang aktif. *Unity* dan *Vuforia* adalah kombinasi populer dalam pengembangan aplikasi berbasis AR karena mampu menggabungkan objek virtual dengan dunia nyata secara real-time.

Langkah pertama dalam proses ini adalah model 3D bangun ruang, termasuk kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segiempat yang diekspor dalam format FBX agar kompatibel dengan *Unity*. Setiap model dipasangkan dengan PNG jaring-jaringnya.

Selanjutnya, dilakukan scripting interaktif menggunakan bahasa C#. Beberapa skrip yang dikembangkan antara lain:

1) Skrip untuk mengatur skala model sesuai satuan nyata (cm)
2) Skrip transformasi jaring-jaring
3) Skrip untuk menghitung luas permukaan dan volume
4) Skrip untuk berpindah scene, dll.

Pengembangan ini dilakukan secara bertahap, dimulai dari satu marker dan satu model, lalu diperluas ke seluruh model bangun ruang. Setelah semua fitur dasar selesai, media diekspor menjadi file APK dan diuji coba pada perangkat Android. Aplikasi diuji pada perangkat untuk memastikan bahwa media tidak mengalami *lag, crash,* atau kesalahan deteksi marker. Selain pengembangan teknis, juga dilakukan penyusunan petunjuk penggunaan dalam bentuk PDF dan video singkat, agar siswa dapat memahami cara kerja aplikasi secara mandiri. Hal ini penting mengingat media akan diuji coba di luar kelas tanpa pendampingan langsung.

Setelah media dikembangkan sesuai rancangan awal, peneliti melakukan proses validasi oleh dua validator ahli, yaitu ahli media dan ahli materi. Tujuan dari validasi ini adalah untuk menilai kelayakan media sebelum dilakukan uji kepraktisan oleh guru dan siswa.

Validasi media dilakukan dengan aspek yang dinilai meliputi tampilan visual, interaktivitas, navigasi, serta kesesuaian media dengan karakteristik pengguna. Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh skor total sebesar 83,33% dari skala maksimal, yang termasuk dalam kategori "Sangat Valid". Hal ini menunjukkan bahwa secara teknis dan desain, media pembelajaran Brusistar layak digunakan dan tidak memerlukan revisi mayor.

Validasi ahli materi dilakukan dengan aspek yang dinilai meliputi kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, akurasi konsep matematika, serta penyajian informasi yang sistematis dan mudah dipahami. Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh skor total sebesar 80,68%, yang termasuk dalam kategori "Sangat Valid". Hal ini menunjukkan bahwa media telah sesuai dengan standar isi pembelajaran matematika dan dapat digunakan sebagai pendukung dalam memahami materi bangun ruang sisi datar.

Dengan demikian, proses validasi pada tahap pengembangan telah memastikan bahwa media yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan baik secara teknis maupun isi. Proses ini menjadi dasar penting sebelum melanjutkan ke tahap implementasi berupa uji kepraktisan oleh pengguna.Tahap pengembangan dalam media Brusistar menunjukkan bahwa perencanaan yang matang serta pemilihan tools yang tepat mampu menghasilkan media pembelajaran berbasis

Augmented Reality. Hasil pengembangan ini menjadi pondasi utama untuk uji implementasi dan evaluasi kelayakan produk oleh pengguna akhir.

4. Hasil Tahap Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerapan media Brusistar kepada pengguna yang telah ditentukan, yaitu siswa kelas VIII SMPN 15 Banjarmasin dan guru mata pelajaran matematika. Implementasi ini dilakukan di luar masa pembelajaran formal, sehingga pendekatannya bersifat simulatif dan mandiri. Hal ini tidak mengurangi nilai ilmiah penelitian, karena implementasi tetap difokuskan pada uji keterpakaian media dalam konteks pengguna sebenarnya.

Media yang telah dikembangkan kemudian disosialisasikan terlebih dahulu kepada guru, untuk memastikan bahwa isi dan fitur aplikasi sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan tidak menimbulkan kebingungan. Guru juga diberikan akses terhadap file APK dan lembar petunjuk penggunaan sebagai referensi teknis.

Siswa kemudian diarahkan untuk mengunduh dan menggunakan media secara mandiri di perangkat Android masing-masing. Proses ini didampingi melalui komunikasi daring untuk menjawab kendala teknis seperti penginstalan atau penggunaan marker. Implementasi ini dilakukan dalam waktu terbatas dan berfokus pada: Uji kemudahan penggunaan, Respon terhadap fitur-fitur, Antusiasme terhadap eksplorasi bentuk bangun ruang melalui AR

Implementasi dalam pengembangan media pembelajaran tidak harus dilakukan dalam kelas formal, melainkan dapat dilaksanakan dalam konteks eksperimen terbatas untuk mengetahui sejauh mana media dapat digunakan sesuai

dengan desain yang dirancang. Maka, strategi pelaksanaan luar kelas seperti yang dilakukan dalam penelitian ini tetap relevan dan sahih secara metodologis.

Dari hasil implementasi, diperoleh data bahwa siswa menunjukkan ketertarikan tinggi terhadap aplikasi Brusistar. Mereka menikmati proses memindai marker, melihat objek, dan fitur lainnya. Guru juga menyampaikan bahwa fitur pada media sangat membantu dalam menjelaskan konsep geometri yang sebelumnya sulit dipahami hanya dengan gambar buku.

Dengan demikian, tahap implementasi membuktikan bahwa media yang dikembangkan dapat digunakan secara mandiri oleh siswa dan tetap memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna, meskipun dilakukan di luar kelas. Hasil implementasi juga mendukung pelaksanaan evaluasi akhir terhadap kelayakan media.

5. Hasil Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan bagian penentu dalam pengembangan media, karena memberikan gambaran akhir mengenai tingkat kelayakan media berdasarkan hasil penilaian para ahli dan pengguna. Dalam penelitian ini, evaluasi dilakukan selama proses pengembangan untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk.

Tampilan sederhana, navigasi mudah, serta fitur-fitur yang sangat membantu guru dalam menjelaskan konsep ruang. Guru juga menyarankan bahwa media akan lebih efektif bila dilengkapi petunjuk penggunaan untuk siswa, yang dalam pengembangan ini sudah disiapkan. Dari 31 siswa, Mereka menyebut media ini menarik, mudah digunakan, dan memberikan pengalaman belajar yang berbeda

dari biasanya. Respon siswa memperlihatkan bahwa meskipun digunakan secara mandiri, mereka mampu memahami cara kerja aplikasi dan dapat mengeksplorasi bentuk bangun ruang tanpa merasa kesulitan.

Dengan demikian, evaluasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran Brusistar layak digunakan dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar. Evaluasi juga memberikan umpan balik positif yang memperkuat bahwa pendekatan visual dan interaktif melalui AR mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dan pemahaman nyata siswa.