

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Berdasarkan penelitian yang diteliti adapun teori utama yang berkaitan dengan judul Aplikasi Edukasi Pengenalan Rumus Matematika Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android yang diperoleh dari sumber buku dan jurnal yaitu:

2.1.1 *Digital Imaging*

Menurut (Enterprise, 2017) Pada saat ini begitu banyak manfaat dari *digital imaging* yang dapat terlihat, terutama dalam bidang fotografi dan desain gambar. *Digital imaging* dapat menjadikan sebuah foto sebagai objek utama yang akan diedit, sesuai dengan konsep dari *digital imaging* dimana sebuah citra (*image*) seperti foto dapat diedit menggunakan teknologi digital. *Digital imaging* bisa disebut juga suatu pengambilan gambar yang tekniknya dilakukan pada dunia nyata, dan hasilnya dapat dilihat, dirubah dan disimpan pada komputer dengan bentuk digital.

Citra *digital* merupakan objek yang mempunyai suatu gambaran, ada kemiripannya pada suatu objek, atau bisa disebut sebagai replika objek, dan bisa diambil suatu kesimpulan bahwa itu adalah *digital imaging*. Pada perkembangan

teknologi yang sangat tenar pada saat ini adalah citra *digital* yaitu sebuah citra yang dapat diolah ke dalam sebuah komputer. Hasil kombinasi pada citra digital mempunyai 3 dasar warna yaitu *Red, Green, Blue* (RGB) (Jane Irma Sari, Sulindawaty, 2017)

Menurut (Huiyu Zhou, Jiahua Wu, 2014) Gambar digital memiliki pemrosesan suatu gambar (*image*) dengan menerapkan banyak teknik algoritma dari sebuah komputer. Suatu proses yang dihasilkan dapat membuat gambar atau serangkaian atribut, juga dikenal sebagai properti dari gambar asli. Aplikasi pencitraan digital ini dapat digunakan dalam sistem robot cerdas, pencitraan medis, penginderaan jauh, dan fotografi forensik.

2.1.2 *Augmented Reality*

Menurut (Arifitama, 2017) dalam buku karangannya menjelaskan pengolahan industri gambar dan multimedia yang saat ini sedang berkembang memiliki inovasi terobosan terbaru yaitu *Augmented Reality*. Teknologi ini memungkinkan benda-benda yang semula 2 dimensi dapat terangkat seolah-olah terintegrasi ke dalam lingkungan. Teknologi campuran realitas merupakan pengembangan dari realitas virtual dan memiliki konsep yang berbeda. Teknologi *augmented reality* ini menggabungkan realitas virtual 3D dan dunia nyata, saat realitas virtual menarik pengguna ke lingkungan 3D dengan begitu dunia kita telah menambahkan realitas dan objek yang diperbesar dan tampak seperti nyata.

Dalam pola kehidupan saat ini, *augmented reality* sangat berkembang dan bisa menjadi sebagai media promosi hingga keperluan pendidikan yang dapat dimanfaatkan. Dengan biasanya yang hanya menggunakan pada objek dua dimensi, tapi dengan *augmented reality* objek tersebut bisa seakan dihidupkan dengan bantuan perangkat keras seperti *smarthphone*. *Augmented reality* memiliki fitur utama yaitu lingkungan interaktifnya, karena teknologi tersebut dapat menyatukan dan memproyeksikan objek 2D atau 3D secara *real time* (Sutrisno Adam, Arie S. M. Lumenta, ST, MT, Jimmy R. Robot, ST, 2014).

2.1.3 Metode *Markerless*

Pengembangan metode *markerless* sudah banyak digunakan pada aplikasi *augmented reality* dibandingkan dengan metode *marker based*. Pada metode *markerless* tidak menggunakan sebuah penanda untuk menampilkan objek tambahan digital, namun memanfaatkan pengenalan permukaan suatu objek yang akan ditampilkan. Pada penggunaan metode *markerless* tidak perlu lagi menggunakan *marker* yang berbentuk kotak dan memiliki warna hitam putih untuk menampilkan elemen digital. *Markerless tracking* memiliki macam teknik yang digunakan yaitu *face tracking*, *3D object tracking*, dan *motion tracking* (Debora M. Lengkey, Yaulie D. Y. Rindengan, 2014).

Metode *markerless* tidak menggunakan penanda *marker* khusus, tidak seperti pada *marker based*. Metode pelacakannya menggunakan dunia nyata dengan teknik menemukan tepi, menemukan sudut, dan tekstur pada gambar atau objek tanpa menggunakan sebuah penanda (Gusman & Apriyani, 2016).

2.1.4 Bahasa Pemrograman C#

Menurut (Erico Darmawan H. Laurentius Risal, 2011) Bahasa pemrograman yang berorientasi objek dan telah didukung oleh *Microsoft .Net Framework* adalah bahasa pemrograman C# (*C Sharp*), dan digunakan sebagai perantara berkomunikasi dengan sistem operasi pada aplikasi dengan bahasa pemrograman yang digunakan dan didukung oleh komputer lainnya. *Microsoft .Net Framework* telah mendukung bahasa pemrograman lain untuk membuat C# dapat berkomunikasi dengan bahasa pemrograman seperti VB .NET, F#, J#, atau C++.

Setelah memperluas segala kemungkinan yang ditawarkan oleh bahasa pemrograman C# (*C Sharp*) ini, ternyata bahasa pemrograman C# memiliki banyak kesamaan dengan bahasa pemrograman C++ dan Java (Miles, 2016).

2.1.5 *Unified Modeling Language (UML)*

Menurut (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) tidak mudah untuk mengumpulkan banyak ide, untuk mengatakannya, dan untuk memahami hal yang sama. Oleh karena itu seiring dengan perkembangan teknologi perangkat lunak, ada

beberapa kebutuhan untuk memodelkan bahasa yang digunakan dalam perangkat lunak yang dihasilkan, serta bentuk standar bahasa pemodelan perangkat lunak yang dapat dipahami oleh orang-rang dari berbagai negara.

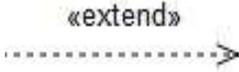
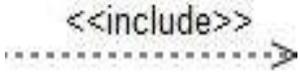
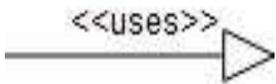
UML bertujuan untuk menyediakan bahasa pemodelan yang bukan bagian dari beragam bahasa pemrograman atau proses teknis untuk menggabungkan praktik pemodelan terbaik. UML juga telah menyediakan pemodelan *out-of-the-box*, maksudnya adalah suatu model yang ekspresif secara visual yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan dan membagikan model yang sederhana dengan pengguna pada umumnya juga dapat dengan mudah untuk memahami (Wati & Kusumo, 2016).

2.1.5.1 Diagram Use Case

Menurut (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) diagram *use case* adalah simulasi perilaku sistem informasi yang akan dibuat, dan dapat menunjukkan interaksi antara sistem yang dibuat dengan beberapa aktor. Tujuan *use case* adalah untuk mengetahui fitur apa saja yang termasuk dan siapa saja yang berhak menggunakan sistem informasi ini. Nama-nama *use case* harus didefinisikan dengan cara paling sederhana untuk suatu kejelasan. Aktor bisa didefinisikan sebagai orang yang berinteraksi dengan sistem dan proses atau sistem informasi. *Use case* merupakan modul yang bertukar pesan antar departemen atau entitas.

Dalam buku karangan (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) Simbol-simbol yang terdapat dalam diagram *use case* adalah:

Tabel 2.1 Simbol *diagram use case*

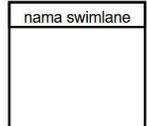
Simbol	Deskripsi
<p><i>Use case</i></p> 	<p>blok yang bertukar pesan antar aktor; disebut nama <i>use case</i>.</p>
<p>Aktor / <i>actor</i></p> 	<p>proses, sistem, atau simbol seseorang atau aktor yang berinteraksi dengan sistem informasi yang dibutuhkan adalah gambar seseorang, tetapi ini tidak berarti bahwa manusia. Di awal kalimat harus nama aktor yang menggunakan nama tersebut.</p>
<p>Asosiasi / <i>association</i></p> 	<p><i>use case</i> dan aktor yang saling berkomunikasi.</p>
<p>Ekstensi / <i>extend</i></p> 	<p><i>use case</i> yang ditambahkan bersifat otonom tanpa <i>use case</i> tambahan, dan <i>use case</i> tambahan memiliki nama yang sama dengan <i>use case</i> yang ditambahkan; disebut dengan relasi <i>use case</i>.</p>
<p>Generalisasi / <i>generalization</i></p> 	<p>dua kasus penggunaan yang saling berhubungan dan masing-masing memiliki fitur khusus yang sama.</p>
<p>Menggunakan / <i>include</i> / <i>uses</i></p>  	<p>dengan <i>use case</i> tambahan, <i>use case</i> ini harus memenuhi fungsinya. Ada dua aspek penting untuk disertakan dalam kasus penggunaan yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termasuk tambahan selalu dipanggil saat memulai <i>use case</i> tambahan. • Inklusi tambahan selalu diperiksa. <p>Dua interpretasi di atas dapat dipilih sesuai dengan pertimbangan dan interpretasi yang diperlukan; disebut dengan relasi <i>use case</i> tambahan.</p>

Sumber: (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015)

2.1.5.2 Diagram Activity

Menurut (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) diagram aktivitas menunjukkan alur kerja yang tidak dilakukan oleh aktor. Diagram aktivitas membantu menentukan struktur proses bisnis, pengelompokan atau urutan tampilan sistem antarmuka pengguna, desain uji, dan desain menu yang ditampilkan dalam perangkat lunak. Simbol pada diagram aktivitas adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Simbol *diagram activity*

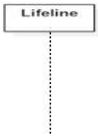
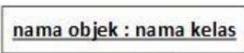
Simbol	Deskripsi
Status awal 	keadaan awal dari seluruh aktivitas tubuh sistem.
Aktivitas 	seluruh aktivitas tubuh sistem.
Percabangan / <i>decision</i> 	asosiasi cabang, pemilihan berbagai jenis aktivitas.
Penggabungan / <i>join</i> 	asosiasi gabungan, atau menggabungkan aktivitas.
Status akhir 	Status akhir yang dilakukan sistem
Swimlane  atau 	isolasikan organisasi bisnis yang bertanggung jawab atas aktivitas tersebut.

Sumber: (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015)

2.1.5.3 Diagram Sequence

Menurut (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) sekuen diagram dapat dikatakan untuk menggambarkan perilaku suatu objek ketika digunakan dengan deskripsi waktu eksekusi suatu objek dan deskripsi dari pesan yang dikirim dan diterima antara satu objek dan lainnya. Untuk menggambarkan sekuen diagram perlu diketahui simbol yang akan digunakan, yaitu:

Tabel 2.3 Simbol *diagram sequence*

Simbol	Deskripsi
Aktor  nama aktor	suatu proses, sistem, atau orang yang berinteraksi dengan sistem informasi yang perlu dilakukan. Simbol aktor disajikan dalam bentuk gambar seseorang, tetapi tidak berarti bahwa ia manusia; di awal kalimat tuliskan nama aktor menggunakan nama tersebut.
Garis hidup / <i>lifeline</i> 	menjelaskan kehidupan suatu objek.
Objek 	menjelaskan objek yang sedang berinteraksi dengan pesan.
Waktu aktif 	menerangkan suatu objek dalam keadaan sesaat yang aktif dan berinteraksi.
Pesan tipe <i>create</i> 	menunjukkan bahwa objek tersebut dalam posisi membuat objek lain, dan arah panah menunjukkan objek yang akan diproduksi.
Pesan tipe <i>call</i> 	menjelaskan objek yang dapat memicu operasi objek lain, atau metode yang ada pada dirinya sendiri.

Tabel 2.3 Lanjutan

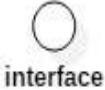
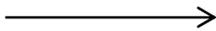
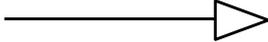
Pesan tipe <i>send</i> 	menjelaskan suatu objek dapat mengirim data atau masukan dan informasi pada objek yang lain, dan arah panah objek mengarah ke pengiriman objek.
Pesan tipe <i>return</i> 	objek yang dilakukan oleh operasi atau metode dapat kembali ke objek tertentu, dan arah panah diarahkan ke objek yang menerima pengembalian.
Pesan tipe <i>destroy</i> 	menjelaskan objek yang bisa mengakhiri kehidupan objek lain, arah panah ada di ujung objek; jika ada <i>destroy</i> maka akan ada <i>create</i> .

Sumber: (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015)

2.1.5.4 *Diagram Class*

Menurut (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015) kelas diagram merupakan struktur gambar suatu sistem yang terdefinisi dalam hal kelas untuk membangun sistem yang akan dibuat. Pada kelas mempunyai atribut sebagai variabel yang dimiliki kelas, juga mempunyai suatu operasi atau metode sebagai fungsi yang dimiliki kelas. Tujuan diagram kelas dibangun untuk memungkinkan pembuat program atau *programmer* untuk merancang program berdasarkan kelas-kelas dalam kelas diagram bertujuan untuk merancang data menggunakan perangkat lunak yang sesuai. Kelas dengan struktur sistem harus dapat memenuhi persyaratan sistem dan menjalankan fungsi yang sesuai. Ini memungkinkan produsen perangkat lunak atau pemrogram untuk membuat kelas dalam program sesuai dengan desain.

Tabel 2.4 Simbol *diagram class*

Simbol	Deskripsi
Kelas 	kelas yang akan menjadi struktur dari sistem.
Antarmuka / <i>interface</i> 	nama atau konsep antarmuka untuk membuat program berorientasi objek.
Asosiasi / <i>association</i> 	koneksi antar kelas bermakna umum, dan disebut jamak.
Asosiasi berarah / <i>directed association</i> 	sebuah relasi menggunakan hubungan antara kelas dan kelas lain. Biasanya beberapa hubungan mengikuti.
Generalisasi 	sebuah relasi antar kelas yang bermakna umum dan khusus.
Kebergantungan / <i>dependency</i> 	sebuah relasi antar kelas yang bermakna saling ketergantungan.
Agregasi / <i>aggregation</i> 	sebuah relasi antara kelas bermakna semua-bagian

Sumber: (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2015)

2.1.6 *Android*



Gambar 2.1 Logo Android

Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Menurut (M. Hilmi Masruri, 2015) Dalam buku karangannya *android* semakin cepat karena *android* adalah sistem operasi *open source* yang dapat dikembangkan oleh siapa pun. *Android* adalah sistem operasi gratis yang menyediakan pengembangan dengan *platform* terbuka untuk membuat aplikasi mereka sendiri yang dapat berjalan di perangkat android, ini akan memungkinkan *android* untuk bersaing dengan *smartphone blackberry* dan *iphone* yang ada untuk pertama kalinya. Pada peluncuran *android 5* November 2007. *Android* bersama dengan *Open Handset Alliance*, mengumumkan bahwa mereka akan mendukung pengembangan *open source* pada perangkat *mobile*. Saat ini, sebagian besar produsen *smartphone* membuat *smartphone* berbasis *android*, perusahaan tersebut yaitu HTC, Motorola, Samsung, LG, HKC, Huawei, Archos, Dell, Nexus, Acer, IMO, Asus, Lenovo, Mito, OPPO dan banyak lainnya. Faktor yang mempengaruhi pesatnya pertumbuhan *android* yaitu sistem operasi yang *open source*, sehingga dapat didistribusikan secara bebas dan digunakan oleh perusahaan manapun. *Android* juga merupakan *platform* yang sangat

lengkap untuk sistem operasinya, aplikasi dan alat pengembangan, pasar aplikasi *android*, dan dukungan sumber terbuka yang sangat tinggi di dunia.

Menurut (Jubilee Enterprise, 2015) *Android* memiliki fitur berupa Antarmuka, Konekifitas, Penyimpanan, Media, *Messaging*, *Web Browser*, *Multi-Touch*, *Multi-Tasking*, Ukuran *Widgets*, *Multi-Language*, GCM, *Wi-Fi Direct*, Dan *Android Beam*. Dalam membuat aplikasi android perlu menyiapkan tools yang akan digunakan, komponen yang diperlukan untuk membuat aplikasi *android* termasuk *Java Development Kit (JDK)*, *Microsoft Visual C++ 2010* sebagai alat tambahan, dan *Android Studio*, IDE (*Integrated Development Environment*) berdasarkan *Intellij IDEA* untuk membuat aplikasi *android*.

Menurut (M. Hilmi Masruri, 2015) Menjelaskan beberapa versi dari *android* yang telah dirilis untuk publik yang diberikan oleh Google yaitu:

1. Android Versi Beta



Gambar 2.2 Logo Android Versi Beta
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Android, yang dirilis pada 5 November 2007, pertama kali muncul dan jarang digunakan oleh orang pada saat itu.

2. Android Versi 1.0



Gambar 2.3 Logo Android Versi 1.0
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Android pertama yang menggunakan HTC G1 (*Dream*), fitur yang dirilis 23 November 2008, sudah terintegrasi ke dalam *Gmail* dan menyediakan layanan *Google Talk*, dan ada juga *media player*.

3. Android Versi 1.1



Gambar 2.4 Logo Android Versi 1.1
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Versi ini, dirilis pada 9 Maret 2009, memperbaiki sejumlah masalah yang dihadapi dengan *Android* versi 1.0. Versi 1.1 juga memiliki nama versi yang berbeda, *Battenberg* dan *Banana Bread*. Fitur-fitur berikut yang disediakan merupakan, pembaruan estetika untuk semua aplikasi, fitur tambahan untuk *Google maps*, jam alarm, pencarian suara, dan pengiriman pesan menggunakan *Gmail* dan pemberitahuan *Email*.

4. Android Versi 1.5



Gambar 2.5 Logo Android Versi 1.5

Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dalam versi ini, dirilis 30 April 2009, *Google* pertama kali menamai versi *android* nama kode, *CUPCAKE* yang artinya kue mangkuk. Fitur *Android* versi 1.5 meliputi penambahan *Bluetooth* A2DP dan AVRCP, kemampuan untuk melihat dan mengunduh video dari *youtube*, *keyboard* virtual baru dengan prediksi teks, *browser* cepat, animasi yang mengubah layar, dan banyak *widget* menarik, dan folder di layar beranda yang bisa dibuat, ini memudahkan pengelompokan aplikasi.

5. Android Versi 1.6



Gambar 2.6 Logo Android Versi 1.6
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dikeluarkan oleh *Google* pada 15 September 2009, *Google* memberikan dengan kode nama *DONUT*, versi ini juga memperkenalkan pasar *Android* baru. Versi *Android* ini telah dirilis untuk memperbaiki kesalahan saat *restart* sistem operasi, mengubah fungsionalitas kamera dan meningkatkan *riset* bawaan. Fitur-fitur yang disediakan termasuk dukungan layar besar, mekanisme gerakan untuk mekanisme input, navigasi *Google* gratis setiap belokan, dan fitur pencarian suara serta dukungan tambahan terhadap teknologi CDMA/EVDO, 802.1.x, VPN, dan sintesis ucapan.

6. Android Versi 2.0 dan 2.1



Gambar 2.7 Logo Android Versi 2.0 dan 2.1
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Android 2.0 dirilis setiap tiga bulan pada 26 Oktober 2009, *Google* menerbitkan kembali *Android* versi 2.1 pada 12 Januari 2010. Kedua versi memiliki nama kode yang sama ECLAIR. Fitur yang disediakan dalam versi 2.0 dan versi 2.1 ini yaitu, dukungan *browser* dan HTML5 yang baru, dukungan multi touch, perubahan tampilan, *wallpaper*, dukungan terhadap *Bluetooth 2.1*, *MotionEvent*, *Google maps 3.1.2* dan meningkatkan pangsa pasar.

7. Android Versi 2.2



Gambar 2.8 Logo Android Versi 2.2
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dirilis dengan nama kode FROYO pada 20 Mei 2010, ini berarti “yogurt beku”. Versi ini menambahkan fitur baru yang mendukung *Adobe Flash* 10.1, termasuk optimasi yang umum dengan kecepatan, memori, dan fitur *Android*, menginstal aplikasi ke memori eksternal, menambahkan pembaruan otomatis ke pasar *android*, mengubah peluncuran aplikasi menggunakan pintasan untuk mengakses implementasi, unduh *file* yang mendukung animasi GIF, telepon, dan *browser*.

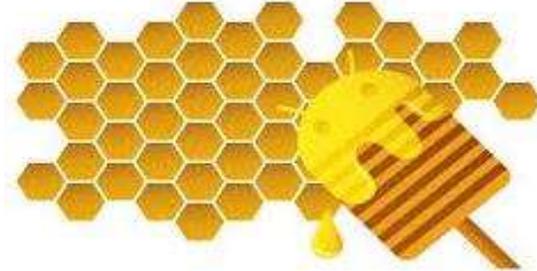
8. Android Versi 2.3



Gambar 2.9 Logo Android Versi 2.3
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dikeluarkan pada 6 Desember 2010 Google memberikan kode nama GINGERBREAD yang artinya Roti Jahe. Dalam versi ini, Android secara resmi mendukung perangkat baru yaitu, banyak kamera, *Near Field Communication* (NFC), sensor *gyroscope*, dan sensor barometer. Fitur yang ditawarkan yaitu, perubahan tidak biasa untuk mendukung panggilan video, improved copy/paste dan masih banyak lainnya.

9. Android Versi 3.0 dan 3.1



Gambar 2.10 Logo Android Versi 3.0 dan 3.1
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Diluncurkan oleh *Google* pada 22 Februari 2011, tidak lama setelah *Google* merilis versi baru lagi 3.1 dari nama kode yang sama, dengan kode nama HONEYCOMB. Dirancang khusus untuk tablet dengan ukuran antara 5 – 10 *inch*. Fitur-fitur yang diberikan yaitu, visual *multitasking*, tampilan baru yang disebut tema Holo, desktop 3D dengan *widget* baru yang bisa di-*resizable*, dan mendukung *multi-core* dengan dukungan prosesor grafis GPU (*Graphic Processing Unit*).

10. Android Versi 4.0



ANDROID 4.0
Ice Cream Sandwich
Gambar 2.11 Logo Android Versi 4.0
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dirilis dengan kode nama ICE CREAM SANDWICH, pada 19 Oktober 2011, adalah versi terbaru dengan fungsi Honeycomb. Fitur yang diberikan yaitu, *face unlock*, fitur jejaring sosial dan internet, kamera dilengkapi dengan pengeditan foto, penggunaan data, fitur multitasking, mencari email secara online dengan menggunakan NFC, *favorite tray*, dan aplikasi terpadu.

11. Android Versi 4.1, 4.2 dan 4.3



Gambar 2.12 Logo Android Versi 4.1, 4.2, dan 4.3
Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dikenalkan pada 21 Juni 2012 saat konferensi *Google I/O*, *Google* memberikan kode nama JELLY BEAN merupakan Android yang memiliki kinerja tercepat dan tehalus. Fitur yang diberikan oleh Jelly Bean ada 10 yaitu, *Google Now*, *Google Assistant*, *Smart Widget*, *Screenshot*, Notifikasi, buka kunci wajah dengan *ready*, *Rain Effect*, *Barrel*, *Say Offline*, mematikan notifikasi untuk aplikasi yang diinginkan tanpa menghapus.

12. Android Versi 4.4



Gambar 2.13 Logo Android Versi 4.4

Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Google merilis Android versi 4.4, dengan nama kode KITKAT. Yang menawarkan beberapa fitur yang disediakan yaitu, multitasking yang lebih cepat, peningkatan akses, akses yang lebih mudah ke *file*, pencetakan dokumen yang lebih mudah, peningkatan membaca dengan eBook, dukungan untuk dua sensor baru, tampilan grafik yang lebih baik, penelponan identifikasi cerdas, kontak yang disukai, Ok Google, dan sentralisasi SMS dan MMS.

13. Android Versi 5.0



Gambar 2.14 Logo Android Versi 5.0

Sumber : (M. Hilmi Masruri, 2015)

Dirilis pada 15 Oktober 2014 *Google* memberi kode nama pada Android versi 5.0 yaitu LOLLIPOP, meskipun baru masa percobaan tetapi banyak komentar yang mengatakan Android versi ini terbilang bagus. Dan fitur yang diberikan yaitu, desain, notifikasi, hemat baterai, keamanan, *device sharing*, *new quick settings*, konektivitas, *runtime* dan *performance*, grafik yang lebih tebal, termasuk audio, video, dan kamera, *Ok Google*, Android TV, dan 15 bahasa baru.

2.2 Variabel

Variabel dalam penelitian merupakan terkait dengan beberapa objek yang dianggap atribut penelitian, dan ada faktor penting untuk mendapatkan informasi dan kesimpulan tentang variabel. Variabel yang dijelaskan dalam penelitian ini sebagai berikut:

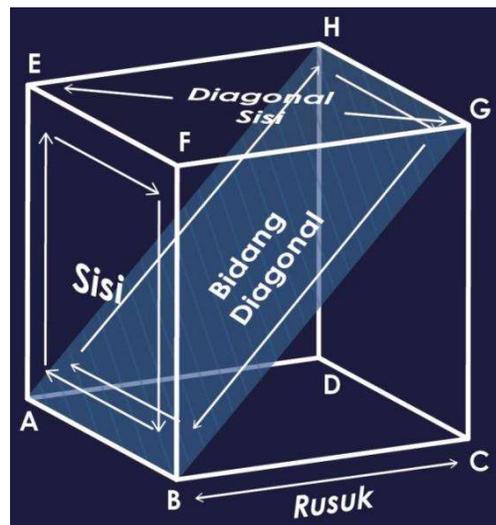
1. Bangun Ruang

Menurut (Mirna Indrianti, Irma Indriani, 2017) Bangun ruang adalah struktur matematika dengan isi atau volume, dan bangun ruang matematika dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sisi, tepi, dan simpul. Sisi adalah bidang yang membatasi antara ruang satu dan ruangan lainnya, ujungnya adalah pertemuan kedua sisi dalam bentuk segmen di ruang, dan bagian tepi adalah titik yang dihasilkan dari kombinasi tiga atau lebih titik tepi. Dalam penelitian ini akan membahas bangun ruang seperti

kubus, balok, prisma segitiga, limas segiempat, limas segitiga, tabung, kerucut, bola, dan prisma segienam beraturan.

a. Kubus

Kubus merupakan ruang tiga dimensi yang dikelilingi oleh enam bidang persegi yang kongruen. Kubus memiliki enam sisi, dua belas tepi, delapan titik sudut, dua belas sisi diagonal, empat ruang diagonal, dan enam bidang diagonal.



Gambar 2.15 Kubus

Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas} = 6 \times (\text{sisi} \times \text{sisi})$$

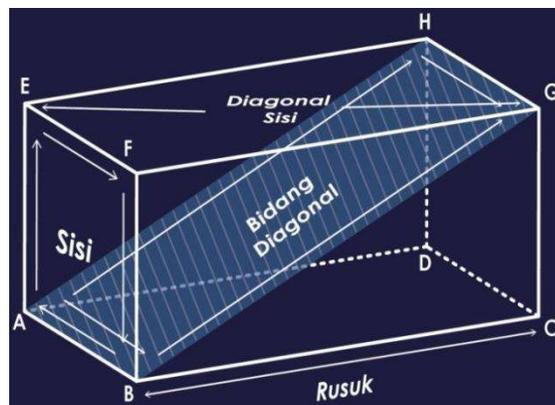
$$\text{Keliling} = 12 \times \text{rusuk}$$

$$\text{Volume} = \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{sisi}$$

Rumus 2.1 Kubus

b. Balok

Balok merupakan bangunan tiga dimensi yang dibentuk oleh tiga set persegi panjang atau setidaknya satu set persegi panjang dengan ukuran berbeda. Balok memiliki enam sisi, dua belas tepi, delapan titik sudut, dua belas diagonal lateral, empat diagonal spasial, dan enam diagonal bidang.



Gambar 2.16 Balok
Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas} = (2 \times \text{panjang} \times \text{lebar}) + (2 \times \text{panjang} \times \text{tinggi}) + (2 \times \text{lebar} \times \text{tinggi})$$

$$\text{Keliling} = 4 \times (\text{panjang} + \text{lebar} + \text{tinggi})$$

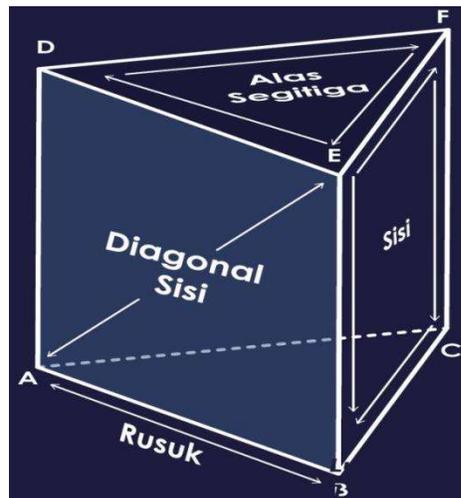
$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

Rumus 2.2 Balok

c. Prisma Segitiga

Prisma segitiga adalah geometris tiga dimensi yang dikelilingi oleh penutup yang sama dan sisi persegi panjang atau persegi panjang yang identik dengan dasar

segitiga. Prisma memiliki sembilan tepi, lima sisi, enam titik sudut, dan enam sisi miring.



Gambar 2.17 Prisma Segitiga
Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas} = \text{keliling alas segitiga} \times \text{tinggi} + (2 \times \text{luas alas segitiga})$$

$$\text{Luas alas segitiga} = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

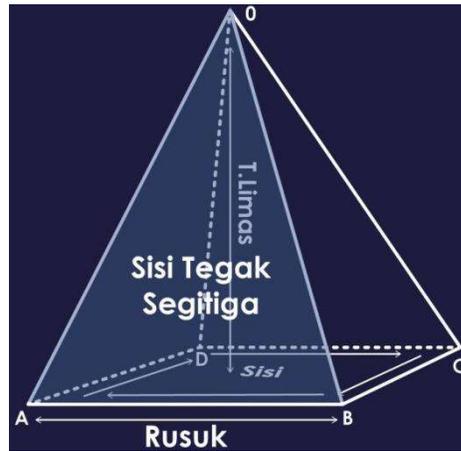
$$\text{Volume} = \text{luas alas segitiga} \times \text{tinggi}$$

$$\text{Keliling alas segitiga} = a + b + c$$

Rumus 2.3 Prisma

d. Limas Segiempat

Dalam geometri, limas segiempat adalah ruang tiga dimensi yang dikelilingi oleh dasar persegi panjang dan sisi segitiga. Limas segiempat mempunyai lima sisi, delapan tepi, lima titik sudut dan dua sisi diagonal.



Gambar 2.18 Limas Segiempat
Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas} = \text{luas sisi tegak segitiga} + (4 \times \text{luas sisi})$$

$$\text{Luas sisi tegak segitiga} = \left(\frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}\right)$$

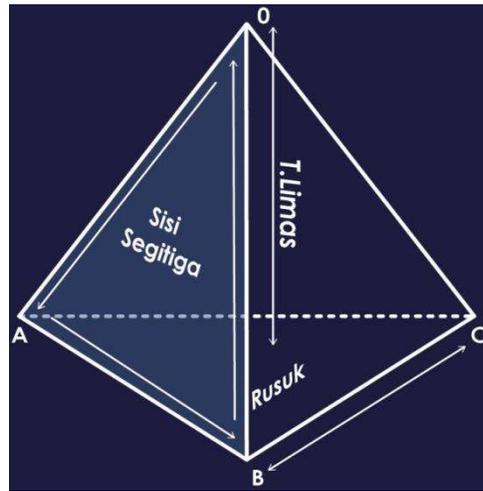
$$\text{Luas sisi} = \text{sisi} \times \text{sisi}$$

$$\text{Volume} = \frac{1}{3} \times \text{luas alas} \times \text{tinggi limas}$$

Rumus 2.4 Limas

e. Limas Segitiga

Limas segitiga adalah ruang tiga dimensi yang dikelilingi oleh dasar segitiga. Limas segitiga mempunyai empat sisi, enam tepi dan empat titik sudut. Bangun ruang limas segitiga disebut juga bidang empat karena memiliki 4 buah bidang berbentuk segitiga.



Gambar 2.19 Limas Segitiga
Sumber : (Data Penelitian 2020)

Luas = luas segitiga 1 + luas segitiga 2 + luas segitiga 3 + luas segitiga 4

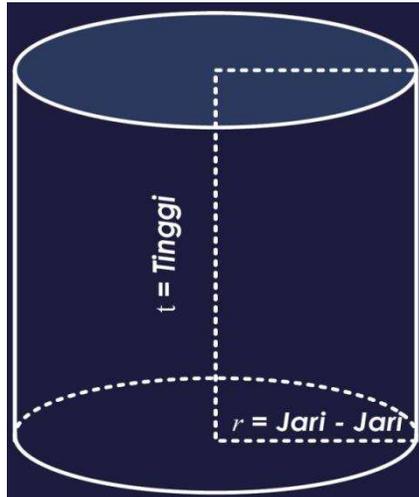
Luas segitiga = $\frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$

Volume = $\frac{1}{6} \times \text{alas segitiga} \times \text{tinggi segitiga} \times \text{tinggi limas}$

Rumus 2.5 Limas Segitiga

f. Silinder atau Tabung

Tabung atau silinder adalah bentuk geometris tiga dimensi yang dibentuk oleh dua buah lingkaran paralel dan persegi panjang yang mengelilingi kedua lingkaran ini. Tabung ini memiliki tiga sisi dan dua tulang rusuk.



Gambar 2.20 Silinder atau Tabung
Sumber : (Data Penelitian 2020)

Luas selimut tabung = $2 \times \pi \times r \times \text{tinggi tabung}$

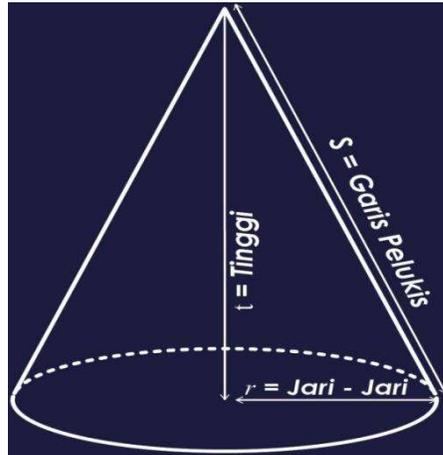
Luas permukaan = $2 \times \pi \times r \times \text{tinggi tabung} + 2 \times \pi \times r^2$

Volume = $\pi \times r^2 \times \text{tinggi}$ ($\pi = 22/7$)

Rumus 2.6 Silinder atau Tabung

g. Kerucut

Kerucut merupakan piramida khusus dengan alas lingkaran. Kerucut mempunyai dua sisi dan satu rusuk. Sisi kanan kerucut bukan berupa segitiga tetapi permukaan miring yang disebut penutup kerucut.



Gambar 2.21 Kerucut
Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas selimut} = \pi \times r \times s \quad (\pi = 22/7)$$

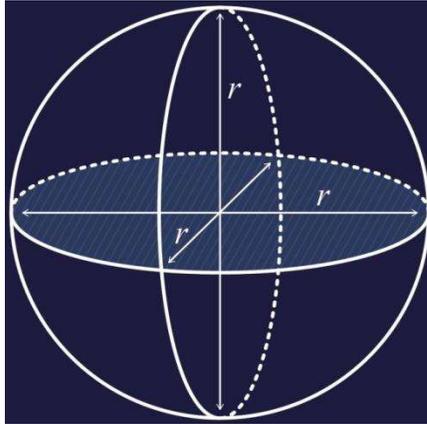
$$\text{Luas permukaan} = (\pi \times r) \times s + \pi \times r^2$$

$$\text{Volume} = 1/3 \pi \times r^2 \times \text{tinggi}$$

Rumus 2.7 Kerucut

h. Bola

Sebuah bola dibentuk oleh lingkaran tak terbatas dengan panjang yang sama dan merupakan bentuk geometris tiga dimensi yang berpusat pada satu titik. Bola hanya memiliki satu sisi.



Gambar 2.22 Bola
Sumber : (Data Penelitian 2020)

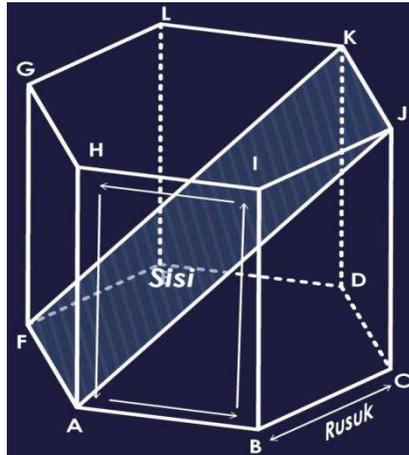
$$\text{Luas} = 4 \times \pi \times r^2 \quad (\pi = 22/7)$$

$$\text{Volume} = 4/3 \times \pi \times r^3$$

Rumus 2.8 Bola

i. Prisma Segienam Beraturan

Prisma segienam biasa adalah bentuk geometris tiga dimensi biasa yang dikelilingi oleh alas dan tutup yang identik, dan sisi vertikal persegi panjang. Prisma segienam memiliki delapan sisi, delapan belas rusuk, dua belas titik sudut dua belas sisi diagonal, dan enam bidang diagonal.



Gambar 2.23 Prisma Segienam Beraturan
Sumber : (Data Penelitian 2020)

$$\text{Luas} = (2 \times \frac{3}{2} \times \text{sisi}^2 \times \sqrt{3}) + (6 \times \text{sisi} \times \text{tinggi})$$

$$\text{Volume} = \frac{3}{2} \times \text{sisi}^2 \times \sqrt{3} \times \text{tinggi}$$

Rumus 2.9 Prisma Segienam Beraturan

2.3 Software Pendukung

Dalam proses pembuatan aplikasi *augmented reality* ini, peneliti membutuhkan perangkat lunak atau aplikasi tambahan. Berikut adalah beberapa *software* pendukung yang peneliti jabarkan untuk membuat aplikasi *augmented reality*.

2.3.1 *Unity*

Menurut (Rickman Roedavan, 2018) ribuan tahun yang lalu, mesin *game* rata-rata dilengkapi dengan editor global, editor kode, dan kompiler itu sendiri. Pada saat itu, harga mesin *game* masih relatif tinggi, sehingga hanya perusahaan *game* kelas menengah atas yang dapat menggunakannya. Namun, pada tahun 2009, dengan merilis *Unity* 3D tahun ini, dapat dikatakan bahwa telah ada satu tahun evolusi di dunia mesin *game*. *Unity* diluncurkan secara gratis pada bulan April 2012, perangkat ini menjadi yang paling populer diantara lebih dari 1 juta pengembang yang terdaftar di seluruh dunia. Sebagai aplikasi mesin *game* berbiaya rendah, *unity* memungkinkan pengguna, individu atau tim untuk membuat *game* 3D dengan cepat dan mudah. *Unity* diatur untuk membuat *game* dalam kategori *First Person Shooting* (FPS), *Role Playing Game* (RPG) dan *Real Time Strategy* (RTS). *Unity* juga merupakan mesin lintas *platform* yang dapat menerbitkan *game* di berbagai *platform* termasuk *Windows*, *Mac*, *Android*, *IOS*, *PS3*, dan *Wii*.

Unity adalah *game engine software*, dengan *built-in IDE* yang terus dikembangkan. *Unity* merupakan mesin *game* dengan lisensi sumbernya sendiri, lisensi pengembangan dibagi dua antara gratis dan berbayar untuk kebutuhan alat pengembangan aplikasi. *Unity* tidak membatasi penerbitan aplikasi, sehingga pengguna gratis dapat menerbitkan aplikasi kapan saja, hanya saja pengguna yang gratis ada keterbatasan atau hanya beberapa modul tertentu yang tidak ada hanya

tersedia untuk pengguna berbayar. *Unity* memudahkan pengguna untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* (Hans Kristian, Hendri Setiawan, 2015).

2.3.2 Vuforia SDK

Vuforia adalah pengembangan perangkat lunak *mobile Software Development Kit* (SDK) yang memungkinkan pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. Sebelum dikenal sebagai *QCAR* (*Qualcomm Company Augmented Reality*). Aplikasi pengembangan menggunakan teknologi visi komputer untuk mengenali dan melacak gambar (Gambar Target) dan tampilan objek 3D sederhana, dalam bentuk *barcode* secara *real-time* (Apriyani & Gustianto, 2015).

Menurut (Arifitama, 2017) *Vuforia SDK* memiliki banyak fitur menarik seperti memindai foto, memindai teks, pengenalan penanda bingkai, tombol virtual, identifikasi permukaan objek cerdas, memindai berbasis *cloud*, pengenalan gambar target, pengenalan target silinder, dan pengenalan target yang telah ditetapkan. Fungsionalitas *marker* yang diberikan oleh *Vuforia SDK* membantu pengembang untuk membuat *marker* lebih mudah saat dibutuhkan, dapat digunakan dan diperoleh dengan perangkat lunak *Unity3d*. *Vuforia SDK* juga mendukung pengembangan aplikasi untuk perangkat IOS dan Android.

2.3.3 Adobe Photoshop

Photoshop digunakan untuk mengedit gambar atau foto secara profesional, termasuk mengedit objek sederhana atau kompleks. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk menolak gambar *bitmap* kualitas tertinggi. Fitur lengkap *photoshop* menjadikan perangkat lunak ini paling nyaman, menggunakan perangkat lunak desain grafis profesional yang cocok dengan fitur yang disediakan oleh *photoshop* (Muga Linggar Famukhit, Maryono, Lies Yulianto, 2013).

Menurut (Andi, 2016) dalam bukunya menjelaskan perkembangan dari *Adobe Photoshop, Creative Suite* merupakan versi yang dulu dan kini sudah menjadi versi *Creative Cloud*. *Adobe Photoshop CC* merupakan hasil rilisan terbaru dari *Adobe Photoshop*. Dapat tersimpan secara *online* merupakan salah satu fitur yang disediakan dan memberikan kapasitas penyimpanan *file* sebesar 20GB. Fitur tersebut sangat membantu untuk menyimpan *file* secara *online*, dapat mengolah *file* dimanapun dan bisa saling berbagi *file* pada pengguna yang lain. Dengan adanya perubahan fitur yang signifikan dari versi terbaru *Adobe Photoshop CC* sebagai program pengolahan foto *digital* yang semakin profesional dengan menambah fitur dan dapat menyempurnakan fitur yang ada dengan kepiawaiannya.

2.3.4 3DS Max

3DS Max (3D Studio Max) adalah salah satu paket perangkat lunak yang paling lengkap dan paling banyak digunakan di dunia karena fitur pengeditan yang serba guna dan banyak arsitektur plug-in. 3D Max adalah salah satu program paling populer di dunia animator dan animasi. Selain animasi, 3D Max membantu arsitek dan pengembang *game* serta terintegrasi dengan program seperti *Autocad* dan *Unity*.

3DS Max adalah salah satu alat paling penting untuk membuat gambar dari model yang digunakan untuk membuat animasi dan pemodelan berkualitas tinggi. Selain itu, 3DS Max memiliki beberapa manfaat seperti pembaruan, referensi eksternal, *Sequencer* kamera, alur kerja *Revit* dan *Sketchup* yang disederhanakan. Revolusi 3DS Max dalam jaringan telekomunikasi, distribusi aplikasi melalui internet telah membuatnya sulit untuk menggunakannya. Manajemen *Backburner* untuk manajemen jaringan *Rendering* memberikan persyaratan kinerja yang mendesak tanpa mengurangi resolusi gambar, video dan media terkini (Prof & Mahmoud, 2017).

2.3.5 *Adobe Illustrator* (AI)

Menurut (Andi, 2014) Perangkat lunak *Adobe Illustrator* dan *Adobe Photoshop* dapat dianggap sebagai saudara yang dibuat oleh perusahaan yang sama, *Adobe Illustrator* mempunyai kemampuan sebagai *software* yang dapat mengedit gambar vektor, mengedit desain grafis, tanda air, aplikasi, logo perusahaan, logo situs *web* atau blog, spanduk, gambar, ikon aplikasi, *T-shirt*, *wallpaper*, dapat digunakan untuk diagram, ilustrasi, kartun dan lukisan.

Perangkat lunak *Adobe Illustrator* merupakan perangkat yang programnya untuk mengedit grafik vektor pertama kali dikembangkan oleh *Adobe Inc.* Desember 1986. *Adobe Illustrator* memiliki jangkauan fitur yang lebih luas daripada *Adobe Photoshop*, dan ketika memperbarui skala, kualitas gambar vektor dari *Adobe Illustrator* tidak terputus (Elistiana Siswanti, Silvi Andriyani, 2015).

2.4 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi penelitian, adapun referensi tersebut sebagai berikut:

1. (Apriyani & Gustianto, 2015) “*Augmented Reality* sebagai Alat Pengenalan Hewan Purbakala dengan Animasi 3D menggunakan Metode *Single Marker*” (e-ISSN : 2460-0997). Belajar sejarah tentang hewan purbakala pada sekolah ini hanya menggunakan media buku dan gambar yang ada pada buku serta alat

peraga yang biasa, aplikasi ini sebagai alat pengenalan yang diterapkan pada anak usia 13 sampai 18 tahun dengan *smartphone* dan menggunakan metode *single marker* (satu *marker* satu objek). Dengan menggunakan *augmented reality* besar harapan pelajaran sejarah mengenai hewan purbakala dapat lebih menarik dan menyenangkan dalam mempelajarinya, karena aplikasi ini dapat dijadikan sebuah alat peraga virtualisasi hewan purbakala menjadi dalam bentuk 3D. Hasil dari aplikasi ini dapat digunakan dengan cara melacak *marker*, setelah *marker* dikenali maka aplikasi ini dapat menampilkan hewan purbakala secara 3D pada layar *smartphone*.

2. (Apriyani, Huda, & Prasetyaningsih, 2016) “Analisis Penggunaan *Marker Tracking* pada *Augmented Reality* Huruf Hijaiyah” (ISSN : 2085-3688; e-ISSN : 2460-0997). Penelitian ini menguji fokus pengaruh intensitas cahaya pada jarak pendeteksian terhadap dua metode *tracking*. Dua metode *tracking* tersebut yaitu *marker base tracking* dan *markerless*, kedua metode tersebut memiliki persamaan yang dipengaruhi oleh jarak penginderaan dan intensitas cahaya, dan dapat menyorot objek dengan benar. Metode ini dirancang untuk menentukan jarak deteksi minimum dan untuk menentukan intensitas cahaya untuk menaikkan objek. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa jarak rata-rata minimum berdasarkan *marker base* adalah 7.5 cm jarak rata-rata maksimum adalah 80.5 cm, pada *markerless* jarak minimum rata-rata adalah 3.8 cm dan jarak rata-rata maksimum hingga 300 cm.

3. (Hans Kristian, Hendri Setiawan, 2015) “Implementasi *Augmented Reality* Visualisasi Rumah Berbasis *Unity*” (ISSN : 2087-0256). Bisnis properti sedang berkembang pesat, namun penggunaan media iklan selalu dilakukan dengan objek 2D. Oleh karena itu, tampilan yang dihasilkan lebih terbatas, karena potensi pembeli kurang tertarik pada model rumah 2D yang ditawarkan. Dalam membuat aplikasi ini menggunakan dukungan perangkat lunak *unity* dengan bahasa pemrograman *C#*, buat model rumah menggunakan perangkat lunak *Blender* yang dapat membuat objek 3D. Hasil penelitian ini adalah aplikasi *augmented reality* yang dapat mempermudah para *developer* untuk melakukan promosi dan memberikan pelayanan kepada calon pembeli untuk melihat market rumah dengan bentuk 3D.
4. (Marneanu, M. Ebner, 2014) “Evaluasi Kerangka Kerja *Augmented Reality* untuk Pengembangan *Android*”. *Augmented Reality* sebagai teknologi yang canggih dan mempunyai beragam alat implementasi, karena teknologi yang tersedia membuat pilihan kerangka kerja yang tepat untuk aplikasi seluler juga masih terbilang sulit. Kerangka kerja tersebut menerapkan pelacakan yang berbeda teknik dan harus memberikan dukungan kepada berbagai kendala. Dalam penelitian ini terdapat enam *platform* yang mengintegrasikan pengembangan aplikasi android yaitu, *ARLab*, *ARToolKit*, *D’Fusion*, *Vuforia*, *Catchoom* dan *Metaio*, dan secara aktif menguji standard an tujuan lingkungan. Hasilnya, empat dari enam bingkai menunjukkan tanda-tanda pekerjaan tambahan, hasil terbaik diperoleh dengan *vuforia*, yang dapat mendeteksi

gambar target dengan 200%. Beberapa yang lain dapat melebihi 70% dan bahkan 90%. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa pilihan kerangka kerja yang tepat tergantung pada konteks aplikasi yang akan dikembangkan.

5. (Sannikov, Zhdanov, Chebotarev, & Rabinovich, 2015) “Konten Pendidikan Interaktif Berdasarkan *Augmented Reality* dan Visualisasi 3D” (ISSN : 1877-0509). Turunnya minat anak-anak untuk belajar yang hanya berpanduan pada buku yang tidak mewakili sumber pengetahuan visualisasi serta tidak mengembangkan kreativitas teknis untuk belajar ilmu alam, fisika dan matematika. Penelitian ini menggunakan *augmented reality* sebagai alat pengajaran berbasis video yang menampilkan objek 3D. Standar grafis (minimum 1 GHz, RAM minimum 1 Gb, ruang *hard disk* minimum 1 Gb, minimum 64 Mb memori video dan kartu suara) untuk perangkat yang menggunakan operasi IEC. *Webcam* 3D yaitu perangkat untuk pemutaran 3D *stereo* (monitor, tv atau proyektor dengan lensa terpolarisasi kompleks). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kreativitas anak dalam belajar menjadi sangat penting.
6. (Rawis, Tulenan, & Sugiarto, 2018) “Penerapan *Augmented Reality* Berbasis *Android* untuk Mengenalkan Pakaian Adat Tountemboan” (ISSN : 2301-8364). Tountemboan merupakan pakaian adat warisan dari kebudayaan Minahasa, pada zaman sekarang ini media untuk pengenalan warisan kebudayaan sangatlah berkurang. Oleh karena itu dibuat sebuah media yang dapat

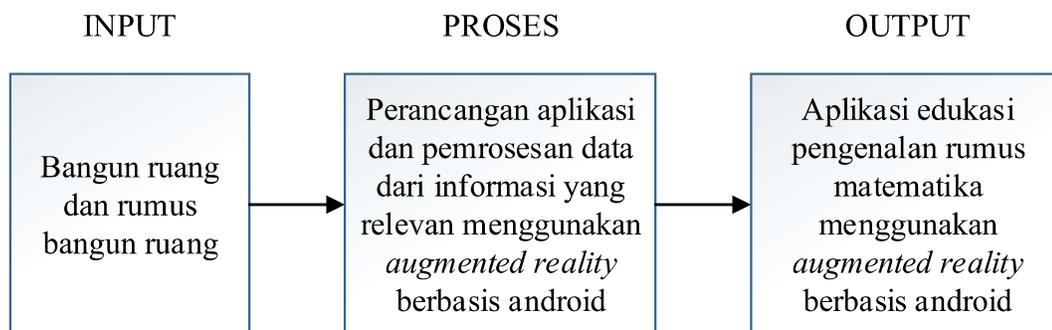
mengenalkan pakaian adat Tountemboan, dalam penelitian ini menggunakan metode *multimedia development life cycle*, dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality user defined target* yang bisa menambah objek virtual pada lingkungan nyata dan agar dapat digunakan dengan mudah maka aplikasi dibuat berbasis *android*. Penelitian ini menghasilkan aplikasi *augmented reality* berbasis *android* untuk membantu masyarakat umum terkhusus masyarakat Sulawesi Utara untuk mengenal pakaian adat Tountemboan.

7. (Mantasia, 2016) “Pengembangan Teknologi *Augmented Reality* sebagai Penguatan dan Penunjang Metode Pembelajaran di SMK untuk Implementasi Kurikulum 2013 (e-ISSN : 2476-9401)”. Jenis dari penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dari perangkat lunak yaitu aplikasi *augmented reality*, dengan tahapan *engineering* seperti, analisis, desain, implemementasi, dan evaluasi. *Augmented Reality* diintegrasikan sebagai kurikulum 2013 menggunakan modul yang berkaitan dengan kaidah dalam pembelajaran saintifik. Pengembangan *augmented reality* pada mata pelajaran produktif di SMK terkhusus kebutuhan peningkatan keterampilan siswa dengan metode *scientific approach* dapat memenuhi kebutuhan siswa dalam memahami suatu hal yang abstrak dan *kompleks*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui proses pengembangan *AR*, desain model *AR*, penerapan teknologi *AR*, dan hasil pengembangan *AR* yang dijadikan sebagai penunjang pembelajaran di SMK untuk implementasi kurikulum 2013 yang dapat memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

2.5 Kerangka Pemikiran

Menurut (Sugiyono, 2013) pendekatan kerangka pemikiran dikatakan cocok untuk menjelaskan antar variabel yang akan dipelajari secara teoritis. Hubungan antara variabel dependen dan independen perlu dijelaskan secara teoritis, dan hubungan antara variabel dirumuskan dalam paradigma penelitian. Dengan demikian, kerangka berfikir adalah dasar untuk menyiapkan paradigma penelitian.

Dilihat dari defenisi yang diberikan dalam penelitian ini, matematika masih menjadi mata pelajaran yang paling tidak disukai oleh siswa-siswi di SDIT At Taubah, dengan metode pembelajaran yang hanya berpedoman pada buku dapat membuat siswa gampang merasa bosan dan sulit untuk mengerti dengan apa yang dijelaskan guru. Terlebih lagi dengan mata pelajaran bangun ruang, jika hanya menjelaskan pada metode berupa buku atau dengan media papan tulis maka siswa sulit untuk memahami setiap sudut atau sisi bangun ruang tersebut, berikut adalah kerangka pemikiran dari penelitian ini:



Gambar 2.24 Kerangka Pemikiran

Gambar di atas menunjukkan bahwa penelitian ini memiliki variabel yaitu bangun ruang dan rumus-rumus dari bangun ruang. Selanjutnya, dikembangkan aplikasi yang dapat memproses variabel *input* dan memproses data ini menggunakan *Augmented Reality* dengan pendukung perangkat lunak yaitu *Unity*, *Vuforia SDK*, *Adobe Photoshop*, *3DS Max*, *Adobe Illustrator*. Sehingga *output* yang dihasilkan dari Aplikasi Edukasi Pengenalan Rumus Matematika Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android ini adalah aplikasi yang dapat mempermudah guru untuk menjelaskan bangun ruang kepada siswa-siswi SDIT At Taubah.