

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengkaji penerapan *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran. Berikut beberapa referensi penelitian sebelumnya yang masih relevan dengan penelitian ini.

Pada penelitian yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang 3D Berbasis Android Dengan Memanfaatkan *Augmented Reality*”[4], membahas mengenai penerapan *augmented reality* dalam aplikasi Bangun Ruang AR kepada siswa kelas VI SDN Sawotratap 1. Metode pengembangan aplikasi yang diterapkan pada penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) yang dibuat menggunakan *software* Android Studio dan MaxstAR SDK. Pengujian aplikasi ini menggunakan uji *black box* dan kuesioner. Siswa dan guru memberikan respon yang bagus baik itu sisi visual, sisi perangkat lunak ataupun sisi desain pembelajaran. Angket yang dibagikan kepada 30 siswa kelas VI SDN Sawotratap 1 Sidoarjo menunjukkan respon positif, sehingga aplikasi ini sangat layak untuk diterapkan di Sekolah Dasar.

Pada penelitian yang berjudul “Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis *Augmented Reality*”[23], membahas mengenai penerapan AR dalam pembelajaran bangun ruang sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan marker yang disusun dan digabungkan menyerupai buku, menggunakan metode *prototype* dalam pembuatannya serta pengujian sistem menggunakan ISO 9126-*functionality*. Hasil pengujian oleh guru matematika menunjukkan, bahwa aplikasi yang telah dibuat dinyatakan berfungsi sempurna dan dapat membantu dalam penyampaian materi bangun ruang kepada murid.

Pada penelitian yang berjudul “Pembangunan Aplikasi Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Tingkat SD/SMP Dengan Menggunakan

Metode *Marker Augmented Reality*”[15], membahas mengenai penerapan teknologi *AR* pada media pembelajaran matematika materi bangun ruang, bangun datar, dan angka untuk siswa kelas 2 Sekolah Dasar Pelita dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa penggunaan aplikasi *AR* bangun ruang dapat memberikan kemudahan bagi siswa dalam memahami materi dan meningkatkan minat mereka dalam proses belajar bangun ruang. Selain itu, fitur kuis dalam aplikasi tersebut juga memungkinkan guru untuk mengevaluasi tingkat pemahaman siswa.

Pada penelitian yang berjudul “Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*”[8], membahas tentang penerapan teknologi *Augmented Reality* (*AR*) pada media pembelajaran matematika yang mencakup materi bangun ruang, bangun datar, dan angka. Penelitian ini fokus pada siswa kelas 2 Sekolah Dasar Pelita dan mengadopsi metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dalam proses pengembangan aplikasi. Untuk melakukan evaluasi, dilakukan pengujian *black box* sebagai metode penilaian. Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi ini dapat digunakan dengan normal dan dapat digunakan siswa sebagai aplikasi alternatif dalam mempelajari bangun ruang.

Pada penelitian yang berjudul “Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis *Augmented Reality* Dengan Menggunakan *Marker AR*”[7], membahas mengenai penerapan *augmented reality* dalam aplikasi alat bantu peraga bangun ruang untuk siswa kelas V SD Negeri 18 Kaur Selatan. Penelitian ini menggunakan metode incremental dalam pengembangannya dan menggunakan kuesioner dalam pengujian aplikasi ini. Hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan 85% guru berpendapat aplikasi ini dapat mempermudah dan mempersingkat waktu dalam penyampaian materi serta dinilai dapat meningkatkan pemahaman siswa. Kemudian 90% menyatakan aplikasi ini mampu membuat suasana pembelajaran yang membosankan menjadi interaktif.

Penelitian terdahulu mengenai *Augmented Reality* menunjukkan bahwa *Augmented Reality* dapat digunakan untuk media pembelajaran bangun ruang. Tabel 2.1 menunjukkan rincian penelitian yang telah dipaparkan diatas.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu *Augmented Reality*

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Masalah	Hasil	Perbandingan
1.	Z. Mubarak (2019)[4]	Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang 3D Berbasis Android Dengan Memanfaatkan <i>Augmented Reality</i>	Siswa terkadang kesulitan dalam membayangkan bangun ruang. Misalnya membayangkan balok yang berongga didalamnya.	Hasil penelitian ini yaitu aplikasi <i>AR</i> dapat menampilkan bentuk bentuk dan materi. Selain itu, aplikasi ini memiliki fitur kalkulasi.	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian dilakukan di SDN Sawotratap 1 Sidoarjo - Menggunakan metode pengembangan <i>Research and Development</i> - Menggunakan Android Studio - Menggunakan MaxstAR SDK
2.	Adrian et al (2020)[23]	Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis <i>Augmented Reality</i>	Siswa kesulitan dalam memahami istilah dan bentuk-bentuk yang ada pada materi bangun ruang.	Pada penelitian ini berhasil membuat aplikasi <i>AR Book</i> yang dapat membantu dan memudahkan guru dalam menjelaskan materi rumus, dapat menampilkan animasi jaring-jaring dan rusuk bangun ruang.	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada fitur Latihan soal pada aplikasi - Menggunakan metode pengembangan <i>prototype</i>
3.	N. Alamsyah dan R. A. Krisdiawan (2021)[15]	Pembangunan Aplikasi Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Tingkat SD/SMP Dengan	Membuat aplikasi <i>AR</i> bangun ruang untuk mempermudah murid memahami materi	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> yang dibangun meningkatkan minat dan pemahaman	- Tidak dilakukan pengujian aplikasi

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Masalah	Hasil	Perbandingan
		Menggunakan Metode <i>Marker Augmented Reality</i>	bangun ruang, meningkatkan minat siswa serta memiliki fitur kuis.	belajar siswa, serta fitur kuis pada aplikasi dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa.	
4.	L. Yang, dkk. (2022)[8]	Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	Bagaimana cara merancang media pembelajaran berbasis <i>Augmented Reality</i> pada pembelajaran matematika siswa kelas 2 SD.	Penelitian ini berhasil membuat aplikasi <i>AR</i> yang menjadi alternatif bagi siswa kelas 2 SD untuk mempelajari matematika menggunakan <i>smartphone</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak hanya membahas bangun ruang, namun bangun datar juga. - Tidak menampilkan jaring-jaring bangun ruang
5.	M.R. Rafiko, dkk. (2022)[7]	Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis <i>Augmented Reality</i> Dengan Menggunakan <i>Marker AR</i>	Siswa di SD Negeri 8 Kaur Selatan cenderung mengalami kesulitan dalam pemahaman dan penyelesaian soal pada pembelajaran bangun ruang.	Penelitian ini berhasil membuat aplikasi <i>AR</i> yang mempermudah tugas guru dalam menyampaikan materi, serta menciptakan suasana yang interaktif bagi siswa.	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki fitur kuis - Tidak memiliki fitur materi - Tidak menampilkan jaring-jaring bangun ruang

2.2. Landasan Teori

2.2.1. *Augmented Reality*

Augmented Reality adalah teknologi yang mengkombinasikan dunia nyata dan dunia maya. *AR* dapat diartikan sebagai dunia nyata yang ditambahkan objek virtual, baik tiga dimensi (3D) atau dua dimensi (2D). Tujuan utama *AR* adalah menciptakan suatu lingkungan baru dengan menggabungkan interaktivitas dari lingkungan nyata dengan lingkungan virtual. Hal ini bertujuan agar pengguna dapat merasakan keberadaan dan keaslian lingkungan tersebut secara nyata. *AR* banyak digunakan di berbagai bidang, seperti medis, pendidikan, militer, permainan, industri, pariwisata, dan lainnya. Penerapan *AR* dapat dibedakan menjadi dua jenis metode, berbasis *marker* dan tanpa *marker*[11].

2.2.2. Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat dipakai dalam penyampaian materi pembelajaran, sehingga dapat membangkitkan minat, perhatian, dan pemikiran siswa tentang pembelajaran untuk meraih tujuan belajar[24]. Media pembelajaran berisi informasi yang merupakan pengetahuan atau sumber bagi siswa untuk melakukan kegiatan pembelajaran (menjawab pertanyaan, membaca, mengerjakan soal, bereksperimen, mengamati, dan lainnya). Media pembelajaran tidak hanya benda fisik, melainkan juga semua hal yang mengandung materi pembelajaran, sehingga seseorang dapat menggunakannya untuk belajar agar menambah pengetahuan. Media pembelajaran penting dalam kegiatan belajar mengajar karena dapat digunakan dalam penyampaian pesan dari pengirim ke penerima. Media pembelajaran juga bisa membantu siswa dalam menjelaskan sesuatu yang telah diajarkan guru[25].

2.2.3. Bangun Ruang

Bangun ruang dapat didefinisikan sebagai objek geometri tiga

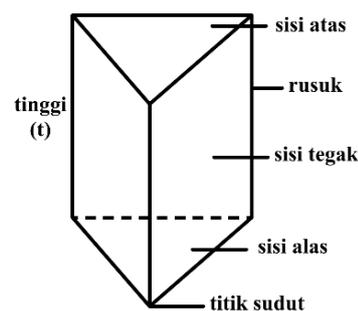
dimensi yang memiliki batas-batas yang terdiri dari bidang-bidang datar dan/atau permukaan melengkung. Bangun ruang memiliki ruang yang dibatasi oleh sisi-sisi. Oleh karena itu, bangun ruang memiliki isi atau volume. Unsur-unsur yang terdapat dalam bangun ruang mencakup sisi, rusuk, dan titik sudut. Sisi merupakan komponen yang membatasi area dalam dan luar dari bangun ruang. Rusuk adalah garis lurus yang terbentuk ketika dua sisi bertemu. Titik sudut adalah titik di mana tiga rusuk bertemu. Bangun ruang terdiri dari prisma, tabung, limas, kerucut dan bola[26].

1. Prisma

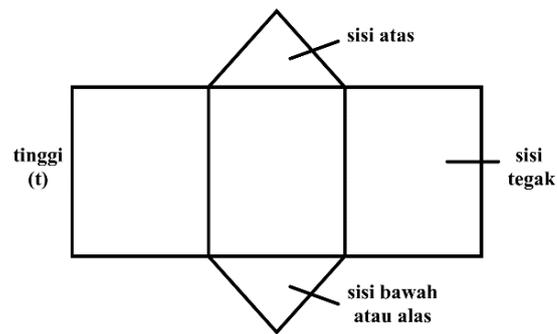
Merupakan bangun ruang yang memiliki sisi alas dan sisi atas dengan bentuk yang sama, serta dibatasi sisi tegak berbentuk segi empat. Penamaan bangun ruang prisma ditentukan oleh bentuk alasnya. Jenis-jenis prisma antara lain:

a. Prisma Segitiga

Merupakan prisma dengan sisi alas dan sisi atasnya yang berbentuk segitiga. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk bangun prisma segitiga dan Gambar 2.2 menunjukkan jaring-jaring prisma segitiga.



Gambar 2.1 Bentuk Bangun Prisma Segitiga

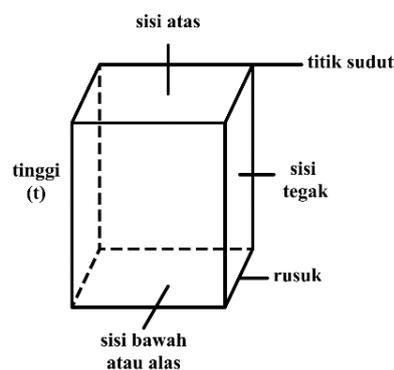


Gambar 2.2 Jaring-jaring Prisma Segitiga

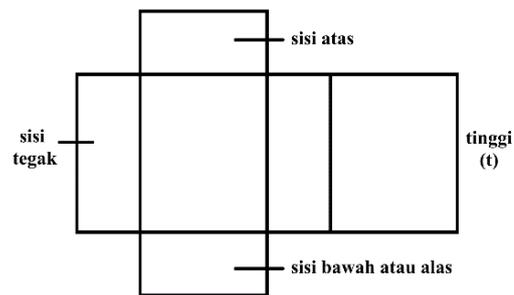
Bangun ruang prisma segitiga memiliki sifat-sifat yaitu : terdiri dari lima buah sisi (dua sisi yaitu sisi alas dan atas dengan bentuk segitiga, serta tiga sisi tegak dengan bentuk segi empat), serta terdiri dari 9 rusuk dan 6 titik sudut.

b. Prisma Segi Empat

Merupakan prisma dengan sisi alas dan atas yang berbentuk segi empat. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk bangun prisma segi empat dan Gambar 2.4 menunjukkan jaring-jaring prisma segi empat.



Gambar 2.3 Bentuk Bangun Prisma Segi Empat

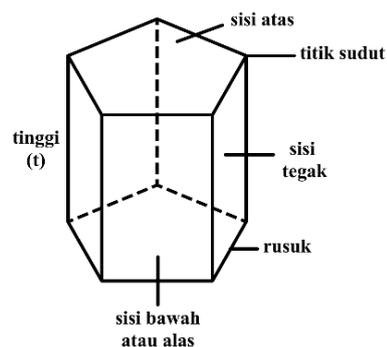


Gambar 2.4 Jaring-jaring Prisma Segi Empat

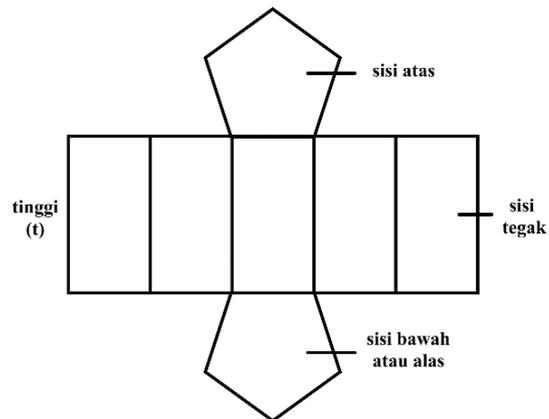
Prisma segi empat memiliki sifat-sifat yaitu : terdiri dari 6 sisi dengan bentuk segi empat (sisi yang berhadapan berukuran sama), terdapat 12 rusuk dengan rusuk yang sejajar panjangnya sama, dan memiliki 8 titik sudut.

c. Prisma Segi Lima

Merupakan prisma dengan sisi alas dan atas yang memiliki bentuk segi lima. Gambar 2.5 menunjukkan bentuk bangun prisma segi lima dan Gambar 2.6 menunjukkan jaring-jaring prisma segi lima.



Gambar 2.5 Bentuk Bangun Prisma Segi Lima



Gambar 2.6 Jaring-jaring Prisma Segi Lima

Prisma segi lima memiliki sifat-sifat yaitu : terdiri dari tujuh sisi (lima sisi tegak dengan bentuk persegi panjang serta sisi alas dan atas dengan bentuk segi lima), memiliki 15 rusuk dimana rusuk sejajar memiliki panjang yang sama, dan terdapat 10 titik sudut.

Berikut ini adalah rumus untuk menghitung luas dan volume prisma.

$$L_{permukaan\ prisma} = (2 \times L_a) + (K_a \times t)$$

$$V_{prisma} = L_a \times t$$

Keterangan :

L_a = Luas alas prisma,

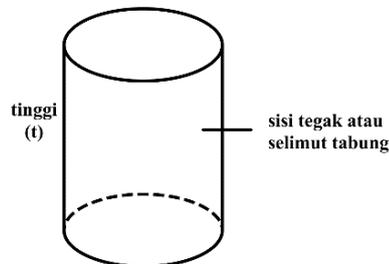
K_a = keliling alas prisma,

t = tinggi prisma.

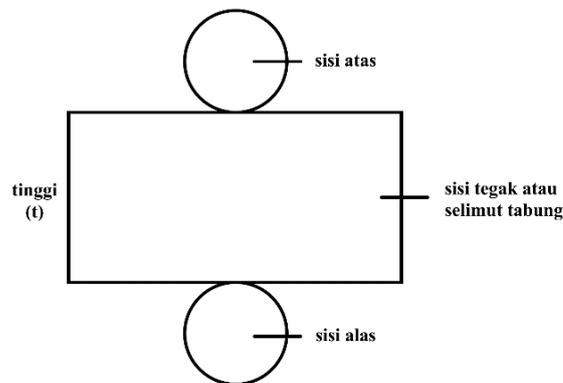
2. Tabung

Merupakan bangun ruang yang dibatasi dua buah sisi sejajar dengan bentuk lingkaran serta satu sisi lengkung. Sisi alas dan atas bangun ruang tabung memiliki bentuk serta ukuran yang sama. Sisi lengkung tabung dinamakan dengan selimut tabung. Gambar 2.7

menunjukkan bentuk bangun tabung dan Gambar 2.8 menunjukkan jaring-jaring tabung.



Gambar 2.7 Bentuk Bangun Tabung



Gambar 2.8 Jaring-jaring Tabung

Bangun ruang tabung memiliki sifat-sifat yaitu : sisi alas dan atas dengan bentuk lingkaran, memiliki dua rusuk, tidak memiliki titik sudut, dan memiliki selimut tabung berupa bidang lengkung. Jika dibuka dan dilembarkan, selimut tabung akan berbentuk persegi panjang.

Berikut ini rumus luas permukaan dan volume tabung.

$$L_{selimut\ tabung} = 2 \times \pi \times r \times t$$

$$L_{permukaan\ tabung} = 2 \times \pi \times r \times (r + t)$$

$$V_{tabung} = \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan :

r = panjang jari-jari alas tabung,

t = tinggi tabung,

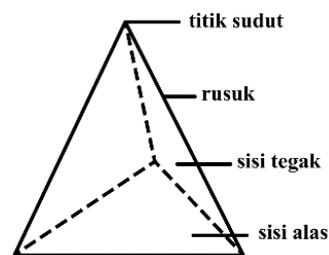
$$\pi = \frac{22}{7} \text{ atau } \pi = 3,14.$$

3. Limas

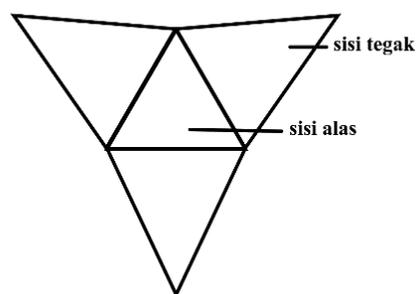
Merupakan sebuah bangun ruang yang terdiri dari sisi alas yang memiliki bentuk bangun datar dan sisi tegak yang membentuk segitiga dan berpotongan pada satu titik puncak. Jenis-jenis limas adalah sebagai berikut.

a. Limas Segitiga

Merupakan limas dengan sisi alas yang berbentuk segitiga. Bentuk bangun limas segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan jaring-jaring limas segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.9 Bentuk Bangun Limas Segitiga

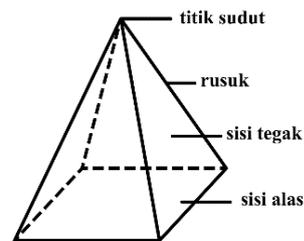


Gambar 2.10 Jaring-jaring Limas Segitiga

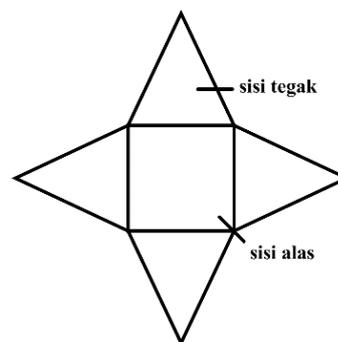
Limas segitiga memiliki sifat-sifat yaitu : alasnya berbentuk segitiga, terdiri dari empat sisi, memiliki enam rusuk dan empat titik sudut.

b. Limas Segi Empat

Merupakan limas yang mempunyai sisi alas dengan bentuk segi empat. Bentuk bangun prisma segi empat dapat dilihat pada Gambar 2.11 dan jaring-jaring prisma segi empat dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.11 Bentuk Bangun Limas Segi Empat

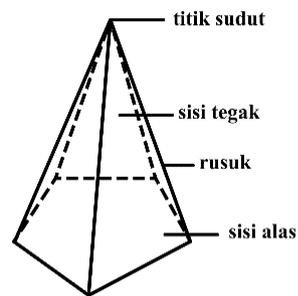


Gambar 2.12 Jaring-jaring Limas Segi Empat

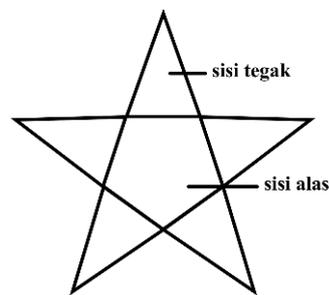
Bangun ruang limas segi empat memiliki sifat-sifat yaitu : alas limas berbentuk segi empat, memiliki lima sisi, delapan rusuk dan lima titik sudut.

c. Limas Segi Lima

Merupakan limas yang mempunyai sisi alas dengan bentuk segi lima. Bentuk bangun limas segi lima dapat dilihat pada Gambar 2.13 dan jaring-jaring limas segi lima dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.13 Bentuk Bangun Limas Segi Lima



Gambar 2.14 Jaring-jaring Limas Segi Lima

Limas segi lima memiliki sifat-sifat yaitu : alas limas dengan bentuk segi lima, memiliki enam sisi, sepuluh rusuk dan enam titik sudut.

Berikut ini rumus untuk menghitung luas permukaan serta volume limas.

$$L_{\text{permukaan limas}} = L_a + (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$$

$$V_{\text{limas}} = \frac{1}{3} \times L_a \times t$$

Keterangan :

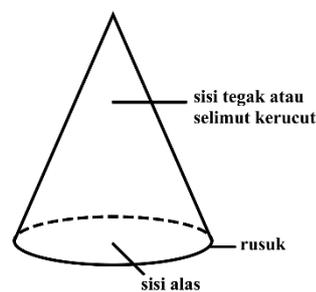
L_a = Luas alas limas,

t = tinggi limas,

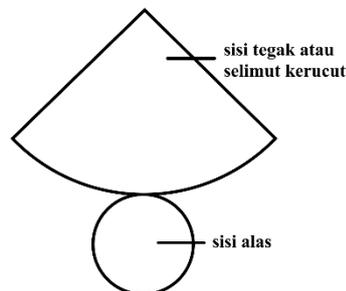
L_1, L_2, \dots, L_n = luas sisi sisi tegak limas, dengan n = banyak sisi tegak.

4. Kerucut

Merupakan bangun ruang yang dibatasi sisi alas dengan bentuk lingkaran serta daerah selimut dengan bentuk juring lingkaran. Selimut kerucut mengucup pada ujungnya sehingga membentuk titik sudut yang disebut sebagai titik puncak. Bentuk bangun kerucut dapat dilihat pada Gambar 2.15 dan jaring-jaring kerucut dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.15 Bentuk Bangun Kerucut



Gambar 2.16 Jaring-jaring Kerucut

Kerucut memiliki sifat-sifat yaitu : mempunyai dua sisi, satu rusuk lengkung dan satu titik sudut. Berikut ini rumus untuk menghitung luas permukaan volume kerucut.

$$L_{selimut\ kerucut} = \pi \times r \times s$$

$$L_{permukaan\ kerucut} = \pi \times r \times (r + s)$$

$$V_{kerucut} = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan :

r = panjang jari-jari alas kerucut,

s = panjang garis pelukis kerucut,

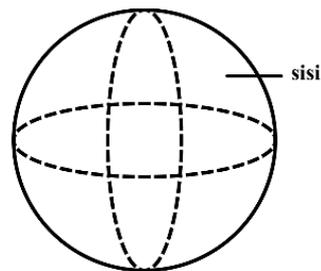
t = tinggi kerucut,

$\pi = \frac{22}{7}$ atau $\pi = 3,14$,

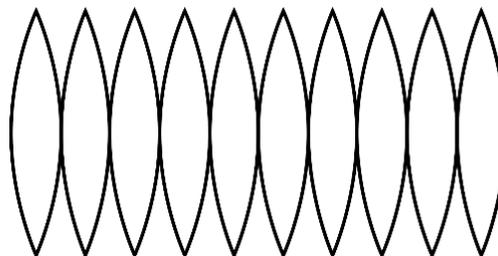
dalam hal ini berlaku $s^2 = r^2 + t^2$.

5. Bola

Merupakan sebuah bangun ruang yang memiliki satu sisi lengkung sebagai batasannya. Bola dapat dianggap terdiri dari tak terhingga lingkaran dengan jari-jari yang sama, dan semuanya berpusat pada titik pusat bola. Bentuk bangun bola dapat dilihat pada Gambar 2.17 dan jaring-jaring bola dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.17 Bentuk Bangun Bola



Gambar 2.18 Jaring-jaring Bola

Bangun ruang bola memiliki sifat-sifat yaitu terdapat satu sisi dan tidak memiliki titik sudut karena bentuknya yang bulat sempurna.

Berikut ini adalah rumus luas permukaan dan volume bola.

$$L_{\text{permukaan bola}} = 4 \times \pi \times r^2$$

$$V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Keterangan :

r = panjang jari-jari bola,

$\pi = \frac{22}{7}$ atau $\pi = 3,14$.

2.2.4. *Marker Based Tracking*

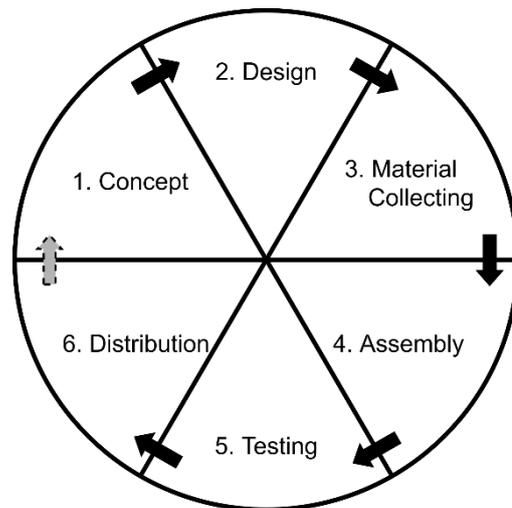
Metode pelacakan berbasis *marker* merupakan salah satu metode pendekatan dalam membuat suatu *Augmented Reality*. Metode ini berfokus pada pengembangan penanda yang cocok saat memindai dengan kamera untuk menemukan lokasi objek *Augmented Reality*[27]. Pengukuran penanda objek virtual dapat dibagi menjadi tiga komponen yaitu lokasi, orientasi, dan arah. Pengukuran yang tepat akan memberikan tampilan benda maya yang sempurna. Penanda gambar harus menjadi titik utama untuk mengidentifikasi kesesuaian posisi referensi dan informasi virtual[28].

2.2.5. Vuforia

Vuforia merupakan sebuah SDK (*Software Development Kit*) yang digunakan dalam pembuatan aplikasi AR. Vuforia dikembangkan oleh Qualcomm dengan tujuan untuk membantu pengembang dalam menciptakan aplikasi AR yang dapat dijalankan pada perangkat mobile. Marker atau target di vuforia adalah objek yang ada di dunia nyata yang dapat dikenali kamera sehingga dapat memunculkan objek virtual[11].

2.2.6. *Multimedia Development Life Cycle*

Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) terdiri atas enam tahapan, yaitu *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*[15], [18], [20]. Urutan penerapan tahapan-tahapan tersebut tidak harus linear dan dapat saling bergantian. Terlepas dari itu, tahap *concept* tetap menjadi prioritas yang harus didahulukan [18], [19].



Gambar 2.19 Tahapan Metode *Multimedia Development Life Cycle*

1. *Concept* (Pengonsepan)
Tahap pengonsepan merupakan tahap untuk menentukan tujuan pembuatan aplikasi dan mengidentifikasi pengguna yang akan menggunakan aplikasi tersebut.
2. *Design* (Perencanaan)
Tahap perencanaan merupakan tahap untuk membuat spesifikasi secara jelas terkait arsitektur program, tampilan aplikasi, serta materi/bahan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan aplikasi.
3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)
Tahap ini merupakan tahap pembuatan atau pengumpulan bahan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi multimedia seperti gambar, foto, video, model 3D, animasi dan lainnya. Tahap pengumpulan bahan bisa dikerjakan bersama dengan tahap *assembly* maupun dikerjakan sesuai urutan.
4. *Assembly*
Tahap pembuatan (*assembly*) merupakan tahap membuat aplikasi dengan menyatukan seluruh bahan yang telah dikumpulkan dan dibuat pada tahap sebelumnya. Aplikasi dibuat berdasarkan spesifikasi pada tahapan *design*.

5. *Testing*

Setelah aplikasi selesai dibuat pada tahap *assembly*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk mendeteksi adanya kesalahan atau kekurangan dalam aplikasi tersebut. Pengujian dilakukan dengan dua tahap pengujian, yaitu *alpha testing* yang dilakukan oleh pembuat aplikasi dan *beta testing* yang dilakukan oleh *end user* atau pengguna akhir.

6. *Distribution*

Tahap pendistribusian (*distribution*) merupakan tahap penyimpanan aplikasi yang telah dibuat dan kemudian didistribusikan ke *end user* atau pengguna akhir.

2.2.7. Pengujian *Black Box*

Metode *Black Box Testing* merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam pengujian aplikasi atau perangkat lunak tanpa memperhatikan detail internal dari *software* tersebut. Pengujian dengan metode ini bertujuan untuk memeriksa keluaran dari masukan yang diberikan. Proses pengujian ini dilakukan dengan menjalankan aplikasi yang telah dibuat untuk memastikan bahwa semua fitur dalam aplikasi berjalan dengan benar sesuai dengan yang diharapkan. *Black Box Testing* dilakukan berdasarkan spesifikasi dan fitur yang ada pada aplikasi tanpa memperhatikan bagaimana aplikasi tersebut diimplementasikan secara internal. Metode *Black Box Testing* berfokus pada tampilan luar aplikasi agar aplikasi tersebut mudah digunakan oleh pengguna[29].

2.2.8. *USE Questionnaire*

USE Questionnaire adalah kuesioner yang diusulkan Lund A.M. yang digunakan untuk menilai tingkat *usability* sebuah sistem dengan melibatkan tiga dimensi pengukuran menurut ISO, yaitu efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna[30]. *USE Questionnaire* terdiri dari empat aspek, mencakup *Usefulness*, *Ease of Use*, *Ease of Learning*,

dan *Satisfaction*. Dalam standar ISO 25010, keempat aspek ini memiliki istilah yang berbeda, yaitu *Usefulness* disebut *Appropriateness*, *Recognizability*, *Ease of Learning* disebut *Learnability*, *Ease of Use* disebut *Operability* dan *Accessibility*, serta *Satisfaction* disebut *User Error Protection* dan *User Interface Aesthetics*[31]. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh [32] untuk membandingkan *USE Questionnaire* dengan *System Usability Scale* (SUS), diketahui bahwa *USE Questionnaire* lebih unggul dalam menguji tingkat *usability* suatu sistem.

2.2.9. Unity 3D

Unity 3D dikembangkan oleh Unity Technologies merupakan sebuah *game engine* yang *cross-platform*, memungkinkan pengguna untuk membuat dan mempublikasikan game ke berbagai *platform* seperti Windows, Linux, Mac OS, Android, iOS, PS3, PS4, dan Xbox One. Keunggulan *Unity Game Engine* terletak pada kemampuannya dalam mempublikasikan game ke berbagai *platform* serta dukungannya untuk pembuatan *game* 2D maupun 3D. Unity 3D sering digunakan dalam pembuatan *game*, termasuk dalam penelitian untuk menciptakan *game* edukasi. Unity 3D memiliki banyak kelebihan, di antaranya adalah sebagai berikut[33] :

1. Unity 3D memiliki kinerja yang ringan, sehingga dapat dioperasikan dengan baik bahkan pada PC dengan spesifikasi rendah tanpa harus menggunakan PC dengan spesifikasi tinggi.
2. Terdapat fitur *Assets Store* yang menawarkan berbagai pilihan *assets* 2D dan 3D secara gratis, namun juga menyediakan opsi untuk membeli *assets* berbayar.
3. Antarmuka pengguna (UI) dalam Unity 3D cukup mudah digunakan, membuatnya cocok bagi pemula yang ingin memulai pengembangan *game*.
4. Proyek *game* yang dibuat dalam Unity 3D dapat diunggah ke berbagai *platform* yang populer, ini dikenal sebagai fitur *Cross*

Platform.

5. Unity 3D tersedia dalam versi gratis yang memungkinkan pengguna untuk membuat karya game tanpa perlu mengeluarkan biaya.
6. Unity 3D menyediakan fitur *Mono-Develop*, sebuah *editor* teks yang terintegrasi langsung dengan *Unity Engine* sehingga mempermudah proses *coding game*.

2.2.10. Blender

Blender merupakan perangkat lunak sumber terbuka (*open-source*) yang gratis untuk pembuatan objek 3D, mendukung berbagai fitur seperti *modeling*, *rigging*, animasi, simulasi, *rendering*, *compositing*, dan *motion tracking*. Blender merupakan aplikasi *cross-platform*, dapat berfungsi dengan baik di Linux, Windows, dan MacOS. Di antara berbagai program animasi 3D yang ada, Blender tetap menjadi salah satu perangkat lunak animasi 3D terbaik yang banyak diminati. Blender dikenal sebagai program animasi 3D yang paling terkenal di dunia. Blender memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut[33]:

1. Blender dapat diakses secara gratis oleh semua pengguna. Meskipun gratis, Blender menyediakan berbagai jenis layanan dan fasilitas untuk mempermudah pengguna dalam melakukan tugas-tugasnya.
2. Blender merupakan perangkat lunak *open source*, yang memungkinkan pengguna untuk mengubah dan memodifikasi produk sesuai kebutuhan, baik untuk penggunaan pribadi maupun komersial, selama tetap mematuhi lisensi GNU (*General Public License*) yang ditetapkan Blender.
3. Blender bersifat *Multi-platform* sehingga dapat digunakan tidak hanya di sistem operasi Windows, tetapi juga di MacOS dan Linux. Dengan demikian, pengguna dapat membuka file menggunakan versi Blender apa pun tanpa masalah

kompatibilitas.

4. Blender menawarkan rangkaian fitur yang sangat lengkap dibandingkan dengan program animasi 3D lainnya. Ini termasuk akses ke *Video Editing*, *Game Engine*, dan fitur *Sculpting*.
5. Meskipun gratis, Blender terus menyediakan pembaruan versi terbaru yang dapat diakses secara gratis oleh seluruh pengguna.

2.2.11. Figma

Figma adalah sebuah perangkat lunak desain yang sering digunakan untuk merancang, melakukan *wireframing*, *prototyping*, dan mengembangkan antarmuka website serta aplikasi mobile. Aplikasi ini dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, termasuk Windows dan MacOS. Biasanya, Figma digunakan oleh para profesional di bidang desain aplikasi seperti *UI/UX Designer* dan *Web Designer*. Meskipun ada kesamaan dengan Adobe XD, Figma memiliki beberapa kelebihan, seperti[34]:

1. Figma berbasis web (*Cloud*), memungkinkan akses dari berbagai perangkat dengan mudah.
2. Fasilitas kolaborasi yang memungkinkan beberapa pengguna untuk bekerja bersama dalam satu proyek secara *real-time*.