

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh orang lain dan dapat digunakan untuk mendukung penelitian yang sedang dilakukan sekarang. Tinjauan pustaka ini memuat ulasan dan analisis terhadap berbagai literatur terkait yang telah dipublikasi sebelumnya. Penulis telah mengumpulkan beberapa tinjauan pustaka yang dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2. 1** Tinjauan Pustaka

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Tools	Keterangan	Perbedaan
1	(Abdullah, Sani and Hasan, 2018)	Pemanfaatan Teknologi <i>Augmented Reality</i> pada Media Pengenalan Bangunan Bersejarah Rumah	<i>Incremental Model</i>	Aplikasi <i>augmented reality</i> Rumah Kediaman Bung Karno Bengkulu	<i>Sweet Home 3D</i> , Vuforia SDK	Rumah kediaman Bung Karno merupakan salah satu bangunan bersejarah peninggalan Ir. Soekarno semasa pengasingan yang terletak di kota Bengkulu. Letaknya yang berada di pusat kota Bengkulu menjadikannya salah satu	Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian <i>incremental</i> . Dan penggunaan <i>software</i> gratis <i>Sweet Home 3D</i> digunakan untuk membuat tampilan visualisasi 3 dimensi. Sedangkan pada penelitian yang akan penulisan

		Kediaman Bung Karno Bengkulu Berbasis Android				obyek wisata utama kota Bengkulu. Kurangnya informasi dan media promosi yang kurang menarik dan tidak interaktif menyebabkan pengunjung yang datang ke lokasi ini masih sangat sedikit	menggunakan metode <i>multimedia development life cycle</i> untuk pengembangan aplikasi <i>augmented reality</i> pengenalan sejarah kerajaan di Indonesia. Dan software yang digunakan untuk membuat visualisasi 3 dimensi yang digunakan adalah Blender.
2	(Setyati, Alexandre and Widjaja, 2012)	<i>Face Tracking Implementation with Pose Estimation Algorithm in Augmented Reality Technology</i>	<i>Haar Like Features</i>	<i>Software is to become a simulation of a spectacle frame usage for users</i>		Salah satu terobosan yang signifikan adalah pada pengolahan wajah dua dimensi. Hasil dari penelitian ini adalah kemungkinan untuk mengolah data wajah dua dimensi (2D) menjadi ruang tiga dimensi (3D). Pada gilirannya, pengembangan ini menghasilkan area implementasi deteksi wajah yang lebih besar. Ide dasar dari pemodelan ini adalah untuk memperbaiki	Pada penelitian ini membahas implementasi <i>face tracking</i> dengan algoritma <i>pose estimation</i> . Aplikasi <i>augmented reality</i> harus didukung oleh algoritma yang benar karena umumnya membutuhkan proses <i>real-time</i> . Dengan metode <i>Haar Like Features</i> yang merupakan salah satu metode umum untuk <i>face tracking</i> dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi. Sedangkan pada

					kelemahan deteksi 2D. Misalnya, perhitungan 2D tidak memiliki ketepatan bentuk dan arah wajah dibandingkan dengan perhitungan 3D. Melalui beberapa pendekatan, deteksi wajah 3D mampu meningkatkan manfaat deteksi wajah seperti pengenalan wajah yang lebih presisi.	penelitian ini menggunakan marker sebagai objek untuk menampilkan visualisasi 3D dan menggunakan metode pengembangan sistem <i>multimedia development life cycle</i> .
3	(Ramadhan and Iskandar, 2021)	<i>Board Game</i> Pengenalan Pasukan <i>Elite</i> Kerajaan Majapahit		Aplikasi game pengenalan pasukan <i>elite</i> kerajaan Majapahit	Pengetahuan akan sejarah Indonesia lebih baik dipelajari saat masa remaja dan dibangku sekolah, karena sejarah mempunyai nilai moral yang dapat dicontoh untuk membentuk karakter para pelajar yang dan mengembangkan minat pelajar akan pengetahuan sejarah Indonesia ke depannya.	Pada penelitian menggunakan media <i>board game</i> sebagai media kreatif untuk membangun minat pelajar dan memberikan edukasi tentang memperkenalkan pasukan <i>elite</i> kerajaan Majapahit. Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan dengan memanfaatkan <i>augmented reality</i> sebagai

							media pengenalan sejarah kerajaan Majapahit.
4	(Haryani and Triyono, 2017)	<i>Augmented Reality (AR)</i> Sebagai Teknologi Interaktif Dalam Pengenalan Benda Cagar Budaya Kepada Masyarakat	<i>Waterfall</i>	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Pengenalan Benda Cagar Budaya	Vuforia SDK, Unity 3D, Blender	Benda-benda bersejarah yang menjadi warisan budaya termasuk ke dalam katagori cagar budaya. Benda cagar budaya memiliki arti khusus bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan kebudayaan. Selain itu benda cagar budaya juga memiliki nilai budaya bagi penguatan kepribadian bangsa. Mengingat pentingnya keberadaan cagar budaya tersebut, maka informasi mengenai keberadaan benda cagar budaya harus diketahui oleh masyarakat. Banyak penelitian tentang penggunaan teknologi AR dalam memperkenalkan benda cagar budaya antara	Pada penelitian ini metode pengembangan yang digunakan adalah <i>waterfall</i> berbeda dengan penelitian yang akan penulis lakukan menggunakan metode <i>multimedia development life cycle</i> . Pada penelitian ini objek 3D yang dibuat hanya benda-benda cagar budaya saja.

						lain pengenalan benda-benda bersejarah di museum, keris, batik, dan pengenalan bangunan cagar budaya yang dibuat dalam bentuk 3 dimensi.	
5	(Jhana Dwi Gotama, Yusra Fernando, dan Donaya Pasha, 2021)	Pengenalan Gedung Universitas Teknokrat Indonesia Berbasis <i>Augmented Reality</i>	<i>Interactive System Multimedia Design and Development</i> (IMSDD)	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Pengenalan Gedung Universitas Teknokrat Indonesia	Google Skecth Up, Unity 3D, CoreID RAW, dan Vuforia SDK	Mendapatkan informasi saat ini merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting dan bermanfaat dalam mengambil sebuah keputusan salah satunya dalam memperoleh informasi pendaftaran kampus. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan salah satunya adalah fasilitas kampus. Perkembangan Universitas Teknokrat Indonesia semakin pesat pada bagian akademik maupun fasilitas akademik pasti akan membuat jumlah mahasiswa meningkat,	Pada penelitian (Jhana Dwi Gotama, Yusra Fernando, dan Donaya Pasha, 2021) melakukan pemanfaatan <i>augmented reality</i> sebagai pengenalan gedung Universitas Teknokrat Indonesia dengan metode <i>Interactive System Multimedia Design and Development</i> . Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan adalah pemanfaatan <i>augmented reality</i> sebagai pengenalan sejarah kerajaan-kerajaan yang pernah ada di Indonesia menggunakan

					ditambah dengan penambahan gedung baru disetiap tahunnya. Dengan bertambahnya jumlah ruangan tentu harus ditunjang dengan informasi yang bisa mempermudah mahasiswa dalam mencari informasi dari ruang gedung tersebut	metode <i>multimedia development life cycle</i> .
6	(Panggaban, 2017)	Hubungan Pemahaman Siswa Tentang Lahir dan Berkembangnya Agama Hindu-Budha di Indonesia dengan Muncul dan Berkembangnya Kerajaan Hindu-Budha di Indonesia di Kelas XI SMK	Metode Deskriptif		Implikasi untuk mencapai Pemahaman Siswa tentang Lahir dan Berkembangnya Agama Hindu-Budha di Indonesia dengan Muncul dan Berkembangnya Kerajaan Hindu-Budha di Indonesia menjadi lebih baik, guru diharapkan dapat memberikan apersepsi berupa penjelasan pelajaran tentang materi tersebut dengan tepat dan sesuai dengan kemampuan siswa. Disamping itu, guru harus membekali diri dengan	Pada penelitian ini membahas hubungan pemahaman siswa tentang lahir dan berkembangnya agama Hindu-Budha dan berkembangnya kerajaan Hindu-Budha di Indonesia. Dengan cara guru harus menguasai materi agar memberikan stimulus positif pada siswa. Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan adalah memanfaatkan teknologi <i>augmented reality</i>

		Negeri 3 Sibolga				menguasai setiap bahan pelajaran yang akan disampaikan agar siswa dapat memberikan stimulus yang positif dalam diri siswa	sebagai media pembelajaran lebih menarik bagi siswa.
7	(Agustian and Arafat, 2021)	Implementasi <i>Augmented Reality</i> pada Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar di SMK Nufa Citra Mandiri Berbasis Android	<i>Extreme Programming (XP)</i>	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> untuk Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar	Unity 3D	Penerapan teknologi pada mata pelajaran computer dan jaringan dasar menjadi ilmu yang baik untuk pengetahuan siswa, masalah pada yang terjadi pada mata pelajaran tersebut ialah terkadang siswa sulit memahami beberapa bentuk atau visual dari macam-macam alat jaringan komputer, dikarenakan siswa hanya melihat dan membaca pada modul mata pelajaran tersebut. Sebagai contoh objek yang digunakan adalah pengenalan bentuk Router, konektor, HUB, Wifi, dan lain-lain, dimana objek-objek tersebut dapat dengan mudah	Pada penelitian (Agustian and Arafat, 2021) memanfaatkan <i>augmented reality</i> sebagai alat peraga untuk mata pelajaran computer dan jaringan dasar di SMK Nufa Citra Mandiri. Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan adalah memanfaatkan <i>augmented reality</i> untuk pengenalan sejarah kerajaan-kerajaan yang pernah ada di Indonesia yang dapat digunakan bagi siswa dari jenjang SD sampai SMA.

						di temui oleh siswa, sehingga dapat terjadi keberlangsungan pembelajaran pada siswa.	
8	(Vitono, Nasution and Anra, 2016)	Implementasi <i>Markerless Augmented Reality</i> Sebagai Informasi Media Informasi Koleksi Museum Berbasis Android (Studi Kasus : Museum Kalimantan Barat)	<i>Waterfall</i>	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Koleksi Museum Kalimantan Barat		Masalah yang sering timbul yaitu tidak setiap pengunjung dapat didampingi oleh pemandu museum untuk menjelaskan secara detail informasi koleksi museum yang dipamerkan secara lebih detail serta dari pihak pengunjung yang cenderung pasif yaitu hanya melihat sekilas koleksi di dalam museum tersebut dan sukar untuk bertanya kepada pemandu museum untuk mendapatkan informasi yang lebih terhadap objek benda bersejarah yang dipamerkan.	Pada penelitian ini menggunakan <i>markerless augmented reality</i> yaitu dengan <i>object tracking</i> . Objek yang digunakan adalah uang kertas kuno dan bangunan istana/keraton sebagai <i>markerless</i> . Metode pengembangan sistem yang dipakai adalah <i>waterfall</i> . Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan menggunakan <i>marker based tracking</i> dengan <i>marker</i> yang sudah disiapkan sebagai objeknya. Dan menggunakan metode pengembangan sistem <i>multimedia development life cycle</i> .
9	(Uliontang, Setyati	Pemanfaatan <i>Augmented</i>		Aplikasi <i>augmented</i>	Unity, Vuforia	Di SMA materi pembelajaran sejarah saat ini masih	Pada penelitian hanya mengenalkan peninggalan

	and Chandra, 2020)	<i>Reality</i> pada Media Pembelajaran Sejarah Tentang Benda-Benda Bersejarah Peninggalan Kerajaan Majapahit di Trowulan Mojokerto		<i>reality</i> benda-benda bersejarah peninggalan kerajaan Majapahit di Trowulan Mojokerto	, dan Micros oft Visual Studio	menggunakan cara konvensional dengan menggunakan buku referensi yang gambarnya masih 2D untuk itu dipandang perlu adanya perubahan dari gambar 2D menjadi 3D sehingga gambar terlihat lebih nyata dengan harapan bisa diterima dengan baik dan maksimal	dari kerajaan Majapahit yang ada di Trowulan Mojokerto. Perbedaan dengan penelitian yang akan penulis lakukan ialah mengenalkan sejarah dan peninggalan-peninggalan kerajaan Majapahit yang ada di Indonesia.
--	--------------------	--	--	--	--------------------------------	---	---

Dari hasil penelitian yang terdahulu yang telah dilakukan oleh (Abdullah, Sani and Hasan, 2018) membuat aplikasi *augmented reality* menggunakan metode *incremental model*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Haryani and Triyono, 2017), (Vitono, Nasution and Anra, 2016) membuat aplikasi *augmented reality* menggunakan metode *waterfall*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Rotinsulu, Lumenta and Sambul, 2018) membuat aplikasi menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Setyati, Alexandre and Widjaja, 2012) membuat aplikasi *augmented reality* menggunakan metode *Haar Like Features*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Jhana Dwi Gotama, Yusra Fernando, dan Donaya Pasha, 2021) membuat aplikasi *augmented reality* menggunakan metode *Interactive System Multimedia Design and Development (IMSDD)*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Agustian and Arafat, 2021) membuat aplikasi *augmented reality* menggunakan metode *Extreme Programming (XP)*.

Yang membedakan dari beberapa penelitian yang terdahulu yaitu *software* yang digunakan untuk membuat objek visualisasi 3D , (Abdullah, Sani and Hasan, 2018) menggunakan tools *Sweet Home 3D*. Pada penelitian (Haryani and Triyono, 2017) menggunakan tools Blender. Sedangkan pada penelitian (Jhana Dwi Gotama, Yusra Fernando, dan Donaya Pasha, 2021), (Rotinsulu, Lumenta and Sambul, 2018) menggunakan tools Sketchup.

Selain perbedaan *software* yang digunakan untuk membuat visualisasi 3D, perbedaan lainnya adalah metode *augmented reality* yang digunakan. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Abdullah, Sani and Hasan, 2018), (Jhana Dwi Gotama, Yusra Fernando, dan Donaya Pasha, 2021), (Agustian and Arafat, 2021),

(Haryani and Triyono, 2017) menggunakan metode *augmented reality marker based tracking*. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Setyati, Alexandre and Widjaja, 2012), (Vitono, Nasution and Anra, 2016), (Rotinsulu, Lumenta and Sambul, 2018) menggunakan metode *markerless augmented reality*.

## **2.2 Augmented Reality**

### **2.2.1 Pengertian Augmented Reality**

*Augmented Reality* adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (*real time*). Tidak seperti realitas maya (*virtual reality*) yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, realitas tertambat (*augmented reality*) sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan (Maramis, Lumenta and Sugiarto, 2016). Dengan teknologi *augmented reality*, lingkungan nyata disekitar kita akan dapat berinteraksi dalam bentuk digital “*virtual*” (Royanti, Amalia and Maulana, 2019).

Dalam bahasa sederhana *augmented reality* dapat diartikan sebagai lingkungan nyata yang ditambahkan objek virtual, objek virtual ini bisa berupa objek tiga dimensi maupun dua dimensi secara langsung. Segala bentuk informasi tentang objek dan lingkungan yang ada disekitar kita dapat ditambahkan ke dalam *augmented reality* (AR) yang kemudian ditampilkan pada layar dunia nyata secara *real time* dengan bantuan kamera yang dapat diakses melalui *smartphone* dengan menggunakan sebuah penanda ataupun tanpa penanda (*markerless*) dalam sebuah layar sebagai titik acuan fokus kamera untuk memproyeksikan objek *augmented reality* dua dimensi ataupun tiga dimensi.

### 2.2.2 Metode *Augmented Reality*

Didalam *augmented reality*, terdapat dua jenis metode yang saat ini dikembangkan yaitu, metode *Marker Based Tracking* dan *Markerless Augmented Reality*. Adapun pengertian dari metode-metode tersebut dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. *Marker Based Tracking*

*Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak tahun 1980-an dan pada awal tahun 1990-an yang dikembangkan untuk proses pembuatan *Augmented Reality* (Nurdiansyah and Maulana, 2019). *Marker* ini biasanya merupakan suatu ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang yang berwarna putih. Pada komputer anda dapat mengenali posisi dan orientasi objek *marker* tersebut dan menciptakan sebuah dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan sumbu yang terdiri dari X, Y dan Z (Lengkong and Soedjarwo, 2018).

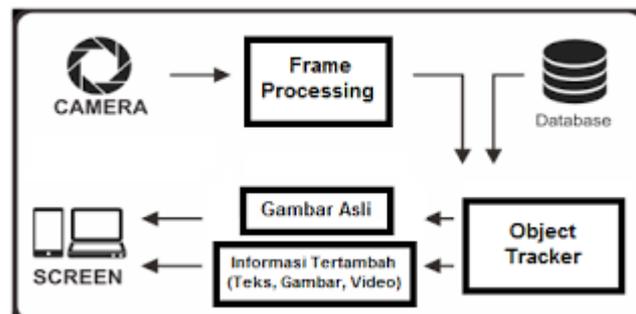
#### 2. *Markerless Augmented Reality*

Salah satu metode yang digunakan pada *Augmented Reality* yang sampai saat ini berkembang adalah dengan menggunakan metode *Markerless Augmented Reality*, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital (Lengkong, Wahyudi and Najosan S. H, 2018). Ada beberapa macam teknik *markerless augmented reality* yang dikembangkan oleh *Qualcomm*, diantaranya sebagai berikut:

- a. *Face Tracking* atau penjejakan wajah, perangkat dapat mengenali bagian wajah manusia dari fitur wajah seperti posisi mata, hidung, mulut, dan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya (Lengkong, Wahyudi and Najosan S. H, 2018).

- b. *3D Object Tracking*, teknik yang dapat mengenali semua bentuk benda yang ada, seperti bentuk mobil, rumah, meja, dan sebagainya (Lengkong, Wahyudi and Najoan S. H, 2018).
- c. *Motion Tracking*, teknik yang dapat menangkap gerakan, di mana teknik ini biasa digunakan dalam pembuatan film-film animasi yang mencoba mensimulasikan gerakan (Lengkong, Wahyudi and Najoan S. H, 2018).
- d. *GPS Based Tracking*, teknik ini memanfaatkan fitur GPS dan kompas yang ada pada perangkat dan mengambil data berupa posisi koordinat perangkat, kemudian secara *realtime* akan memberikan 18 tampilan dalam bentuk arah yang diinginkan (Lengkong, Wahyudi and Najoan S. H, 2018).

### 2.2.3 Proses Augmented Reality



**Gambar 2. 1** Alur Aplikasi Augmenteed Reality

Prosesnya dimulai dengan mengambil gambar *marker* dalam mode kamera. *Marker* diidentifikasi berdasarkan karakteristik yang dimiliki dan kemudian dimasukkan dalam objek pelacakan yang disediakan oleh SDK (*Software Development Kit*). *Marker* tersebut disimpan dalam *database* sehingga informasi yang sesuai dapat ditampilkan. Lalu hasil keluaran dari pelacakan *marker* akan ditampilkan melalui layar smartphone atau layar komputer (Sujati, Isnanto and Martono, 2016).

### **2.3 Pembelajaran**

Pembelajaran pada hakikatnya adalah suatu proses, yaitu proses mengatur, mengorganisasi lingkungan yang ada di sekitar peserta didik sehingga dapat menumbuhkan dan mendorong peserta didik melakukan proses belajar. Pembelajaran juga dikatakan sebagai proses memberikan bimbingan atau bantuan kepada peserta didik dalam melakukan proses belajar. Peran dari guru sebagai pembimbing bertolak dari banyaknya peserta didik yang bermasalah. Dalam belajar tentunya banyak perbedaan, seperti adanya peserta didik yang mampu mencerna materi pelajaran, ada pula peserta didik yang lambah dalam mencerna materi pelajaran.

Kedua perbedaan inilah yang menyebabkan guru mampu mengatur strategi dalam pembelajaran yang sesuai dengan keadaan setiap peserta didik. oleh karena itu, jika hakikat belajar adalah “perubahan”, maka hakikat pembelajaran adalah “pengaturan”. Menurut (Undang-Undang RI, 2003), bahwa pembelajaran adalah proses interaksi pendidik dengan peserta didik dan sumber belajar yang berlangsung dalam suatu lingkungan belajar. Secara Nasional, pembelajaran dipandang sebagai suatu proses interaksi yang melibatkan komponen-komponen utama, yaitu peserta didik, pendidik, dan sumber belajar yang berlangsung dalam suatu lingkungan belajar, maka yang dikatakan dengan proses pembelajaran adalah suatu system yang melibatkan satu kesatuan komponen yang saling berkaitan dan saling berinteraksi untuk mencapai suatu hasil yang diharapkan secara optimal sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Proses pembelajaran ditandai dengan adanya interaksi edukatif yang terjadi, yaitu interaksi yang sadar akan tujuan. Interaksi ini berakar dari pihak pendidik (guru) dan kegiatan belajar secara

paedagogis pada diri peserta didik, berproses secara sistematis melalui tahap rancangan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pembelajaran tidak terjadi seketika, melainkan berproses melalui tahapan-tahapan tertentu.

Dalam pembelajaran, pendidik memfasilitasi peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Dengan adanya interaksi tersebut maka akan menghasilkan proses pembelajaran yang efektif sebagaimana yang telah diharapkan. Pembelajaran adalah aspek kegiatan yang kompleks dan tidak dapat dijelaskan sepenuhnya. Secara sederhana, pembelajaran dapat diartikan sebagai produk interaksi berkelanjutan antara pengembangan dan pengalaman hidup. Pada hakikatnya, (Pane and Dasopang, 2017) mengungkapkan bahwa pembelajaran merupakan usaha sadar dari seorang guru untuk membelajarkan peserta didiknya (mengarahkan interaksi peserta didik dengan sumber belajar lain) dengan maksud agar tujuannya dapat tercapai. Dari uraiannya tersebut, maka terlihat jelas bahwa pembelajaran itu adalah interaksi dua arah dari pendidik dan peserta didik, diantara keduanya terjadi komunikasi yang terarah menuju kepada target yang telah ditetapkan. Pola pembelajaran yang terjadi saat ini seringkali masih bersifat transmisif, yaitu siswa secara pasif menyerap struktur pengetahuan yang diberikan guru atau yang ada pada buku pelajaran saja.

Adapun menurut (Pane and Dasopang, 2017). menyatakan bahwa system pembelajaran dalam pandangan konstruktivis memberikan perbedaan yang nyata. Ciri-cirinya adalah:

1. Siswa terlibat aktif dalam belajarnya.
2. Siswa belajar materi secara bermakna dengan bekerja dan berpikir.

3. Informasi baru harus dikaitkan dengan informasi sebelumnya sehingga menyatu dengan pengetahuan yang dimiliki oleh siswa.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran ini dilakukan oleh dua orang pelaku, yaitu guru dan siswa. Perilaku guru adalah mengajar dan perilaku siswa adalah belajar. Perilaku mengajar dan perilaku belajar tersebut tidak terlepas dari bahan pelajaran. Dengan demikian, pembelajaran pada dasarnya adalah kegiatan terencana yang mengkondisikan atau merangsang seseorang agar dapat belajar dengan baik, sehingga kegiatan pembelajaran ini bermuara pada dua kegiatan pokok, yaitu bagaimana orang melakukan tindakan perubahan tingkah laku melalui kegiatan belajar dan bagaimana orang melakukan tindakan penyampaian ilmu pengetahuan melalui kegiatan mengajar. Oleh karena itu, makna pembelajaran merupakan tindakan eksternal dari belajar, sedangkan belajar adalah tindakan internal dari pembelajaran (Pane and Dasopang, 2017).

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik.

## **2.4 Android**

Android merupakan sebuah sistem operasi seluler berbasis Linux yang terintegrasi dengan sistem android, *middleware* dan aplikasi yang menyediakan platform terbuka bagi pengembang untuk membuat aplikasinya. Awalnya Google Inc. membeli Android inc. yang merupakan pendatang baru dalam pembuatan

*software* 16 pada *smartphone*. Kemudian untuk mengembangkan perangkat Android *Open Handset Alliance* konsosium dibentuk oleh 34 perusahaan *hardware*, *software* dan telekomunikasi, termasuk *Google*, *HTC*, *Intel*, *Motorola*, *Qualcomm*, *T-Mobile* dan *Nvidia*. Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi android, yang pertama menerima dukungan penuh dari *Google* atau *Google Mail Services* (GMS) dan yang kedua adalah yang benar – benar bebas ditribusinya tanpa dukungan langsung dari *Google* atau dikenal sebagai *Open Handset Distribution* (OHD) (Funny Farady Coastera, 2014).

## **2.5 Sejarah**

Kata “sejarah” berasal dari bahasa Arab “sajaratun” yang berarti pohon. Hal itu karena pada awalnya kata sejarah digunakan untuk menyebut ilmu yang mempelajari asal usul keturunan (genealogi) seseorang. Akan tetapi ketika obyek perhatiannya berkembang menjadi asal usul sebuah peristiwa, maka ilmu sejarah berubah menjadi ilmu yang mempelajari asal usul peristiwa yang pernah terjadi.

Sejarah secara menyeluruh sangat perlu diketahui, dengan tujuan dapat memahami asal mula dari beberapa pengetahuan mendasar baik umum maupun khusus. Sejarah merupakan dasar, pondasi, ataupun tiang dari berbagai hal yang menunjang segala penjuruan pengetahuan.

Sejarah adalah suatu studi yang telah dialami manusia di waktu lampau dengan dan yang telah meninggalkan jejak-jejak pada masa lampau dan yang telah meninggalkan jejak-jejak pada masa sekarang, Tekanan perhatian diletakkan terutama pada aspek peristiwa sendiri terutama perkembangan yang disusun dalam cerita sejarah (Sirnayatin, 2017).

### **2.5.1 Ilmu Bantu Sejarah**

Ilmu-ilmu bantu sejarah yaitu, sebagai berikut :

1. Antropologi adalah ilmu yang mempelajari aspek kehidupan masyarakat dan kebudayaan.
2. Arkeologi adalah ilmu yang mempelajari manusia dan kebudayaan di masa lampau seperti perkakas kuno.
3. Ikonografi adalah ilmu yang mempelajari arca, lukisan relief yang berisi lambang.
4. Numismatik adalah ilmu yang mempelajari koin, catatan bank, mendali, dan uang primitif.
5. Etnologi atau etnologi adalah ilmu yang mempelajari tentang pembentukan budaya dan tradisi.
6. Paleontologi adalah ilmu yang mempelajari binatang dan tumbuhan purba melalui analisis fosil.
7. Epigrafi adalah ilmu yang mempelajari tentang prasasti.
8. Keramologi adalah ilmu yang mempelajari tentang benda bersejarah dari keramik.
9. Geologi adalah ilmu yang mempelajari tentang lapisan bumi.
10. Filologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bahasa, kebudayaan, pranata, dan sejarah bangsa.

### **2.5.2 Konsep – Konsep Sejarah**

1. Konsep Perubahan

Sejarah adalah perubahan dari suatu keadaan kepada keadaan lain. Meski demikian, hanya perubahan yang benar-benar memiliki makna penting bagi

kehidupan manusia yang dapat dikategorikan sebagai peristiwa perubahan yang bernilai sejarah. Termasuk dalam kategori ini diantaranya perubahan rezim kolonial ke nasional, dari Soekarno ke Orde Baru atau dari Orde Baru ke era demokratisasi.

## 2. Konsep Waktu

Peristiwa sejarah bukan sesuatu yang datang tiba-tiba, bukan pula terjadi begitu saja tanpa sebab apapun. Setiap peristiwa yang terjadi di suatu waktu dapat dipastikan tidak berdiri sendiri saat peristiwa terjadi. Setiap peristiwa yang terjadi pada waktu tertentu pasti ada kaitannya dengan waktu sebelum dan sesudahnya. Bila dirunut melalui penelaahan sejarah, sangat mungkin ditemukan keterkaitan suatu peristiwa dengan situasi atau peristiwa yang terjadi sebelum dan sesudahnya. Terjadinya suatu peristiwa senantiasa dikarenakan oleh suatu sebab yang ada dalam alur waktu. Konteks hubungan sebab akibat peristiwa yang menjadi akibat dengan peristiwa lain yang menjadi sebab ada dalam dimensi waktu. Dalam konteks tertentu waktu dapat pula menjadi sebab, meski tidak pernah benar-benar menjadi akibat.

## 3. Konsep Kontinuitas

Kehidupan manusia berada dalam rangkaian perubahan demi perubahan yang berkesinambungan. Perubahan demi perubahan tersebut tidak akan berhenti pada suatu titik peristiwa. Dalam konteks kekinian (postmodern) bahkan diyakini bahwa perubahan telah menjadi suatu yang pasti sebagaimana ungkapan ahli masa depan (futurolog), saat ini yang pasti adalah ketidakpastian dan yang tetap adalah perubahan (the certain now is uncertain and the now is changing).

## 2.5 Kerajaan Majapahit

Majapahit adalah sebuah kerajaan di Jawa Timur yang berdiri dari sekitar tahun 1293 M. Kerajaan Majapahit dianggap sebagai kerajaan Hindu-Buddha yang terbesar dalam sejarah Indonesia. Sumber sejarah kerajaan Majapahit diantaranya diperoleh dari Kitab Pararaton, Kitab Sutasoma, dan kitab Negarakertagama. Selain itu ada pula beberapa prasasti, diantaranya Prasasti Gunung Butak, Prasasti Kudadu, Prasasti Blambangan, dan Prasasti Langgaran. Munculnya Kerajaan Majapahit erat hubungannya dengan keruntuhan Kerajaan Singhasari. Ketika Singhasari diserang oleh Jayakatwang, Raden Wijaya yang merupakan menantu Kertanegara berhasil meloloskan diri. Ia mendapat pertolongan dari bupati Sumenep bernama Arya Wiraraja. Berkat pertolongannya, Raden Wijaya mendapat pengampunan dari Jayakatwang dan diberi tanah di hutan Tarik dekat Mojokerto. Daerah tersebut kemudian diberi nama Majapahit. Raden Wijaya kemudian menyusun kekuatan untuk menyerang balik Jayakatwang. Saat ia melakukan persiapan untuk menyerang Jayakatwang, tentara Mongol tiba di Pulau Jawa. Mereka dikirim oleh Kaisar Kublai Khan untuk menaklukkan Kertanegara. Tentara Mongol menyangka Kertanegara masih berkuasa di Singhasari. Mereka tidak mengetahui bahwa Kertanegara telah wafat dan kerajaannya jatuh ke tangan Jayakatwang.

Kerajaan Majapahit mencapai puncak kejayaan pada masa Hayam Wuruk yang memerintah tahun 1350 – 1389 M. Pemerintahan Hayam Wuruk dibantu oleh Gajah Mada. Menurut kitab Nagara kertagama, daerah kekuasaan Majapahit meliputi Sumatera, Semenanjung Malaya, Kalimantan, Sulawesi, kepulauan Nusa Tenggara, Maluku, Papua, Tumasik (Singapura) dan sebagian kepulauan Filipina.

Majapahit juga memiliki hubungan dengan Campa, Kamboja, Siam, Birma bagian selatan, dan Vietnam, dan bahkan mengirim duta-dutanya ke Tiongkok.

Pada masa kerajaan Majapahit, bidang sastra mengalami kemajuan. Karya sastra yang terkenal adalah Kitab Negarakertagama. Selain kitab sastra, Negarakertagama juga merupakan sumber sejarah Majapahit. Kitab lain yang terkenal adalah Sutasoma. Kitab Sutasoma memuat kata-katayang sekarang menjadi semboyan negara Indonesia, yakni Bhinneka Tunggal Ika. Bidang seni bangunan juga berkembang. Banyak bangunan candi telah dibuat. Misalnya Candi Penataran dan Sawentar di daerah Blitar, Candi Tigawangidan Surawana di dekat Pare, Kediri, serta Candi Tikus di Trowulan.

Kejayaan Majapahit mulai mengalami kemunduran setelah pemerintahan HayamWuruk berakhir. Raja-raja yang berkuasa tidak mampu mengembalikan kejayaan Majapahit, Di samping itu, terjadinya perang saudara yang dikenal dengan Perang Paragreg pada tahun 1401-1406 M menyebabkan kekuatan Majapahit melemah. Unsur lain yang menyebabkan semakin mundurnya kerajaan Majapahit adalah meluasnya pengaruh Islam pada saat itu. Kerajaan Majapahit akhirnya runtuh setelah mendapat serangan pasukan Demak di bawah pimpinan Adipati Unus.

## **2.6 Unity 3D**

Menurut (Maldanop, Nurhidayati and Ibrahim, 2017) menjelaskan bahwa *unity* dideskripsikan sebagai perangkat lunak yang memungkinkan pengguna dalam membuat objek 2D, objek 3D, dan permainan. *Unity* sendiri lebih dikenal sebagai *game engine* yang bisa dengan mudah digunakan untuk mendukung berbagai macam *platform*. Adapun fitur penting pada *unity* adalah:

1. *Project*

*Project* merupakan semua komponen yang diintegrasikan ke dalam perangkat lunak sehingga dapat dibangun menjadi sebuah aplikasi.

2. *Scene*

*Scene* merupakan tempat untuk membuat layar aplikasi. Suatu *scene* dapat berisi beberapa *object*.

3. *Asset dan Package*

*Asset* dan *package* merupakan sekumpulan *object* yang disimpan. Suatu *asset* dapat berisi beberapa *package*.

4. *Vuforia Software Development (SDK)*

*Vuforia* merupakan *Augmented Reality SDK* yang dapat berperan dalam proses pengerjaan *augmented reality*. *Vuforia* berfungsi untuk mendeteksi *marker augmented reality*.

## **2.7 Vuforia SDK**

*Vuforia* adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Qualcomm untuk mendukung terciptanya *augmented reality*. *Vuforia* menggunakan sumber berupa target yang konsisten untuk visi komputer yang difokuskan pada pengenalan gambar. *Software Vuforia AR extension for unity* digunakan untuk menyediakan sarana komunikasi dengan menggunakan kamera ponsel sebagai perangkat *input*. Kamera digunakan sebagai mata elektronik yang mengenali *marker*, sehingga kombinasi antara dunia nyata dan dunia *virtual* yang dijelaskan oleh aplikasi dapat di tampilkan pada layar *smartphone* (Ambarwulan and Mulyati, 2016).

Menurut (Suryanto et al., 2014) menjelaskan bahwa pengembangan aplikasi menggunakan *platform Qualcomm AR* terdiri dari 2 komponen diantaranya adalah:

1. *Target Management System*

Ini memungkinkan pengembang untuk melakukan mengunggah gambar yang telah didaftarkan oleh *marker* dan kemudian mengunduh target gambar yang akan ditampilkan.

2. *QCAR SDK Vuforia*

Memungkinkan pengembang untuk membuat koneksi antara aplikasi yang ada dibuat dengan *library static i.e libQCAR.a* pada IOS atau *libQCAR.so* pada Android.

## 2.8 Blender

Blender merupakan *software open source* yang digunakan dalam pembuatan konten multimedia khususnya 3D. Blender mendukung segala konsep 3D seperti pemodelan, animasi, simulasi, *rendering*, pengomposisian, dan pelacakan gerak, bahkan pengeditan video dan pembuatan *game*. Blender sangat cocok untuk studio kecil dan individu yang mendapatkan keuntungan dari konsep yang terintegrasi dan proses pengembangan yang responsif (Mongilala, Tulenan, & Sugiarto, 2019).

Menurut (Ardhianto, 2012) kelebihan dari blender 3D antara lain:

1. *Open source*, dimana kita dapat memodifikasi source kodenya untuk keperluan pribadi maupun komersial, selama tidak melanggar GNU *General Public License* yang digunakan oleh blender.
2. *Multi platform*, blender tersedia untuk berbagai macam sistem operasi seperti linux, mac, dan windows.
3. *Update*, blender bisa digunakan oleh siapa saja. Sehingga update *software* ini jauh lebih cepat dibandingkan *software* sejenis lainnya.

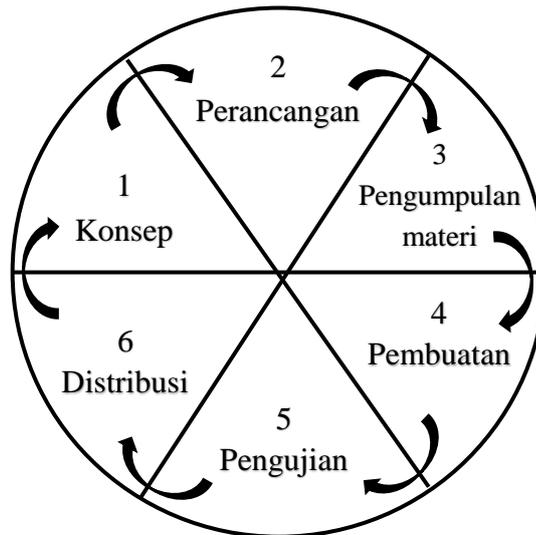
4. Blender merupakan perangkat lunak gratis. Dengan digratiskannya *software* ini, siapapun dapat berpartisipasi dalam pengembangan.
5. Blender memiliki fitur yang lebih lengkap dari *software* 3D lainnya.
6. Blender relatif ringan jika dibandingkan *software* sejenis. Hanya dengan RAM 512 dan VGA on board, blender tersebut dapat berfungsi dengan baik namun tidak bisa digunakan secara maksimal.

## **2.9 Adobe Photoshop**

Adobe photoshop adalah *software* pengeditan foto yang paling umum digunakan. Software ini banyak digunakan karena menyediakan fasilitas yang sangat lengkap, termasuk alat untuk mengedit, *filter* yang digunakan untuk memberikan berbagai efek berbeda pada foto, fasilitas untuk pengaturan warna dan lain – lain. Adobe photoshop merupakan perangkat lunak pengolah gambar yang memiliki hasil dan kualitas terbaik dan memudahkan untuk menyempurnakan foto atau gambar (Firmantoro, Anton, & Nainggolan, 2016).

## **2.10 Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC)**

Metode yang digunakan dalam pembuatan aplikasi *Augmented Reality* pengenalan sejarah kerajaan Majapahit yaitu menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Metode ini memiliki enam tahap yaitu konsep, perancangan, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian dan distribusi. Berikut alur dari metode MDLC :



**Gambar 2. 2** Tahapan Metode MDLC

Adapun tahapan pengembangan aplikasi *augmented reality* untuk pengenalan sejarah kerajaan Majapahit adalah sebagai berikut :

1. Konsep (*Concept*)

Aplikasi *augmented reality* ini ditujukan untuk siswa SMP supaya siswa tidak bosan dan meningkatkan minat siswa belajar sejarah. Aplikasi ini memiliki konsep yaitu siswa dapat menginstall aplikasi yang nantinya digunakan untuk *scan marker* yang telah disediakan. Aplikasi akan menampilkan objek 3D berupa peninggalan kerajaan Majapahit disertai dengan suara penjelasannya. Aplikasi ini nantinya berbasis *Android* agar bisa digunakan untuk siswa.

2. Perancangan (*Design*)

Desain pada aplikasi ini dibuat secara sederhana dan tampilan yang menarik agar menjadi media pembelajaran yang tidak membosankan. Aplikasi ini dimulai dengan membuka tampilan pembuka (*splash screen*) dan akan masuk ke halaman utama. Selanjutnya aplikasi akan menampilkan beberapa menu yang terdapat pada aplikasi.

3. Pengumpulan Materi (*Material Collecting*)

Hasil dari observasi yang sudah dilakukan yaitu mengumpulkan beberapa jurnal yang sesuai dengan tema penulis. Dan buku IPS kelas VII SMP yang digunakan sebagai acuan materi didalam aplikasi.

#### 4. Pembuatan (*Assembly*)

Tahapan ini berisi tahap pembuatan semua objek atau bahan multimedia. Pembuatan aplikasi berdasarkan bagan alur, dan struktur navigasi yang berasal pada tahap *design*. Tahap ini dilakukan ketika materi sudah terkumpul. Aplikasi ini akan dibuat menggunakan beberapa *software* seperti Uity 3D, Vuforia, Blender, dan SketchUp.

#### 5. Pengujian (*Testing*)

Pada tahap ini dilakukan pengujian aplikasi ini menggunakan metode Alpha Beta. Pengujian alpha adalah pengujian yang bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang diuji dapat berjalan dengan lancar tanpa gangguan error. Oleh karena itu, program harus diuji coba terlebih dahulu untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, pengujian ini menggunakan metode pengujian *black box*. Pengujian beta merupakan pengujian yang bersifat langsung dilingkungan yang sebenarnya dengan penyebaran kuesioner yang akan dihitung untuk dapat diambil kesimpulan terhadap penilaian aplikasi yang dibangun.

#### 6. Distribusi (*Distribution*)

Pada tahapan ini aplikasi sudah dibuat dan setelah itu dapat digunakan oleh siswa untuk media pembelajaran pengenalan sejarah kerajaan Majapahit secara virtual.

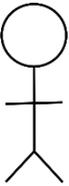
## 2.11 Unified Modeling Language (UML)

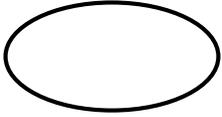
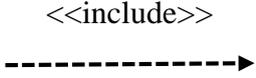
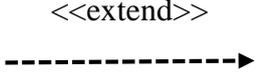
UML (*Unified Modeling Language*) adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan *requirement*, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek (Putra & Andriani, 2019). Diagram UML merupakan sebuah standar penulisan atau semacam *blue print* yang mana didalamnya memuat sebuah proses bisnis, penulisan kelas-kelas dengan menggunakan sebuah bahasa yang spesifik yang dimuat dalam simbol-simbol.

### 2.11.1 Use Case Diagram

*Use case* adalah abstraksi dari interaksi antara *system* dan *actor*. *Use case* bekerja dengan cara mendeskripsikan tipe interaksi antara user sebuah *system* dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sebuah *system* dipakai. *Use case* merupakan konstruksi untuk mendiskripsikan 33 bagaimana *system* akan terlihat di mata *user*. Sedangkan *use case diagram* memfasilitasi komunikasi diantara analis dan pengguna serta antara analis dan *client*. Berikut ini merupakan tabel dari simbol *Use case Diagram* yaitu :

**Tabel 2. 2** Tabel Simbol Use Case Diagram

GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
	<i>Actor</i>	Orang (pengguna), atau sistem lain di luar yang akan dibuat yang berinteraksi dengan sistem itu sendiri, walaupun simbol dari <i>actor</i> adalah gambar orang, biasanya dinyatakan menggunakan kata benda di awal frase nama <i>actor</i> .

GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
	<i>Use Case</i>	Fungsionalitas yang terdapat dalam sistem sebagai bagian-bagian yang saling bertukar pesan antar bagian atau <i>actor</i> , biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja di awal frase nama <i>use case</i> .
	<i>Include</i>	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan memerlukan <i>use case</i> yang di ' <i>include</i> ' untuk menjalankan fungsinya atau sebagai syarat dijalankan <i>use case</i> tersebut.
	<i>Extend</i>	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan dapat berjalan walau tanpa <i>use case</i> tambahan memiliki nama depan yang sama dengan <i>use case</i> yang di tambahkan.
	<i>Association</i>	Komunikasi antara <i>actor</i> dengan <i>use case</i> yang berperan dalam <i>use case</i> atau <i>use case</i> memiliki interaksi dengan <i>actor</i> .
	<i>Generalization</i>	Relasi generalisasi dan spesialisasi (umum-khusus) antara dua buah <i>use case</i> dimana fungsi yang satu adalah fungsi yang umum dan yang lain adalah fungsi khusus.

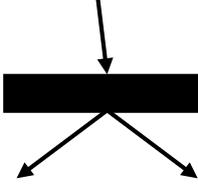
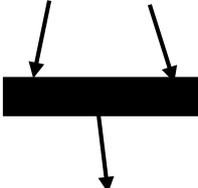
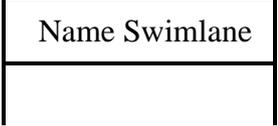
### 2.11.2 Activity Diagram

*Activity Diagram* adalah sebuah diagram yang bisa digunakan untuk menggambarkan secara grafis alur dari sebuah proses bisnis, langkah-langkah dari sebuah *use-case*, atau logika dari sebuah objek. *Activity diagram* sangat berguna untuk *model action* yang akan dikerjakan ketika sebuah operasi dieksekusi serta

hasil dari *action* tersebut. Tidak semua *use-case* harus digambarkan dalam sebuah *activity diagram*. *Activity diagram* biasanya digunakan untuk *use-case* yang memiliki logika yang cukup kompleks. *Activity diagram* bisa membantu berpikir tentang logika dari sebuah sistem.

Berikut ini tabel dari simbol *Activity Diagram* yaitu :

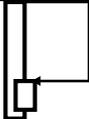
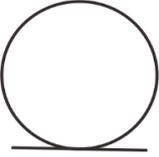
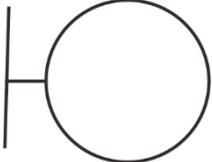
**Tabel 2. 3** Tabel Simbol *Activity Diagram*

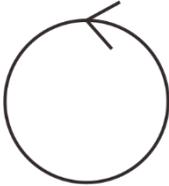
GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
	<i>Initial State</i>	Status awal ketika melakukan aktivitas didalam sistem.
	<i>Activity</i>	Aktivitas yang dilakukan pada sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.
	<i>Decision</i>	Asosiasi percabangan dimana ada satu aktivitas di pecah menjadi beberapa aktivitas.
	<i>Join</i>	Asosiasi penggabungan dimana ada lebih dari satu aktivitas digabungkan menjadi satu aktivitas.
	<i>Final State</i>	Status akhir dari aktivitas yang dilakukan pada sistem .
	<i>Swimline</i>	Kotak pemisah organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi.

### 2.11.3 Sequence Diagram

*Sequence Diagram* adalah sebuah diagram yang menggambarkan interaksi antara *actor* dan *system* untuk sebuah skenario *use-case*. *Sequence* adalah satu dari dua interaksi diagram yang mengilustrasikan objek-objek yang berhubungan dengan *use case* dan *message* atau pesan-pesannya. Komponen utama *sequence diagram* terdiri atas objek yang dituliskan dengan kotak segiempat bernama. *Message* diwakili oleh garis dengan tanda panah dan waktu yang ditunjukkan dengan progress vertical. Berikut ini simbol *Sequence Diagram* yaitu :

**Tabel 2. 4** Tabel Simbol *Sequence Diagram*

GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
	<i>LifeLine</i>	Objek entitas, antarmuka yang saling berinteraksi.
	<i>Message</i>	Spesifikasi komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktifitas yang terjadi.
	<i>Activation</i>	Mengimplementasikan sebuah eksekusi operasi dari objek, panjang persegi berbanding lurus dengan durasi aktivasi sebuah operasi.
	<i>Recursive</i>	Menjelaskan pengiriman pesan yang dikirim untuk dirinya sendiri.
	<i>Entity Class</i>	Bagian dari sistem yang berisi kumpulan kelas berupa entitas-entitas yang membentuk gambaran awal sistem dan menjadi landasan untuk menyusun database.
	<i>Boundary Class</i>	Berisi kumpulan kelas yang menjadi <i>interfaces</i> antara satu actor atau lebih dengan sistem, seperti

		tampilan pada <i>form entry</i> dan <i>form print</i> .
	<i>Control class</i>	Objek yang berisi logika aplikasi yang tidak memiliki tanggung jawab terhadap entitas, contohnya yaitu perhitungan dan aturan bisnis yang melibatkan berbagai objek.

#### 2.11.4 Class Diagram

*Class Diagram* merupakan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap-tiap kelas di dalam model desain dari suatu sistem, juga memperlihatkan aturan-aturan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem. *Class Diagram* juga menggambarkan operasi-operasi serta atribut-atribut dari sebuah *class* dan *constraint* yang berhubungan dengan objek yang dihubungkan. Relasi antar *class* mempunyai keterangan yang disebut dengan *Cardinality* atau *Multiplicity*.

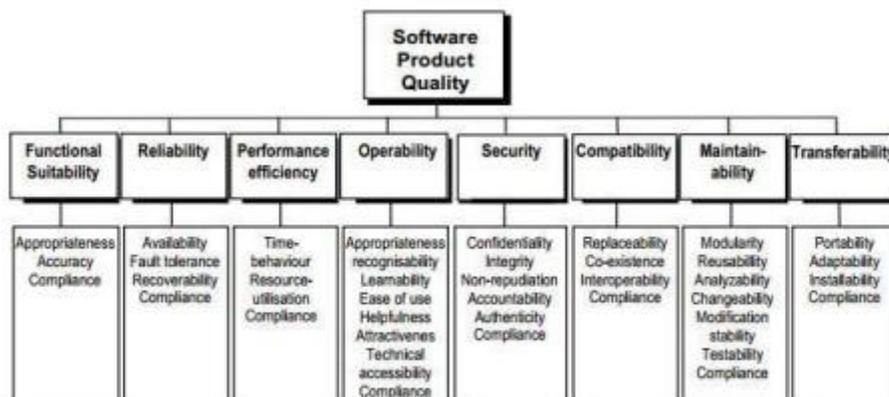
**Tabel 2. 5** Tabel Simbol Class Diagram

GAMBAR	NAMA	KETERANGAN			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Class_Name</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">+ attribute</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">- operation</td> </tr> </table>	Class_Name	+ attribute	- operation	<i>Class</i>	Kelas yang terdapat pada struktur data
Class_Name					
+ attribute					
- operation					
	<i>Directed Association</i>	Relasi antar kelas dengan pengertian kelas yang satu digunakan oleh kelas yang lain, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .			
	<i>Generalization</i>	Relasi antar kelas dengan maksud generalisasi-spesialisasi atau umumkhusus.			

- - - - ->	<i>Dependency</i>	Relasi antar kelas dengan arti ketergantungan antar kelas.
—————>	<i>Agregation</i>	Relasi antar kelas dengan pengertian semua bagian.
—————	<i>Association</i>	Relasi antar kelas dengan pengertian umum, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .
○	<i>Interface</i>	Sama seperti konsep <i>interface</i> yang ada pada pemrograman objek

## 2.12 Pengujian

Lamada *et al.*, (2020) mengungkapkan bahwa di antara berbagai standar pengujian, ISO 9126 dan ISO 25010 adalah standar Internasional untuk pengujian perangkat lunak. Standar ISO 25010 dikembangkan sebagai alternatif standar ISO 9126 berdasarkan perkembangan ICT (*Information and Communication Technology*). Standar 25010 memiliki delapan karakteristik : kompatibilitas fitur, keandalan, efisiensi, ketersediaan, keamanan, kompatibilitas, pemeliharaan, dan probabilitas.



**Gambar 2.3** Karakteristik ISO 25010

Berikut ini adalah penjelasan dari gambar diatas delapan karakteristik ISO 25010. Adapun penjelasannya yaitu:

1. *Functionality Suitability*, menggunakan alat penelitian berupa *test case* dengan *Guttman scale*. *Guttman scale*/skala guttman digunakan untuk memberikan jawaban unik untuk pertanyaan yang Anda coba ujikan.
2. *Performance Efficiency*, dilakukan untuk menguji kinerja aplikasi yang dikembangkan.
3. *Compatibility*, merupakan kemampuan suatu komponen atau sistem untuk bertukar informasi.
4. *Usability*, untuk menganalisis umpan balik pengguna menggunakan skala 5 pilihan.
5. *Reliability*, dilakukan untuk pengujian keandalan atau keterpercayaan sistem.
6. *Security*, untuk menguji sejauh mana sistem atau produk yang menyediakan layanan melindungi dari akses, penggunaan, modifikasi, gangguan, atau pengungkapan bahaya.
7. *Maintainability*, menggunakan alat ukur yang telah diuji oleh peneliti langsung di lapangan kegiatan, sesuai dengan alat uji yang disebutkan, pengujian ini terdiri dari 3 aspek, yaitu alat ukur, perhitungan konsistensi kesederhanaan.
8. *Portability*, pengujian sejauh mana suatu sistem atau produk dapat dipindahkan dari suatu ruangan ke ruangan lainnya.