

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Teori dasar merupakan dasar atau hipotesis pada penelitian, yang bertujuan untuk meningkatkan validitas dari penelitian yang dilakukan (Rusmawan, 2020). Teori-teori yang digunakan dalam penelitian berasal dari berbagai buku dan jurnal yang relevan dengan topik penelitian yang dijalankan oleh penulis.

2.1.1 *Digital Imaging*

Pencitraan digital atau *digital Imaging* merupakan inovasi yang sedang dihadapi perkembangan pesat. Metode ini digunakan untuk mengedit gambar dengan tujuan untuk menghasilkan gambar yang lebih baik. Untuk melakukan pengeditan, gambar yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik, termasuk kejelasan, ketajaman, dan tingkat pencahayaan yang optimal. Dengan menggabungkan dua atau tiga gambar, teknologi *Digital Imaging* mampu menciptakan kesan yang hidup dan realistis pada gambar, serta menghasilkan luaran yang menarik dan berkualitas (Suardi & Djemedi, 2020). Penerapan *Digital Imaging* telah luas digunakan dalam bidang fotografi dan desain saat ini. Teknologi ini memungkinkan objek gambar dapat disesuaikan dengan tujuan atau konsep yang diinginkan, menggunakan teknologi digital, dan disimpan dalam format digital (Wicaksana & Pangaribuan, 2020).



Gambar 2.1 *Digital Imaging*
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Teknologi pencitraan digital melibatkan pengolahan citra melalui penggunaan teknologi digital seperti komputer, citra tersebut dikombinasikan dalam tiga saluran warna utama, yakni adalah warna merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). yang dikenal sebagai warna RGB. Dengan menggabungkan ketiga saluran warna ini, gambar yang dihasilkan memiliki kejelasan, kehidupan, dan kesan yang lebih nyata.

2.1.2 Augmented Reality (AR)

AR (*Augmented Reality*) ialah suatu metode yang memungkinkan gabungan antara dunia fisik dan dunia virtual, di mana objek digital atau virtual dapat ditampilkan secara simultan dengan objek nyata. Teknologi AR telah mengalami perkembangan yang pesat dan diadopsi dalam berbagai aspek kehidupan. Dengan menggunakan AR, objek yang secara aslinya tidak memiliki kehidupan dapat dihadirkan melalui kamera yang dapat diakses melalui komputer atau *smartphone*. *Marker* digunakan sebagai acuan fokus kamera, memungkinkan

pengguna melihat objek dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi. dalam tampilan layar (Ismayani, 2020).



Gambar 2. 2 Penerapan AR
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Gambar 2.2 yang ditampilkan menggambarkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang mampu menampilkan nama-nama bagian organ tubuh secara langsung ketika kamera diarahkan ke organ tersebut. Penggunaan *Augmented Reality* dalam konteks pendidikan telah memberikan manfaat yang signifikan (Afirianto et al., 2021). Sebagai contoh, aplikasi yang terlihat dalam Gambar 2.2 memiliki potensi untuk menjadi media pembelajaran yang efektif di dunia pendidikan, karena mampu meningkatkan minat dan menyenangkan dalam proses pembelajaran.

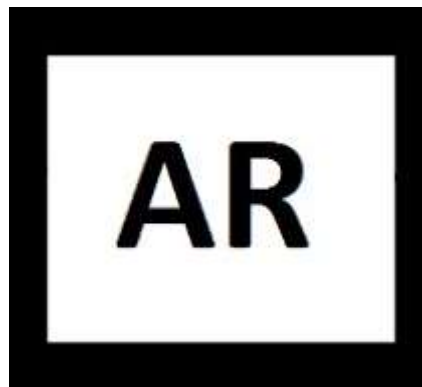
2.1.3 Metode *Marker*

Saat pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR), terdapat dua metode penggunaan *marker* yang umum digunakan (Syahputra et al., 2020), yaitu:

1. *Marker Based Tracking*

Metode penanda (*marker*) adalah suatu indikator yang umumnya berbentuk gambar ilustrasi monokrom atau persegi dengan variasi bentuk yang unik.

Gambar-gambar ini seringkali dicetak pada kertas atau digunakan sebagai objek penanda dalam buku. Penggunaan metode *marker* yang digunakan membutuhkan perangkat komputer atau perangkat seluler yang memiliki kamera dapat terkoneksi dengan aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang relevan. Sebagai contoh, dalam penelitian yang merancang aplikasi *Augmented Reality* (AR) untuk mengenali sejarah kemerdekaan Indonesia, aplikasi tersebut secara otomatis, aplikasi dapat mengakses kamera smartphone dan menampilkan objek tiga dimensi saat kamera diarahkan ke penanda yang telah ditentukan dan dipersiapkan sebelumnya. (Arief et al., 2019).



Gambar 2. 3 *Marker Based Tracking*

Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2. *Markless Based Tracking*

Metode yang tidak melibatkan atau tidak menggunakan penanda (*markerless*) atau yang dikenal sebagai *markerless* adalah sebuah metode dalam realitas augmentasi yang tidak membutuhkan penanda khusus agar dapat menampilkan objek virtual tiga dimensi. Metode tanpa penanda ini mengandalkan lingkungan sekitarnya sebagai acuan. Dalam metode ini, objek

virtual diperoleh melalui pelacakan (*tracking*) objek dan pengenalan serta deteksi gerakan objek yang dimaksud. (Arief et al., 2019).



Gambar 2. 4 *Markless Based Tracking*
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2.1.4 *Android*

Android ialah suatu sistem operasi yang didasarkan pada kernel Linux, dirancang khusus untuk perangkat telepon seluler. Sistem ini memberikan *platform* terbuka (*open source*) kepada para pengembang untuk membuat aplikasi sesuai dengan kebutuhan merek mereka, yang dapat dijalankan pada beragam perangkat *mobile*. (Firly, 2019). *Android* juga merupakan *software* yang dapat digunakan tanpa biaya dan bersumber terbuka. Saat ini, sudah ada beberapa rilis versi *Android* yang telah tersedia, antara lain:

1. Versi 1.0-1.1 (*Alpha-Beta*)

Pada tanggal 23 September 2008, *Android* merilis versi pertamanya, yaitu *Android* 1.0 (API Level 1). Pada tanggal 9 Februari 2009, versi (API Level 2) juga dirilis. Pada saat itu, versi pertama *Android* belum diluncurkan secara komersial dan belum tersedia untuk pengguna umum.



Gambar 2. 5 Logo *Android* Versi 1.0-1.1
Sumber: (Firly, 2019)

2. Versi 1.5 *Cupcake*

Pada tanggal 30 April 2009, *Android* merilis versi yang menggunakan nama *Cupcake*, yang merupakan kebiasaan baru dalam memberi nama versi *Android* dengan menggunakan nama makanan. Dalam pembaruan tersebut, terdapat sejumlah peningkatan fitur yang dapat disebutkan, seperti kemampuan pengunduhan dan pemutaran video, fitur *Bluetooth*, penyediaan *keyboard virtual*, peningkatan pada *browser*, serta kemampuan untuk mengelompokkan aplikasi.



Gambar 2. 6 Logo *Android* Versi *Cupcake*
Sumber: (Firly, 2019)

3. Versi 1.6 *Donut*

Pada tanggal 15 September 2009, Android merilis versi terbaru yang menghadirkan sejumlah perbaikan pada sistem operasinya. Perbaruan ini mencakup peningkatan fungsi kamera, kemampuan mendukung layar yang lebih besar, dan tambahan fitur navigasi yang disediakan oleh Google..



Gambar 2. 7 Logo *Android* Versi 1.6
Sumber: (Firly, 2019)

4. *Android* Versi 2.0 dan 2.1 *Eclair*

Seri *Android* 2.0 dan 2.1, yang lebih dikenal dengan sebutan *Eclair*, diperkenalkan dengan jadwal rilis yang teratur setiap tiga bulan. Versi 2.0 dirilis pada tanggal 26 Oktober 2009, diikuti oleh versi 2.0.1 pada tanggal 3 Desember 2009, dan versi 2.1 pada tanggal 12 Januari 2010. Pada versi *Eclair* ini, *Android* memiliki dukungan untuk browser yang memiliki fitur HTML 5, beberapa fitur *multitouch*, peningkatan antarmuka pengguna, dan juga mengembangkan dukungan untuk *Bluetooth* 2.1.



Gambar 2. 8 Logo *Android* Versi 2.0 dan 2.1 *Eclair*
Sumber:(Firly, 2019)

5. *Android Frozen Yogurt* Versi 2.2

Pada tanggal 20 Mei 2010, *Android* meluncurkan versi 2.2 yang menghadirkan sejumlah fitur baru. Pembaruan ini mencakup penambahan fitur *Adobe Flash*, optimalisasi kinerja memori, dan pembaruan pada fitur pesan. Selain itu, terdapat peningkatan pada fitur *USB* dan *WiFi* untuk meningkatkan kecepatan transfer data serta meningkatkan keamanan penggunaan.



Gambar 2. 9 *Android* Versi 2.2 *Frozen Yogurt*
Sumber: (Firly, 2019)

6. *Android* Versi 2.3 *Gingerbread*

Pada tanggal 6 Desember 2010, *Android* merilis versi *Gingerbread* yang menawarkan sejumlah fitur baru. Pada versi ini, *Android* telah mendukung

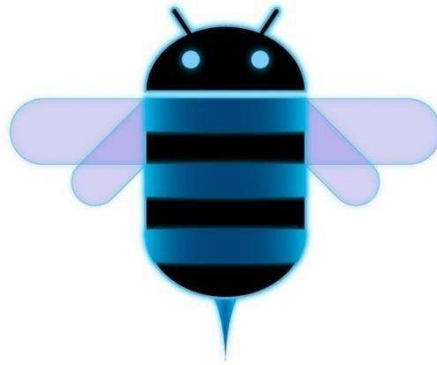
berbagi fitur dari kamera, termasuk kemampuan untuk berbagi foto secara langsung melalui kamera. Selain itu, *Gingerbread* juga mendukung teknologi *Near Field Communication* (NFC) serta menyediakan beberapa fitur untuk melakukan komunikasi video (*video call*).



Gambar 2. 10 Logo *Android* Versi 2.2
Sumber: (Firly, 2019)

7. *Android* Versi 3.0-3.2 *Honeycomb*

Android Honeycomb dirilis pada tanggal 22 Februari 2011 dan 11 Mei 2011. Pada versi *Android* ini, sistem operasi ini sudah didesain khusus *tablet*. Terdapat tampilan baru diterapkan, termasuk tampilan 3D yang memberikan pengalaman visual yang lebih menarik. Selain itu, *Android Honeycomb* juga mendukung berbagai jenis prosesor yang digunakan pada perangkat *tablet*.



Gambar 2. 11 Logo *Android* Versi 3.0-3.2
Sumber: (Firly, 2019)

8. *Android* Versi 4.0 *Ice Cream Sandwich*

Pada seri ini, telah ditambahkan fitur biometrik (*face unlock*) yang memungkinkan pengguna dapat membuka perangkat dengan menggunakan pengenalan wajah. Selain itu, terdapat juga beberapa fitur pengeditan kamera yang memungkinkan pengguna untuk mengedit foto langsung di perangkat. *Android* versi ini juga menampilkan animasi yang lebih halus dan memiliki antarmuka yang lebih intuitif dan mudah digunakan bagi pengguna.



Gambar 2. 12 Logo *Android* Versi 4.0 *Ice Cream Sandwich*
Sumber: (Firly, 2019)

9. *Android Versi 4.1 dan 4.3 Jelly Bean*

Android versi tersebut dirilis pada tanggal 2 Juni 2012. Pada versi ini, terdapat peningkatan fitur seperti adanya *Google Assistant*, yang memberikan antarmuka yang lebih interaktif dan dapat membantu pengguna dalam menjalankan berbagai tugas. Selain itu, versi ini juga menambahkan fitur *widget* yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses informasi dan fungsi tertentu langsung dari layar utama perangkat. Fitur *screenshot* juga diperkenalkan untuk memudahkan pengguna dalam mengambil tangkapan layar. Terdapat juga beberapa perubahan dalam notifikasi yang memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna.



Gambar 2. 13 Logo *Android Versi 4.1 dan 4.3 Jelly Bean*
Sumber: (Firly, 2019)

10. *Android Versi 4.4 Kitkat*

Pada tanggal 31 Oktober 2013, *Android* merilis versi 4.4 *KitKat*. Pada versi ini, terdapat sejumlah peningkatan fitur yang signifikan. Beberapa di antaranya termasuk peningkatan kemampuan *multitasking* yang lebih cepat, peningkatan tampilan *e-book* untuk pengalaman membaca yang lebih baik,

perbaikan layanan SMS, dan kemudahan akses dalam mengelola file. Dengan peningkatan ini, pengguna dapat mengalami kinerja yang lebih lancar dan efisien saat menjalankan berbagai tugas pada perangkat *Android* versi 4.4 *KitKat*.



Gambar 2. 14 Logo *Android* Versi 4.4 *KitKat*
Sumber: (Firly, 2019)

11. *Android* Versi 5.0 dan 5.1 *Lollipop*

Pada tanggal 15 Oktober 2014, *Android* merilis versi 5.0 dan 5.1 *Lollipop*. Pada versi ini, terdapat beberapa peningkatan fitur yang signifikan. Salah satunya adalah adanya dukungan untuk penggunaan RAM di atas 3GB dengan versi 64-bit, yang memungkinkan perangkat dengan spesifikasi yang lebih tinggi untuk beroperasi secara optimal. Selain itu, versi *Android* ini juga membawa peningkatan efisiensi penggunaan daya, peningkatan keamanan, serta dukungan untuk 15 bahasa yang digunakan dalam sistem. Terdapat juga perubahan dalam desain notifikasi yang memberikan tampilan yang baru dan lebih modern. Dengan fitur-fitur tersebut, *Android* versi 5.0 dan 5.1 *Lollipop* dianggap sebagai versi yang menunjukkan kinerja yang baik dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih memuaskan.



Gambar 2. 15 Logo *Android* Versi 5.0 dan 5.1 *Lollipop*
Sumber: (Firly, 2019)

12. *Android* Versi 6.0 *Marshmallow*

Android Marshmallow dirilis pada tanggal 5 Oktober 2015. Pada versi ini, terdapat peningkatan signifikan dalam hal keamanan sistem. Fitur *fingerprint* atau pemindai sidik jari diperkenalkan sebagai metode keamanan biometrik yang dapat digunakan untuk membuka perangkat. Hal ini memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi dan pengalaman pengguna yang lebih sederhana. Selain itu, juga terdapat perbaikan tingkat keamanan pada layanan otentikasi pembelian di *Google Play Store*, yang memastikan bahwa proses pembelian aplikasi dan konten digital berjalan dengan aman dan terjamin. Dengan adanya peningkatan keamanan ini, pengguna *Android Marshmallow* dapat merasa lebih tenang dan terlindungi saat menggunakan perangkat mereka.



Gambar 2. 16 Logo *Android Versi 6.0 Marshmallow*
Sumber: (Firly, 2019)

13. *Android Versi 7.0 dan 7.1 Nougat*

Android Nougat, yang dirilis pada Maret dan Oktober 2016, memperkenalkan fitur layar terbagi atau *split screen* yang memungkinkan pengguna untuk *multitasking* dengan dua aplikasi dalam satu layar. Fitur ini meningkatkan efisiensi dan produktivitas pengguna dengan kemampuan menjawab pesan sambil menonton video atau menggunakan dua aplikasi produktivitas sekaligus. Dengan fleksibilitas yang lebih besar, *Android Nougat* memberikan pengalaman yang lebih baik dan meningkatkan tingkat produktivitas bagi pengguna.



Gambar 2. 17 Logo *Android Nougat*
Sumber: (Firly, 2019)

14. *Android* Versi 8.0 dan 8.1 *Oreo*

Versi *Android* berikutnya adalah *Android Oreo* (8.0), yang dirilis pada tanggal 21 Maret 2017. *Android Oreo* menjadi salah satu versi *Android* yang paling populer dan banyak digunakan pada *smartphone*. Pada versi ini, pengguna diberikan pengalaman *multitasking* yang lebih baik dengan beberapa pembaruan yang signifikan. Salah satu pembaruan yang mencolok adalah *Picture-in-Picture mode*, yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan aplikasi dalam jendela melayang yang dapat ditampilkan di atas aplikasi lain. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melakukan *multitasking* dengan lebih efisien, seperti menonton video sambil menjawab pesan atau menjelajahi aplikasi lain. Selain itu, *Android Oreo* juga membawa sejumlah pembaruan kecil seperti notifikasi yang lebih baik, peningkatan keamanan, dan peningkatan kinerja sistem secara keseluruhan. Pembaruan yang cepat dan fungsionalitas *multitasking* yang lebih baik menjadikan *Android Oreo* sangat populer di kalangan pengguna *smartphone*.



Gambar 2.18 Logo *Android* Versi 8.0 dan 8.1 *Oreo*
Sumber: (Firly, 2019)

15. *Android* Versi 9.0 *Pie*

Android versi 9.0 *Pie* dirilis pada tanggal 6 Agustus 2018. Versi ini menawarkan pengalaman menarik bagi pengguna dengan memperkenalkan navigasi berbasis gestur yang menggantikan tombol fisik tradisional. Pengguna dapat menggunakan gestur seperti *swipe* untuk mengakses menu utama, *recent apps*, dan kembali ke beranda. Selain itu, *Android Pie* juga menghadirkan beberapa peningkatan fitur. Fitur Adaptif *Brightness* menggabungkan kecerahan layar yang disesuaikan secara otomatis dengan preferensi pengguna, sehingga memberikan pengalaman tampilan yang lebih optimal. Fitur notifikasi juga ditingkatkan dengan adanya *Smart Reply*, yang memberikan saran balasan cepat berdasarkan konteks pesan. Selain itu, tampilan tombol untuk mengambil *screenshot* juga diperbarui dengan menyediakan opsi tambahan, seperti markup langsung pada tangkapan layar. *Android Pie* menyediakan pengalaman yang lebih intuitif dan fungsional bagi pengguna melalui perubahan desain dan peningkatan fitur yang ditawarkan.



Gambar 2. 19 Logo *Android* Versi 9.0 *Pie*
Sumber: (Firly, 2019)

16. *Android* Versi 10

Versi *Android* ini dirilis pada tanggal 3 September 2019. Dalam versi ini, *Android* telah dilengkapi dengan kemampuan untuk mengakomodasi fitur mode gelap, sehingga memberikan pengguna opsi untuk beralih ke skema warna yang lebih gelap untuk antarmuka perangkat mereka. Selain itu, perbaikan signifikan telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja baterai, sehingga umur baterai menjadi lebih lama. Terutama, *Android* versi 10 menandai ketersediaannya secara awal untuk *smartphone Google*, yang diwakili oleh model-model seperti *Google Pixel* dan *XL*.



Gambar 2. 20 Logo *Android* 10
Sumber: (Firly, 2019)

17. *Android* Versi 11

Android 11 pertama kali dirilis pada tanggal 8 September 2020. Terdapat pembaruan keamanan yang lebih canggih dibandingkan dengan versi sebelumnya, serta diperkenalkan beberapa fitur menarik. Salah satu fitur yang mencolok adalah kemampuan untuk melakukan perekaman layar secara langsung dari notifikasi. Selain itu, pengguna juga dapat mengambil tangkapan layar yang panjang dari halaman web dan aplikasi yang mereka gunakan, memberikan representasi visual yang lebih komprehensif.



Gambar 2. 21 Logo *Android* 11
Sumber: (Firly, 2019)

18. *Android* Versi 12

Android 12 dirilis pada tanggal 18 Februari 2021, menjadikannya sebagai versi terbaru *Android* yang tersedia hingga saat ini. Terdapat kemajuan yang signifikan dalam hal privasi, dan fitur mode satu tangan telah memudahkan pengguna dalam mengoperasikan *smartphone* mereka hanya dengan satu tangan.



Gambar 2. 22 Logo *Android* Versi 12
Sumber: (Firly, 2019)

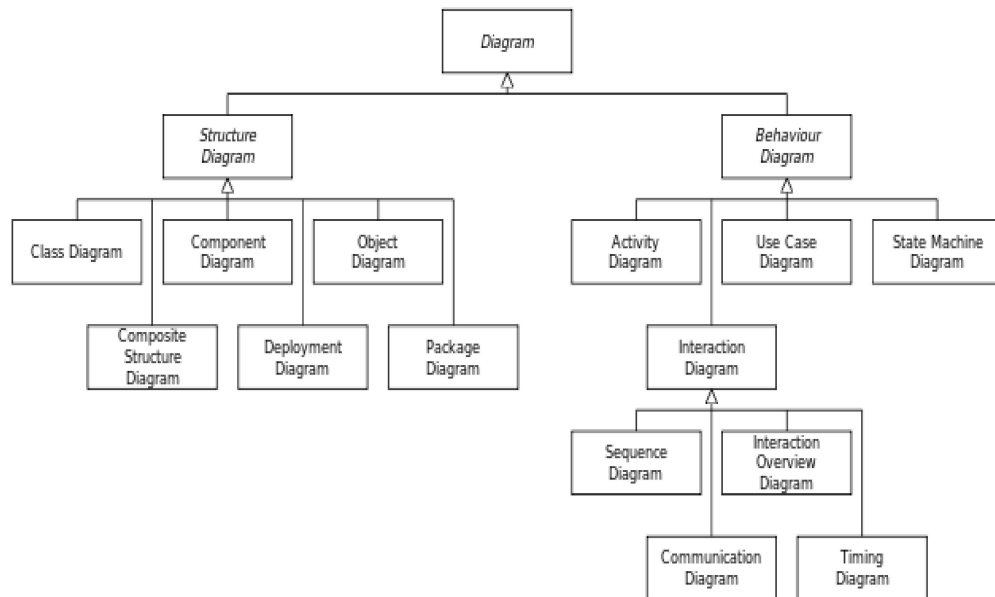
2.2 Teori Khusus

Teori khusus ialah suatu konstruksi teoritis yang mengidentifikasi dan menjelaskan faktor-faktor tambahan serta tanda atau parameter yang terhubung dengan penelitian yang sedang dijalankan. Dalam konteks pengembangan aplikasi realitas augmentasi, teori khusus memberikan kerangka teoritis yang merinci

berbagai alat, perangkat lunak, serta pilihan bahasa pemrograman yang akan digunakan dan diterapkan dalam proses pengembangan aplikasi tersebut.

2.2.1 *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah bahasa standar untuk mendokumentasikan, merancang, dan memodelkan sistem perangkat lunak berbasis objek. UML menyediakan notasi grafis yang kaya untuk menggambarkan struktur, interaksi, perilaku, dan hubungan antara elemen-elemen dalam sistem perangkat lunak. UML terdiri dari berbagai jenis diagram, seperti diagram kelas, diagram aktivitas, diagram sekuen, dan lain-lain, yang digunakan untuk menggambarkan berbagai aspek dari sistem perangkat lunak. Landasan teori UML ini memberikan cara yang sistematis dan terstandarisasi untuk mengkomunikasikan desain dan analisis sistem perangkat lunak kepada tim pengembang, pemangku kepentingan, dan anggota tim lainnya. Dalam penggunaannya, UML dapat membantu memahami kompleksitas sistem, mengidentifikasi kebutuhan, mengurangi risiko kesalahan dalam pengembangan, dan meningkatkan kolaborasi di antara anggota tim proyek. Oleh karena itu, UML telah menjadi alat yang penting dalam proses pengembangan perangkat lunak yang berorientasi objek. (Rusmawan, 2020). Tujuan utama dari *Unified Modeling Language (UML)* adalah menyediakan representasi visual yang jelas dan konsisten bagi pengguna dalam rangka mengembangkan sistem yang dapat digunakan oleh manusia dan mesin pada masa mendatang. Pemodelan visual memungkinkan pertukaran informasi yang mudah antara para pemangku kepentingan untuk memfasilitasi pengembangan sistem dengan lebih efisien dan efektif.



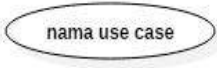


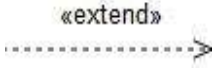

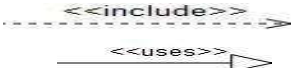
Gambar 2. 23 Diagram *Unified Modelling Language* (UML)
Sumber: (Rusmawan, 2020)

2.2.1.1 *Use Case Diagram*

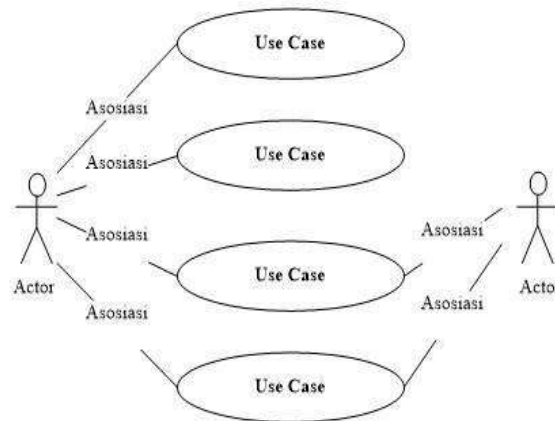
Menurut Rusmawan (2020), Diagram *Use Case* memiliki fungsi untuk menggambarkan peran seorang pengguna dalam menggunakan sistem dan interaksi antara pengguna dalam proses pengembangan sistem. *Use Case* dimanfaatkan sebagai teknik untuk mendokumentasikan persyaratan fungsional sistem dan memberikan narasi tentang pembuatan dan penggunaan sistem tersebut. Diagram *Use Case* melibatkan beberapa elemen penting, yaitu skenario dan aktor. Skenario adalah rangkaian prosedur untuk memvisualisasikan interaksi antara pengguna dan sistem, sedangkan aktor adalah individu yang secara langsung berinteraksi dengan proses sistem. Dalam Diagram *Use Case*, berikut adalah beberapa notasi yang digunakan:

Tabel 2. 1 *Use Case* Diagram

Sumber: (Rusmawan, 2020)

Simbol	Keterangan
<p><i>Use Case</i></p> 	<p><i>Use case</i> adalah metode untuk memvisualisasikan bagaimana pengguna (aktor) berinteraksi dengan sistem yang sedang dianalisis atau dikembangkan.</p>
<p>Aktor / <i>Actor</i></p> 	<p>Aktor mewakili peran atau entitas yang memiliki tujuan tertentu dalam menggunakan sistem atau mendapatkan manfaat dari sistem tersebut</p>
<p>Asosiasi / <i>Association</i></p> 	<p>Digunakan untuk berinteraksi dan saling terkoneksi dengan aktor dan <i>use case</i>.</p>
<p>Ekstensi / <i>Extend</i></p> 	<p>hubungan antara dua <i>Use case</i> yang menunjukkan bahwa satu <i>use case</i> bisa memperluas atau menambahkan fungsi tambahan ke <i>use case</i> lainnya</p>
<p>Generalisasi / <i>Generalization</i></p> 	<p>Berfungsi untuk menghubungkan antara <i>use case</i> dan fungsi khusus.</p>
<p><i>Include / Uses</i></p> 	<p>Digunakan untuk menyatakan fungsi yang harus dijalankan terlebih dahulu sebelum menjalankan fungsinya sendiri</p>

Contoh penggunaan *use case* diagram ditampilkan oleh gambar di bawah ini.

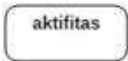




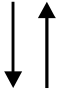
Gambar 2. 24 Contoh *Use Case* Diagram
Sumber: (Rusmawan, 2020)

2.2.1.2 *Activity* Diagram

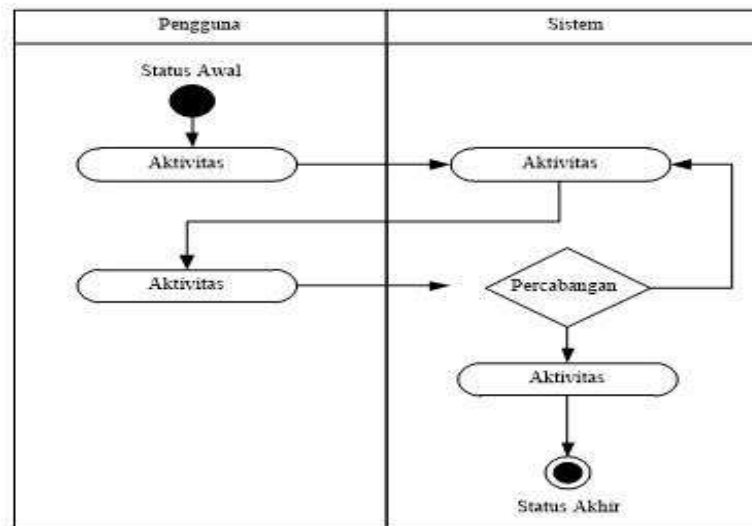
Diagram Aktivitas merupakan representasi dari aktivitas yang dilakukan oleh aktor. Diagram ini akan merepresentasikan rangkaian kegiatan dan alur kerja dari awal hingga akhir, menggunakan tanda penggabungan untuk kemudahan pemahaman. Diagram Aktivitas terdiri dari bentuk dan komponen yang dihubungkan dengan tanda panah yang mengindikasikan alur kerja (Rusmawan, 2020).

Tabel 2. 2 Diagram Aktivitas
Sumber: (Rusmawan, 2020)

Lambang	Uraian
Status awal ●	Proses bagaimana suatu objek dibuat atau diinisiasi.
Aktivitas 	Aktivitas merujuk pada tindakan, langkah, atau operasi yang terjadi dalam suatu proses atau alur kerja
Percabangan <i>decision</i> 	Percabangan seringkali digunakan untuk merepresentasikan sebuah keputusan atau

		tindakan yang harus diambil untuk agar dapat menjalankan langkah berikutnya.
Keadaan akhir		Bagaimana objek di bentuk atau diakhiri
		Tanda panah merepresentasikan interaksi antara satu komponen dengan komponen lainnya.

Di bawah ini adalah contoh dari penggunaan diagram aktivitas.

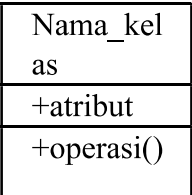






Gambar 2. 25 Contoh Diagram Aktivitas
Sumber: (Rusmawan, 2020)

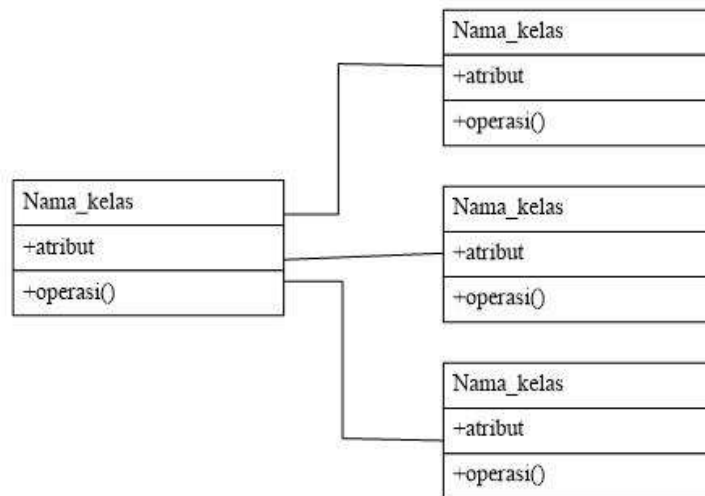
2.2.1.3 Class Diagram

Diagram kelas merupakan representasi atau gambaran desain dari suatu kerangka yang digunakan untuk membuat dan membuat kerangka tersebut. Kelas juga memiliki metode dan atribut yang berperan sebagai faktor di dalamnya. Motivasi di balik garis besar kelas adalah untuk membuat kerangka kerja mengingat kelas-kelas yang dicirikan secara fundamental, membuatnya lebih jelas dan menjalankan kemampuan yang terhubung. (Rusmawan, 2020).

Tabel 2. 3 Diagram Kelas
Sumber: (Rusmawan, 2020)

Lambang	Uraian
Kelas 	Kelas merepresentasikan struktur dan karakteristik suatu objek atau entitas dalam sistem perangkat lunak
Asosiasi / <i>association</i> 	Asosiasi menggambarkan keterkaitan atau interaksi antara objek-objek dari kelas yang berbeda dalam konteks suatu sistem atau domain tertentu.
Generalisasi 	Generalisasi adalah konsep yang menggambarkan hubungan hierarkis antara kelas-kelas.
Kebergantungan / <i>dependency</i> 	Hubungan antara dua kelas di mana perubahan dalam satu kelas dapat mempengaruhi kelas yang lain.
Agregasi / <i>agregation</i> 	Agregasi adalah hubungan antara dua kelas di mana sebuah objek dari kelas satu memiliki atau terdiri dari objek-objek dari kelas lain.

Di bawah ini contoh penggunaan diagram kelas.





Gambar 2. 26 Contoh dari *Class Diagram*
 Sumber: (Rusmawan, 2020)


2.2.1.4 *Sequence Diagram*

Diagram urutan adalah gambaran grafis yang menggambarkan urutan peristiwa dalam kronologis tertentu. Tujuannya adalah untuk memvisualisasikan interaksi antara objek-objek dalam rentang waktu tertentu. Diagram ini menggambarkan jalur pesan yang terjadi antara operasi-operasi yang terlibat pada kelas-kelas terkait. (Rusmawan, 2020).

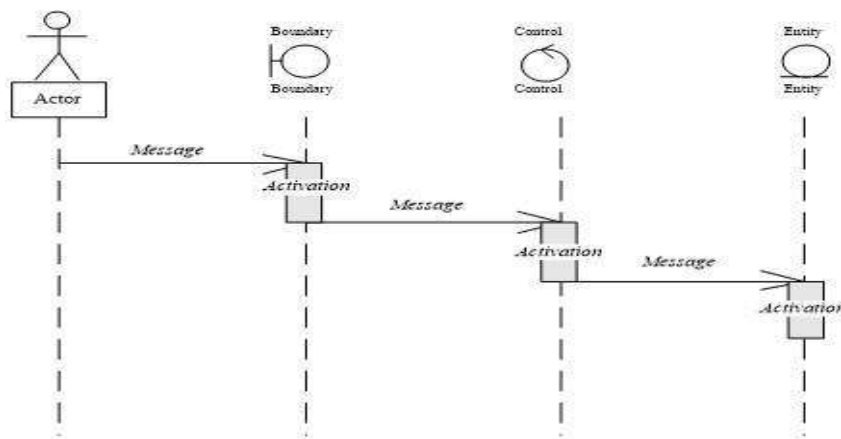
Tabel 2. 4 *Sequence Diagram*

Sumber: (Rusmawan, 2020)

Logo	Uraian
Actor / actor 	Aktor adalah simbol berbentuk manusia yang berperan dalam melakukan aktivitas.
Garis hidup / <i>life line</i> 	Ini adalah objek yang menjadi simbol kehidupan.

<p>Objek</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">nama objek: nama kelas</div>	Penggunaan transaksi dalam bentuk pesan.
<p>Waktu aktif</p> 	Waktu aktif (<i>active time</i>) merujuk pada periode waktu di mana sebuah objek dalam diagram berada dalam keadaan aktif atau sedang melakukan operasi tertentu.
<p>Pesan tipe <i>create</i></p> <p><code><<create>></code></p> <hr style="width: 100px; margin: 5px auto;"/>	Suatu pemberian pernyataan bahwa objek lain akan diciptakan atau dibuat.

Contoh penggunaan dari *sequence* diagram ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 2. 27 Contoh *Sequence* Diagram

Sumber: (Rusmawan, 2020)

2.2.2 Bahasa Pemrograman C#

Bahasa pemrograman C# atau dikenal juga sebagai C sharp merupakan sebuah bahasa pemrograman modern yang dikembangkan oleh Microsoft. C# dirancang dengan tujuan menyediakan sebuah bahasa Bahasa pemrograman C# atau C sharp memiliki kemampuan untuk membangun berbagai jenis aplikasi

dengan efisiensi dan kehandalan tinggi, bahasa ini dikembangkan oleh *Microsoft*, bahasa pemrograman C# digunakan dalam pembuatan aplikasi untuk *platform* desktop dan *mobile* dengan melibatkan pemanfaatan kemajuan dari *framework* .NET, sehingga menjadikannya mudah digunakan dan banyak dipelajari untuk pengembangan lebih lanjut dalam pembuatan aplikasi web atau *mobile* (Pramono & Setiawan, 2019).

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class NewBehaviourScript : MonoBehaviour
6  {
7      // Start is called before the first frame update
8      void Start()
9      {
10         ...
11     }
12
13     // Update is called once per frame
14     void Update()
15     {
16         ...
17     }
18 }
19

```

Gambar 2. 28 Penulisan Bahasa Pemrograman C# pada Unity 3D
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2.3 *Software* Pendukung

Perangkat lunak atau *software* pendukung merujuk pada aplikasi-aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi *augmented reality* (AR) pengenalan hewan. Proses pengembangan ini melibatkan penggunaan sejumlah aplikasi penting seperti *Unity 3D*, *Vuforia SDK*, *Blender 3D*, dan *Balsamiq Wireframe*. Berikut adalah penjelasan mengenai *software* pendukung yang digunakan dalam pembangunan aplikasi berbasis *augmented reality* (AR) untuk mengenali hewan.

2.3.1 Unity 3D

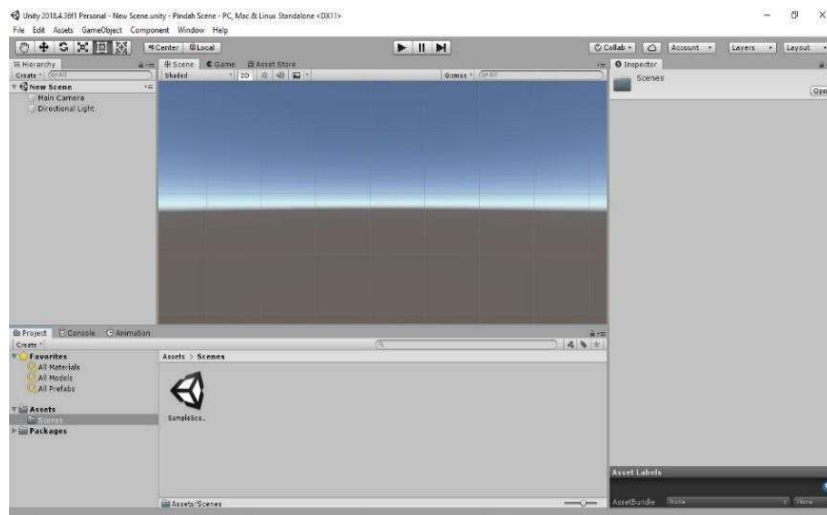
Pada tahun 2004, David Helgason, Nicholas Francis, dan Joachim Ante berkolaborasi untuk menciptakan *Unity Game Engine*. Motivasi di balik pengembangan mesin game ini timbul dari kepedulian mereka terhadap pengembang *indie* yang terbatas oleh biaya tinggi yang terkait dengan mesin *game* yang ada, sehingga membuatnya sulit dijangkau. Kemudian, pada tahun 2009, *Unity* diluncurkan sebagai *platform* gratis. Pada bulan April 2012, *Unity* mencapai puncak popularitasnya dengan memiliki lebih dari satu juta pengguna di seluruh dunia. *Unity 3D* adalah mesin game lintas *platform* yang menawarkan beragam fitur dan alat yang terintegrasi. Perangkat lunaknya yang ramah pengguna cocok bagi pengembang pemula dan pencipta animasi 3D. Selain itu, output dari *Unity* dapat digunakan pada berbagai platform, termasuk Windows, Android, iOS, Web, Wii, PS3, dan Xbox 360.



Gambar 2. 29 Logo *Unity 3D*
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Berlandaskan riset yang dilaksanakan oleh (Arief et al., 2019), *Unity 3D* adalah perangkat lunak yang sangat banyak dimanfaatkan untuk merancang berbagai aplikasi, termasuk permainan, aplikasi 2D, dan 3D. Aplikasi-aplikasi tersebut dapat dijalankan dan dikembangkan untuk berbagai *platform*, seperti

mobile, web, desktop, dan konsol *game*. Meskipun *Unity* 3D umumnya dikaitkan dengan pembuatan *game*, namun perangkat lunak ini juga mendukung pembuatan aplikasi lainnya. *Unity* 3D mendukung beberapa bahasa pemrograman, termasuk *C#* dan *JavaScript*. Penting untuk dicatat bahwa mulai dari versi 5.0, *Unity* 3D telah mengintegrasikan dukungan untuk *Vuforia* SDK, yang memungkinkan pengembang untuk mengimplementasikan teknologi *augmented reality* dalam aplikasi yang mereka buat.



Gambar 2. 30 Tampilan *Unity* 3D
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Ilustrasi yang ditampilkan menggambarkan antarmuka *Unity* 3D dalam versi 2018, yang menyediakan lisensi individu secara gratis yang ditawarkan oleh *Unity*. Pada versi ini, terdapat dukungan untuk mesin *Vuforia* dan fitur kamera AR, memungkinkan pengembangan aplikasi *augmented reality* (AR).

2.3.2 Vuforia SDK

Vuforia SDK merupakan *platform* pengenalan objek dan *augmented reality* (AR) yang dikembangkan oleh PTC Inc. SDK ini memungkinkan pengembang untuk menciptakan pengalaman AR dengan mendeteksi dan melacak objek fisik atau marker pada dunia nyata, lalu menampilkan konten digital atau objek virtual yang berinteraksi dengan marker tersebut. Dengan teknologi *computer vision*, *Vuforia* SDK dapat mengenali marker dan mendapatkan informasi mengenai posisi serta orientasi marker dalam lingkungan 3D. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengalami interaksi yang lebih nyata antara dunia fisik dan digital. SDK ini menyediakan berbagai fitur dan fungsi untuk mendukung pengembangan aplikasi AR, termasuk deteksi marker, pelacakan objek, *rendering* 3D, dan integrasi dengan berbagai platform seperti *iOS*, *Android*, *Unity*, dan lainnya. Sebagai hasilnya, *Vuforia* SDK menjadi pilihan populer bagi para pengembang dalam menciptakan aplikasi dan pengalaman AR yang menarik dan interaktif. (Arief et al., 2019).



Gambar 2. 31 Logo *Vuforia* SDK
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

1. *Image Target*

Image target atau target gambar adalah target yang diciptakan dalam bentuk Gambar, ilustrasi, atau gambar dalam bentuk kotak biasanya hanya memiliki satu warna yang berfungsi sebagai penanda yang dapat dikenali oleh sistem.

2. *Multi Target*

Multi-target adalah sebuah konsep dalam pengembangan *augmented reality* di mana sebuah target mengandung beberapa *image target*. Dalam hal ini, setiap target individu dalam *multi-target* dapat memiliki pengaturan yang berbeda untuk titik sudut dan posisinya. Artinya, setiap *image target* dalam *multi-target* dapat ditempatkan dan diatur posisinya secara independen. Hal ini memungkinkan pengembang untuk menciptakan pengalaman *augmented reality* yang lebih kompleks dengan menggunakan beberapa *image target* yang saling terkait dalam satu kesatuan. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat melacak dan berinteraksi dengan berbagai objek yang terhubung melalui *multi-target* dalam aplikasi *augmented reality*.

3. *Cylinder Target*

Cylinder target adalah suatu bentuk target yang dirancang dalam struktur berbentuk silinder, mirip dengan botol minuman, dan memiliki kemampuan untuk diidentifikasi secara otomatis oleh sistem.

4. *Text Recognition*

Text recognition atau pengenalan teks adalah sebuah target yang bisa diidentifikasi oleh sistem melalui berbagai jenis teks yang dihasilkan. Secara umum, sistem ini mampu menghasilkan lebih dari 100.000 kata yang dapat digunakan.

5. *Object Recognition*

Object recognition atau pengenalan objek merupakan target yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan mendeteksi objek yang terbentuk secara tidak teratur. Objek-objek ini meliputi berbagai item yang ada di sekitar sekitar.

2.3.3 Blender 3D

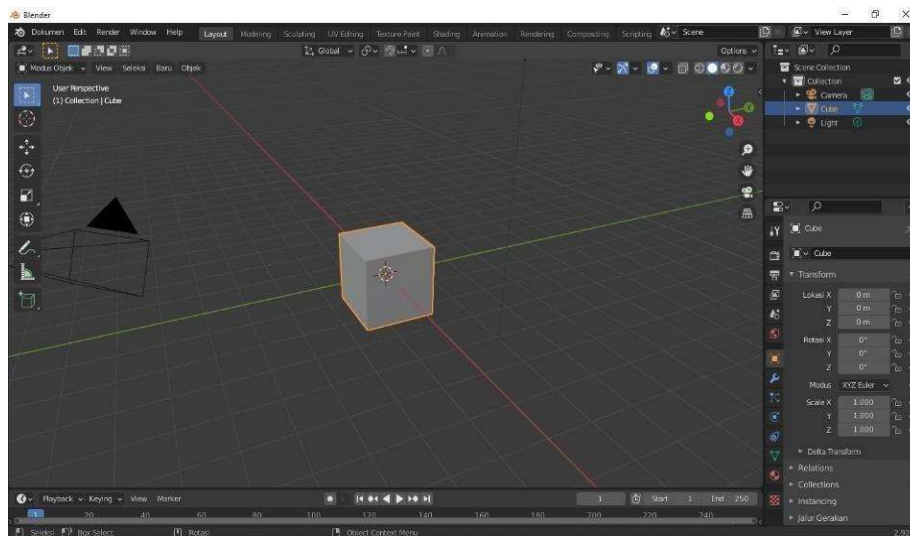
Blender adalah sebuah perangkat lunak sumber terbuka (*open-source*) yang digunakan untuk membuat konten grafis tiga dimensi (3D) seperti animasi, efek visual, model 3D, permainan, dan banyak lagi. *Blender* dikembangkan oleh *Blender Foundation* dan menyediakan beragam alat dan fitur untuk proses pembuatan grafis 3D. Dengan antarmuka pengguna yang intuitif, *Blender* memungkinkan pengguna untuk membuat dan mengedit objek 3D, menerapkan animasi, mengatur pencahayaan, dan menerapkan berbagai efek visual. Selain itu, *Blender* juga mendukung simulasi fisika, rendering realistis, serta menyediakan dukungan *scripting* melalui bahasa Python, memungkinkan pengguna untuk mengotomatisasi dan menyesuaikan alat sesuai kebutuhan. Dengan kebebasan dan fleksibilitasnya, *Blender* telah menjadi pilihan yang populer bagi pengembang, seniman, dan pembuat konten 3D di seluruh dunia (Baechler & Greer, 2020).



Gambar 2. 32 Logo *Blender* 3D
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Ilustrasi di bawah ini menampilkan *workspace* dari *Blender* 3D dalam versi 2.92.0. Pada versi ini, terdapat berbagai *workspace* yang tersedia untuk membuat

model 3D, animasi, dan objek 3D. Antarmuka *workspace* ini terdiri dari berbagai tata letak, termasuk pemodelan, pembentukan seni, penyuntingan UV, lukisan tekstur, pencahayaan, animasi, *rendering*, *kompositing*, dan *scripting*. Secara *default*, *Blender* pada halaman awalnya menampilkan sebuah kubus 3D sebagai objek awal dalam aplikasinya.



Gambar 2. 33 Tampilan Awal *Blender* 3D
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2.3.4 *Balsamiq Wireframe*

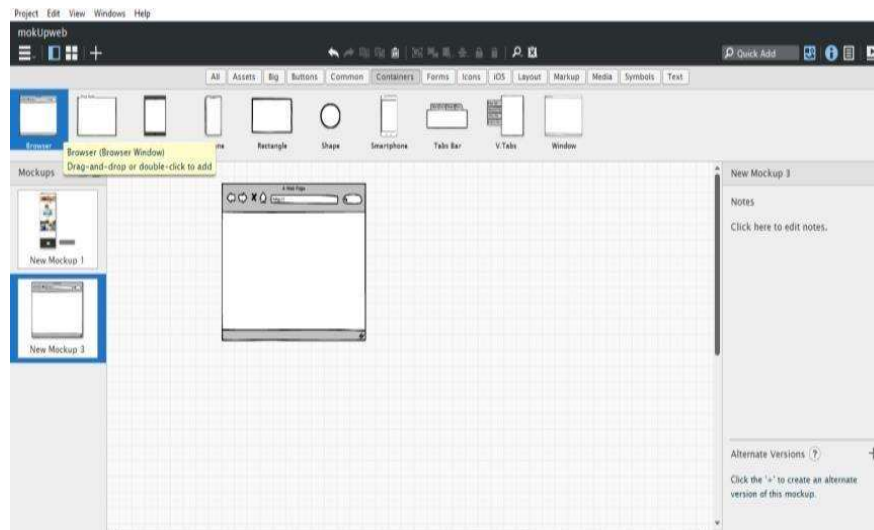
Balsamiq wireframe adalah perangkat lunak yang dimanfaatkan untuk merancang sistem, mengorganisir, atau merancang prototipe untuk presentasi antarmuka pengguna. *Balsamiq wireframe* dapat melakukan perancangan dan menghasilkan tata letak untuk *smartphone*, *platform* web, dan antarmuka desktop (Delgado & Antunez-Manguina, 2020). Alat ini merupakan sumber daya berharga bagi para desainer dan pengembang dalam memvisualisasikan dan membangun pengalaman pengguna yang diinginkan secara visual. Dengan menggunakan *Balsamiq wireframe*, para profesional dapat secara efektif mengkomunikasikan ide

desain, mengevaluasi kegunaan, dan mengumpulkan umpan balik dari pemangku kepentingan. Perangkat lunak ini menawarkan berbagai fitur dan fungsionalitas yang memfasilitasi pembuatan antarmuka yang intuitif dan ramah pengguna. Melalui antarmuka yang mudah digunakan dan sifatnya yang serba guna, *Balsamiq wireframe* telah menjadi alat penting dalam bidang desain antarmuka, memungkinkan pengembangan prototipe yang interaktif dan menarik secara visual dengan efisien dan lancar. Aplikasinya yang beragam di berbagai platform membuatnya menjadi aset berharga bagi desainer yang ingin meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.



Gambar 2. 34 Logo *Balsamiq Wireframe*
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Penggunaan *Balsamiq* memberikan kemudahan pemahaman dan keterbacaan yang signifikan berkat tampilan antarmukanya yang sederhana. Keberhasilan ini memungkinkan pengguna untuk mempelajari aplikasi dengan cepat dan memahami fungsionalitasnya dengan mudah. Balsamiq dilengkapi dengan fitur-fitur yang dapat diekspor dalam format file JPEG, PNG, dan PDF.



Gambar 2.35 Tampilan *Balsamiq Wireframe*
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2.4 Variabel Penelitian

2.4.1 Hewan Langka

Hewan langka atau satwa langka adalah sebuah istilah yang merujuk pada hewan-hewan yang tercantum dalam daftar merah spesies terancam yang dikeluarkan oleh *Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN). Data ini mencakup daftar lengkap hewan yang dikategorikan sebagai berada dalam risiko kepunahan (Endah, 2013). Menurut laporan IUCN di Indonesia terdapat 1.217 spesies hewan yang terancam punah hingga 4 oktober 2022. Jumlah itu setara dengan 2.94% dari total hewan terancam punah di dunia sebanyak 41.338 spesies. Untuk itu masyarakat juga harus ikut serta dalam pencegahan dan pelestarian hewan-hewan yang sudah terancam punah. Dalam pembangunan aplikasi AR ini di angkat beberapa hewan langka yang sudah terancam punah seperti berikut

1. Orang Utan (*Pongo*)

Orangutan adalah spesies primata besar yang endemik di pulau Kalimantan (Indonesia) dan Sumatra (Indonesia dan Malaysia). Mereka termasuk dalam *genus Pongo* dan terbagi menjadi tiga jenis orangutan yang diidentifikasi, yaitu orangutan Sumatra (*Pongo abelii*), orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus*), dan orangutan Tapanuli (*Pongo tapanuliensis*).



Gambar 2. 36 Orang Utan
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

2. Komodo (*Varanus komodoensis*)

Komodo, atau *Varanus komodoensis*, adalah jenis kadal besar yang hanya ditemukan di beberapa pulau di Indonesia, seperti Pulau Komodo, Rinca, Flores, Gili Motang, dan Gili Dasami. Kadal ini dikenal sebagai spesies kadal terbesar yang masih hidup di dunia saat ini.

Komodo memiliki ciri khas berupa tubuh yang besar, ekor panjang, kulit bersisik kasar, dan gigi-gigi yang tajam. Mereka adalah hewan karnivora dan terkenal sebagai predator puncak di ekosistem tempat mereka hidup. Makanan utama komodo adalah hewan-hewan kecil seperti burung, mamalia kecil, dan reptil,

tetapi mereka juga dapat memangsa hewan yang lebih besar seperti rusa atau babi hutan.



Gambar 2. 37 Komodo
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

3. Kakapo (*Strigops habroptilus*)

Kakapo (*Strigops habroptilus*) adalah spesies burung langka yang endemik di Selandia Baru. Kakapo merupakan salah satu burung terbesar di dunia dan juga burung terberat yang tidak dapat terbang. Mereka memiliki bulu hijau dengan pola unik dan wajah yang mencolok.

Kakapo memiliki kehidupan yang unik. Mereka merupakan burung nokturnal yang aktif di malam hari dan beristirahat di siang hari. Kakapo juga memiliki kebiasaan menggali sarang dan dapat mencapai usia yang sangat panjang, bisa mencapai lebih dari 60 tahun.



Gambar 2. 38 Burung Kakapo
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

4. Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*)

Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*) adalah spesies badak yang terancam punah dan endemik di pulau Jawa, Indonesia. Mereka merupakan salah satu spesies badak yang paling terancam punah di dunia.

Badak Jawa memiliki tubuh yang besar dan berat, dengan kulit yang tebal dan lipatan-lipatan karakteristik di seluruh tubuh. Mereka memiliki tanduk tunggal yang panjangnya bisa mencapai 25-60 cm, meskipun sering kali tanduknya dipotong oleh pemburu ilegal.

Hilangnya habitat akibat deforestasi, perambahan hutan, dan perubahan penggunaan lahan menjadi pertanian atau pemukiman manusia, serta perburuan ilegal untuk keperluan tanduk badak yang dianggap memiliki nilai tinggi di pasar gelap, menjadi ancaman serius bagi kelangsungan hidup badak Jawa.



Gambar 2. 39 Badak Jawa
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

5. Macan Tutul Amur (*Panthera pardus orientalis*)

Macan Tutul Amur, juga dikenal sebagai Macan Tutul Siberia (*Panthera pardus orientalis*), adalah subspecies langka dari macan tutul yang ditemukan di wilayah timur laut Asia, terutama di Rusia Timur dan sebagian kecil di Tiongkok dan Korea.

Macan Tutul Amur memiliki tubuh yang besar dan bercorak belang hitam yang khas di atas latar belakang bulu oranye-kekuningan. Mereka memiliki adaptasi khusus untuk iklim dingin dengan bulu yang tebal dan lebat, serta ekor yang panjang dan lebar untuk membantu menjaga keseimbangan saat bergerak di salju. Populasi macan tutul Amur terancam punah karena hilangnya habitat, perburuan ilegal, dan konflik dengan manusia. Deforestasi, fragmentasi habitat, dan penurunan ketersediaan mangsa merupakan ancaman utama bagi kelangsungan hidup mereka.



Gambar 2. 40 Macan Tutul Amur
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

6. Vaquita (*Phocoena sinus*)

Vaquita (*Phocoena sinus*) adalah spesies lumba-lumba yang sangat terancam punah dan endemik di Teluk California, Meksiko. Lumba-lumba ini menjadi salah satu mamalia laut paling langka di dunia.

Vaquita memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil, dengan panjang sekitar 1,2 hingga 1,5 meter. Mereka memiliki pola tubuh yang khas, dengan punggung gelap dan perut putih. Fitur yang membedakan vaquita adalah bibir atasnya yang memanjang menjadi jumbai, memberikan penampilan yang unik. Populasi vaquita telah mengalami penurunan yang drastis, terutama akibat penangkapan ikan yang tidak selektif di area tempat mereka hidup. Vaquita terperangkap dalam jaring yang dipasang untuk menangkap totoaba, ikan langka lainnya yang diburu secara ilegal untuk keperluan perdagangan.



Gambar 2. 41 Vaquita
Sumber: (Data Penelitian , 2023)

2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut ini dicantumkan beberapa studi sebelumnya telah dilakukan yang dapat dijadikan referensi atau dasar untuk pembahasan dan perbandingan. Berikut adalah beberapa jurnal penelitian yang telah berkontribusi dalam penelitian ini:

1. (Juniawan et al., 2019) dengan judul penelitian “Pengenalan Alat Musik Tradisional Bangka dengan *Marker Based Augmented Reality*”), ISSN: 2502-3357. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode yaitu *marker based*. Metode ini digunakan sebagai pendekatan utama dalam penelitian tersebut. Melalui metode *marker based*, peneliti memanfaatkan teknologi *augmented reality* untuk mengenali alat musik tradisional Bangka. Dalam pendekatan ini, sebuah *marker* atau tanda khusus digunakan sebagai titik acuan untuk menampilkan objek virtual yang terkait dengan alat musik tersebut. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan *augmented reality* sebagai alat untuk memperkenalkan dan mempelajari alat musik tradisional Bangka secara interaktif.
2. (Pangestu et al., 2020) dalam penelitian dengan judul “*Augmented Reality* Sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan

Algoritma *Fast Corner*”, ISSN: 2540 – 8984. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan algoritma *fast corner*. Pendekatan ini digunakan sebagai metode utama dalam penelitian tersebut algoritma *Fast Corner* adalah teknik yang digunakan untuk dengan cepat dan efisien mendeteksi sudut-sudut penting pada citra digital. Dalam penelitian ini, algoritma *Fast Corner* digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem *augmented reality* untuk menyajikan konten edukatif tentang lapisan atmosfer. Dengan mengaplikasikan algoritma *Fast Corner*, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan interaktivitas dan kualitas pengalaman belajar melalui teknologi *augmented reality*.

3. (Wicaksana & Pangaribuan, 2020) dalam penelitian dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi *Game* Edukasi Pengenalan Huruf Alfabet dengan Teknologi *Augmented Reality* Berbasis *Android*”, ISSN: 27156265. membahas tentang pengembangan sebuah aplikasi game edukasi yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk memperkenalkan huruf-huruf alfabet kepada pengguna. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan metode Siklus Hidup Pengembangan Sistem (SDLC) dan Bahasa Pemodelan Bersatu (UML) sebagai pendekatan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi tersebut. Metode SDLC digunakan untuk mengatur proses pengembangan sistem secara terstruktur, meliputi tahap analisis, desain, implementasi, dan pengujian. Sementara itu, UML digunakan sebagai alat visualisasi untuk merancang struktur aplikasi dan hubungan antar komponen dalam bentuk diagram. Dengan menggunakan kedua metode tersebut, peneliti berhasil

merancang dan mengembangkan aplikasi *game* edukasi yang dapat membantu pengguna dalam mempelajari huruf-huruf alfabet secara interaktif melalui penggunaan teknologi AR pada platform *Android*.

4. (Syahputra et al., 2020) dengan judul penelitian “Aplikasi *Augmented Reality (AR)* dengan Metode *Marker Based* sebagai Media Pengenalan Hewan Darat pada Anak Usia Dini menggunakan *Algoritma Fast Corner Detection (FCD)*, ISSN: 25801643. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran pengenalan hewan darat untuk anak usia dini. Penelitian ini menggunakan metode *Marker Based* dalam implementasinya, yang memanfaatkan algoritma *Fast Corner Detection (FCD)* untuk mendeteksi sudut-sudut penting pada marker hewan darat yang digunakan dalam aplikasi. Metode *Marker Based* memungkinkan pengguna untuk melihat model tiga dimensi dari hewan darat melalui perangkat *mobile* yang mendukung teknologi AR. Algoritma *Fast Corner Detection (FCD)* digunakan untuk mengidentifikasi sudut-sudut pada *marker*, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk menempatkan objek virtual hewan darat pada posisi yang tepat di dunia nyata. Dengan demikian, melalui penggunaan aplikasi ini, diharapkan anak usia dini dapat belajar dengan cara yang interaktif dan menyenangkan, serta meningkatkan pemahaman mereka tentang hewan darat secara visual melalui pengenalan *augmented reality*.
5. (Gargrish et al., 2020) dengan judul penelitian “*Augmented Reality Based Learning Environment to Enhance Teaching Learning Experience in*

Geometry Education”, ISSN: 1877-0509. Dalam riset ini, peneliti menggunakan metode *marker based* untuk membantu siswa memahami konsep-konsep geometri yang sulit. Metode *marker based* memungkinkan integrasi objek virtual tiga dimensi ke dalam dunia nyata menggunakan penanda khusus. Dengan teknologi *Augmented Reality*, siswa dapat memvisualisasikan dan memanipulasi objek-objek geometri secara interaktif dalam skala nyata, sehingga mereka dapat lebih memahami konsep tersebut. Penggunaan lingkungan pembelajaran berbasis AR diharapkan dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar geometri serta menyediakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan efektivitas pendidikan geometri melalui pemanfaatan teknologi *Augmented Reality*.

6. (Andrea et al., 2019) dengan judul penelitian “*Magic Boosed an Elementry School Geometry Textbook with Marker Based Augmented Reality*”, ISSN: 1693-6930. Penelitian ini membahas tentang penggunaan metode *marker based* sebagai media pembelajaran dalam mata pelajaran matematika, khususnya pada topik volume dan luas permukaan benda, dalam buku teks geometri tingkat sekolah dasar. Dalam penelitian ini, peneliti mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis *marker* untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa. Metode *marker based* digunakan untuk menghubungkan konten digital yang terkait dengan topik volume dan luas permukaan benda yang ada dalam buku teks geometri. Dengan menggunakan perangkat *mobile* yang mendukung teknologi AR,

siswa dapat melihat objek virtual tiga dimensi yang terkait dengan materi tersebut di atas halaman buku teks. Hal ini memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan dan memanipulasi objek-objek tersebut dalam skala nyata, yang dapat membantu mereka memahami konsep matematika secara lebih konkret. Dengan memadukan teknologi AR dengan buku teks geometri, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa dalam pembelajaran matematika. Melalui pendekatan ini, diharapkan adalah siswa dapat mengembangkan keterampilan matematika mereka dengan cara yang lebih interaktif dan efektif.

7. (Pramono & Setiawan, 2019) dengan judul penelitian “Pemanfaatan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Penegalan Buah-Buahan, ISSN: 25496824. Penelitian ini membahas tentang penggunaan teknologi penggunaan *Augmented Reality* (AR) dengan metode berbasis penanda sebagai alat pembelajaran untuk mengenali berbagai jenis buah-buahan.. Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan teknologi AR untuk menyajikan konten interaktif kepada pengguna, khususnya dalam konteks pengenalan buah-buahan. Metode *marker based* digunakan dalam implementasi aplikasi pembelajaran, di mana penanda khusus ditempatkan pada objek buah-buahan yang dijadikan bahan ajar. Melalui perangkat *mobile* yang mendukung teknologi AR, pengguna dapat melihat objek virtual buah-buahan yang muncul di atas penanda saat diarahkan oleh kamera. Dengan demikian, teknologi AR memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan buah-buahan secara realistis dan interaktif, serta mendapatkan informasi tambahan

tentang buah-buahan tersebut melalui elemen-elemen digital yang terintegrasi dalam aplikasi. Dalam konteks pembelajaran, penggunaan AR sebagai media pembelajaran pengenalan buah-buahan diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, dengan cara memperkaya pengalaman belajar mereka melalui penggunaan teknologi yang menarik dan interaktif.

8. (Afirianto et al., 2021) dengan judul penelitian “Media Pembelajaran Calistung Hewan Berteknologi *Augmented Reality* untuk Menarik Minat Belajar Anak, ISSN: 2528-6579. Pada penelitian ini peneliti mendiskusikan tentang penggunaan *Augmented Reality* (AR) dengan menggunakan metode *iterative rapid prototyping* sebagai media pembelajaran calistung bagi anak-anak pada usia yang sangat muda. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi *augmented reality* sebagai alat yang mampu meningkatkan minat belajar anak-anak dalam mata pelajaran calistung secara efektif. Dalam pendekatan ini, *metode iterative rapid prototyping* digunakan sebagai pendekatan utama dalam pengembangan media pembelajaran. Metode ini melibatkan siklus berulang yang terdiri dari tahap perancangan, pengembangan, evaluasi, dan revisi untuk memastikan kesesuaian dan efektivitas media pembelajaran calistung menggunakan *augmented reality*. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik dan interaktif bagi anak-anak usia dini dalam mempelajari konsep tentang hewan.
9. (Farhany et al., 2019) dengan judul penelitian “Aplikasi *Augmented Reality* sebagai Media Informasi Museum Fathillah dan Museum Wayang”, ISSN:

2598-3288. Penelitian ini fokus tentang penggunaan *augmented reality* (AR) dengan menerapkan metode *markless* dan metode *marker tracking object*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* yang mampu melacak seluruh objek yang terdapat di dalam ruangan museum dan menampilkan informasi dalam bentuk objek 3D yang interaktif kepada pengunjung museum Fathillah dan museum Wayang. Dalam metode *markless*, objek di dalam ruangan museum dapat dikenali dan dilacak tanpa menggunakan tanda khusus, sementara metode *marker tracking object* memanfaatkan tanda khusus untuk mengenali dan melacak objek tersebut. Dengan menggunakan kedua metode ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pengunjung yang lebih kaya dan interaktif dalam mengakses informasi tentang objek-objek di dalam museum, melalui tampilan objek 3D yang ditampilkan menggunakan teknologi *augmented reality*.

10. (Syahputra et al., 2020) dengan judul penelitian “Aplikasi *Augmented Reality* (AR) dengan Metode *Marker Based* sebagai Media Pengenalan Hewan Darat pada Anak Usia Dini Menggunakan Algoritma *Fast Corner Detection* (FCD)”, ISSN: 25801643. Penelitian ini membahas tentang penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan metode *markless* dan menggunakan algoritma *Fast Corner Detection* (FCD) sebagai pendekatan dalam pembuatan media pembelajaran pengenalan hewan darat untuk anak usia dini. Dalam penelitian ini, peneliti mengimplementasikan teknologi AR tanpa menggunakan penanda khusus (*markless*) untuk memvisualisasikan

objek-objek hewan darat dalam pengalaman belajar anak-anak. Algoritma *Fast Corner Detection* (FCD) digunakan sebagai algoritma deteksi sudut yang memungkinkan identifikasi dan pelacakan objek dalam lingkungan nyata. Dengan menggunakan perangkat *mobile* yang mendukung AR, anak-anak dapat berinteraksi dengan objek hewan darat virtual yang muncul di sekitar mereka, serta mendapatkan informasi tambahan tentang hewan-hewan tersebut melalui elemen-elemen digital yang terintegrasi dalam media pembelajaran. Melalui pendekatan ini, diharapkan anak-anak usia dini dapat belajar tentang hewan darat secara interaktif, meningkatkan minat mereka dalam pembelajaran, dan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang dunia hewan sejak dini.

11. (Rahmad Putra, Aan Erlansari, 2020) dengan judul penelitian “Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Media Pembelajaran Rambu Lalu Lintas Pada Anak Usia Dini dengan Metode *Marker Based*”, ISSN: 2303-0755. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan pendekatan marker based untuk menciptakan media pembelajaran tentang rambu lalu lintas, terutama untuk anak-anak pada tingkat Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah aplikasi interaktif yang menampilkan objek tiga dimensi (3D), animasi, dan suara dalam konteks pembelajaran rambu lalu lintas, sehingga proses pembelajaran dapat dilakukan secara bermain dan menyenangkan. Aplikasi tersebut dikembangkan menggunakan *Unity 3D* dengan bahasa pemrograman *C#*. Dalam implementasi aplikasi, metode marker based

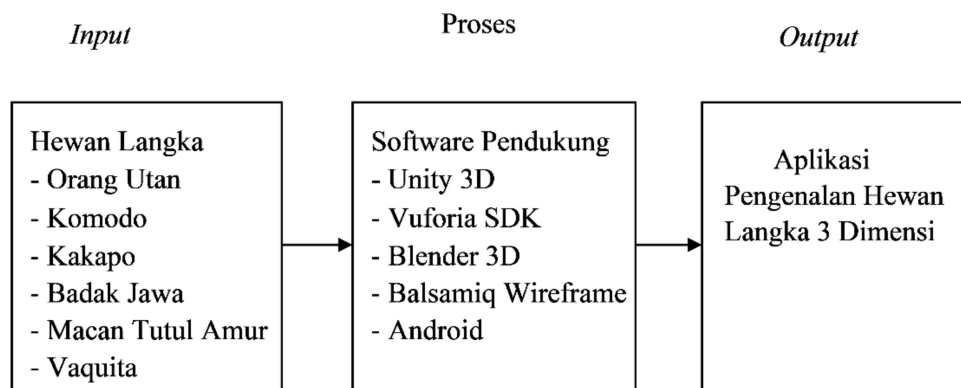
digunakan untuk mengenali marker-marker yang terkait dengan rambu lalu lintas. Ketika marker terdeteksi melalui perangkat mobile yang mendukung teknologi AR, objek-objek 3D yang merepresentasikan rambu lalu lintas dan elemen-elemen interaktif lainnya akan muncul di lingkungan nyata anak. Melalui aplikasi ini, anak-anak dapat berinteraksi dengan objek-objek tersebut, mempelajari makna dan fungsi rambu lalu lintas, serta mendengarkan penjelasan suara yang disertakan untuk setiap rambu. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan minat anak-anak dalam mempelajari rambu lalu lintas serta memperkuat pemahaman mereka melalui pengalaman belajar yang aktif dan bermain. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi media pembelajaran interaktif menggunakan teknologi *Augmented Reality*, khususnya dalam konteks pengenalan rambu lalu lintas untuk anak usia dini.

12. (Uliontang et al., 2020) dengan judul penelitian “Pemanfaatan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran Sejarah Tentang Benda-Benda Bersejarah Peninggalan Kerajaan Majapahit di Trowulan Mojekerto”, ISSN: 2579-5422. Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan metode marker based dalam media pembelajaran sejarah tentang peninggalan Kerajaan Majapahit di Trowulan, Mojokerto. Tujuannya adalah untuk mengembangkan aplikasi yang menggunakan AR untuk menyajikan konten sejarah secara interaktif dan memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan benda-benda bersejarah tersebut. Dalam implementasi aplikasi, metode marker based digunakan untuk mengenali *marker-marker*

yang terkait dengan benda-benda bersejarah. Aplikasi tersebut dibangun menggunakan perangkat lunak *3D Max* dan *plugin Vuforia*. Konten sejarah berupa objek-objek 3D dan informasi terkait benda-benda bersejarah dimasukkan ke dalam aplikasi, sehingga saat pengguna menyorotkan perangkat mobile pada marker yang terdeteksi, objek-objek 3D dan informasi tersebut akan muncul dalam lingkungan nyata. Dengan menggunakan aplikasi ini, pengguna dapat mempelajari benda-benda bersejarah peninggalan Kerajaan Majapahit secara visual dan interaktif. Mereka dapat melihat objek-objek tersebut dalam skala nyata, memutar atau memperbesar tampilan objek, serta mendapatkan informasi terkait melalui elemen-elemen digital yang terintegrasi dalam aplikasi. Pendekatan ini diharapkan dapat memperkaya pengalaman belajar sejarah dan meningkatkan pemahaman pengguna mengenai sejarah Kerajaan Majapahit. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran interaktif menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk mempelajari benda-benda bersejarah peninggalan Kerajaan Majapahit di Trowulan Mojekerto.

2.6 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan konsep-konsep yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan, dengan fokus pada variabel-variabel yang menjadi pusat perhatian. Dalam konteks ini, peneliti menggunakan kerangka penelitian untuk menginvestigasi spesies hewan langka.



Gambar 2. 42 Kerangka Pemikiran
Sumber: (Data Penelitian, 2023)

Keterangan:

1. Masukan / *Input*

Input dimuat mengenai hewan-hewan yang menjadi objek penelitian terdapat 6 hewan yang masuk ke dalam penelitian perancangan aplikasi pengenalan hewan berbasis *augmented reality*. Hewan-hewan yang masuk ke dalam objek penelitian ini sudah masuk ke daftar hewan-hewan langka yang sudah hampir punah.

2. Perangkat Lunak Pendukung

Adapun beberapa perangkat lunak pendukung yang digunakan penulis dalam perancangan aplikasi seperti:

a. *Unity 3D*

Unity 3D digunakan sebagai *game engine* dalam pembuatan aplikasi pengenalan hewan langka.

b. *Vuforia SDK*

Vuforia SDK digunakan sebagai *platform* atau *plugin* untuk pembuatan aplikasi berbasis *augmented reality* yang khusus digunakan pada *Unity 3D*.

c. *Blender 3D*

Pada perancangan aplikasi pengenalan hewan langka ini, *Blender 3D* digunakan sebagai *software* untuk pembuatan objek hewan dalam bentuk 3D.

d. *Balsamiq Wireframe*

Balsamiq wireframe peneliti gunakan sebagai *software* perancangan antarmuka aplikasi pengenalan hewan langka.

e. *Android*

Android pada penelitian ini berperan sebagai sebagai media untuk menjalankan aplikasi pengenalan hewan 3D berbasis *augmented reality*.

3. Keluaran / *Output*

Output yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebuah aplikasi android pengenalan hewan langka 3D berbasis *augmented reality*.