

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bagian bab ini berisikan mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan masih memiliki korelasi dengan topik penelitian yang diajukan. Pada bagian dasar teori berisikan tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang diajukan.

2.1 *Virtual Reality (VR)*

Virtual reality atau realitas maya adalah suatu teknologi dimana pengguna secara sepenuhnya dapat berinteraksi di dunia yang benar-benar sintetis, yang menyerupai lingkungan dunia nyata. Meskipun lingkungan dunia nyata yang dibentuk secara buatan tersebut dibatasi oleh peraturan-peraturan seperti hukum, peraturan pemerintah, gravitasi, waktu dan sebagainya (Milgram, 1994). Teknologi *virtual reality* masih memiliki keterkaitan dengan teknologi *augmented reality (AR)*, dilihat dari sisi obyek *virtual* yang dihasilkan. Pada Gambar 2.1 digambarkan mengenai pembagian dan skala kedekatan antara teknologi *virtual reality* dengan *augmented reality*. Terlihat arah panah yang mengarah ke kanan menunjukkan jenis augmentasi yang terjadi semakin menuju ke arah *virtual*.



Gambar 2.1 *Virtual Reality Continuum*

Teknologi *virtual reality* bekerja dengan cara menampilkan dunia buatan yang dihasilkan oleh komputer atau simulasi dalam bentuk 3D. Melalui perangkat yang didesain khusus seperti *VR glasses*, sarung tangan *VR* dan *joystick* pengguna dapat berinteraksi seakan-akan kondisi fisik dan psikologis mereka sedang berada di dalam dunia nyata. Untuk memberikan efek suara, diberikan peralatan tambahan seperti pengeras suara atau *headphone* sehingga pengguna dapat mendengarkan suara yang dimunculkan dalam *virtual environment*.

Secara garis besar, untuk saat ini teknologi *virtual reality* dapat diakses melalui dua perangkat yaitu *desktop VR* dan *mobile VR*. *Desktop VR* menggunakan perangkat seperti komputer atau konsol game yang terhubung dengan *headset VR* lewat kabel. HTC Vive dan Sony Morpheus adalah *headset desktop VR* yang banyak dikenal orang. Sedangkan *mobile VR* menggunakan perangkat bergerak seperti ponsel cerdas sebagai sumber pengolahan obyek *virtual*-nya. Untuk mengakses obyek *virtual* pada *mobile VR* dibutuhkan *headset VR* seperti Samsung Gear VR dan Google Cardboard (Linowes, 2015).

Dengan didukung pesatnya inovasi *hardware* dan pengolahan obyek 3D, *virtual reality* mulai banyak diterapkan di kehidupan sehari-hari. Mulai dari

bidang hiburan, pariwisata, keteknikan, kesehatan bahkan pendidikan sudah mulai mengimplementasikan teknologi *virtual reality*. Penelitian yang dilakukan oleh Ling (2016) merekomendasikan penggunaan *virtual reality* untuk tujuan seperti pendidikan dan militer. Penggunaan *virtual reality* pada Gambar 2.2 diharapkan mampu memberi pengalaman belajar yang berbeda dan memotivasi semangat belajar bagi siswa di sekolah. Di bidang militer, penggunaan *virtual reality* bertujuan untuk melatih dan mengasah kemampuan tentara agar siap ketika diterjunkan di medan perang. Sedangkan di bidang pariwisata, *virtual reality* mampu memberikan referensi mengenai informasi tempat wisata yang akurat dalam bentuk *virtual*. Guttentag (2010) menyatakan dalam penelitiannya bahwa teknologi *virtual reality* memberikan dampak yang cukup signifikan di bidang pariwisata, sehingga wisatawan dapat memilih tempat wisata sesuai kondisi yang ditampilkan oleh obyek *virtual* tempat wisata tersebut.



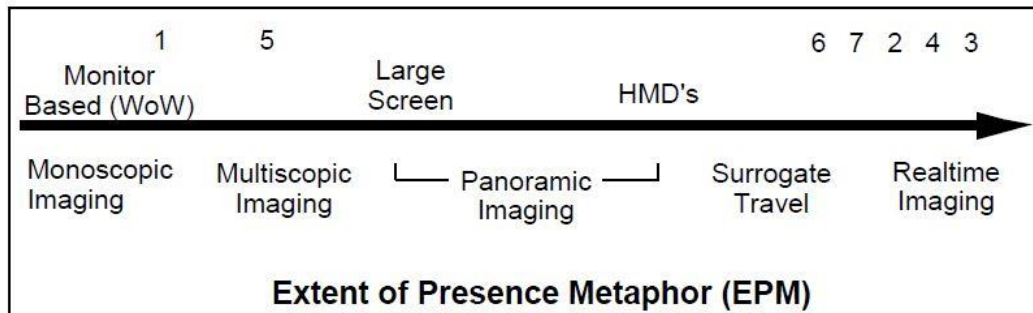
Gambar 2.2 *Virtual Reality* di Bidang Pendidikan

Penelitian yang lebih spesifik mengenai penggunaan *virtual reality* di bidang pendidikan dilakukan oleh Carrozzino dan Bergamasco (2010). Penelitian tersebut menjelaskan penerapan *virtual reality* di beberapa museum terkemuka di Eropa. Proses virtualisasi dari museum beserta isinya mampu memberikan pengalaman yang memuaskan dan menghibur bagi penggunanya. Dengan peralatan yang menunjang proses virtualisasi dan *environment* yang di-set sedemikian rupa menyerupai bentuk aslinya, pengguna seakan berinteraksi dengan obyek *real* di depan matanya. Selain itu proses virtualisasi museum dan isinya mampu mencegah kerusakan benda-benda atau lukisan bersejarah yang berumur tua dan memberikan kemudahan untuk mengakses benda-benda tersebut dalam bentuk *virtual*.

2.2 Surround Screen Projection

Surround Screen Projection adalah salah satu teknik proyeksi yang digunakan dalam *virtual reality*. Penelitian mengenai penerapan *surround screen projection* pada *virtual reality* dilakukan oleh Cruz-Neira (1993) melalui perangkat teater *virtual reality* yang dinamakan *CAVE Automatic Virtual Environment*. Cara kerja dari perangkat *virtual reality* tersebut adalah menembakkan proyeksi yang dihasilkan dari perangkat komputer kepada bidang yang dijadikan layar yang

mengelilingi pengguna. Sehingga pengguna seakan-akan berada di dalam *virtual environment*. Teknologi *surround screen projection* juga terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Milgram (1994). Dijelaskan pada Gambar 2.3, teknik *surround screen projection* yang digunakan dalam penelitian Cruz-Neira (1993) termasuk dalam kelas kelima dari *extent of presence metaphor* karena menggunakan *large screen*/layar besar untuk menampilkan *virtual environment*-nya.



Gambar 2.3 *Extent of Presence Metaphor (EPM)*

2.3 Android OS

Android adalah sistem operasi pada perangkat bergerak yang dikembangkan oleh perusahaan bernama Android Inc. Pada perkembangannya, sistem operasi ini diambil alih oleh Google dan menjadikannya "*open source*", sehingga siapapun dapat mengaksesnya dengan bebas, termasuk ke dalam *script* programnya. Android tidak hanya dikembangkan untuk ponsel cerdas, tetapi juga pada perangkat seperti televisi, kulkas dan *netbook* (Kadir, 2013). Sampai saat ini versi paling terbaru yang telah beredar di pasaran adalah Android Nougat dengan API level 24. Bila dibandingkan dengan sistem operasi lain, Android memiliki kelebihan antara lain (Burnette, 2008):

- a. **Keleluasan untuk pengembangan:** karena berbasis *open source*, siapa saja bisa mengakses dan memodifikasi tanpa perlu membayar royalti atau terikat kepada vendor tertentu.
- b. **Arsitektur komponen yang mudah dimodifikasi:** seseorang bisa dengan mudah mengambil potongan kode yang telah dibuat orang lain dari internet, lalu mengembangkannya dengan versi sendiri.
- c. **Banyak didukung oleh layanan di luar platform:** layanan berbasis lokasi seperti GPS memudahkan para pengembang untuk mengkustomisasi *user experience* dimanapun pengguna berada. Lalu *browser* dan tampilan peta yang telah tertanam langsung pada aplikasi memberikan fungsionalitas tambahan tanpa perlu mengeluarkan banyak biaya
- d. **Manajemen otomatis dari daur hidup aplikasi:** para pengguna tidak perlu merisaukan apakah aplikasi mereka masih berjalan atau tidak ketika mereka menjalankan beberapa program secara bersamaan.

Android telah dioptimisasi untuk bisa bekerja pada konsumsi dengan perangkat yang memiliki daya dan memori yang rendah.

- e. **Kualitas grafik dan suara yang tinggi:** terinspirasi dari animasi Flash yang mulus, dikombinasikan dengan grafis OpenGL 3D memberikan pengalaman visual yang berbeda dari sistem operasi lainnya. *Codecs* yang mendukung kualitas suara yang mumpuni juga telah disematkan pada Android.
- f. **Kemudahan untuk pengembangan lintas *hardware*:** semua program pada Android ditulis dalam bahasa pemrograman Java dan dieksekusi oleh mesin *virtual*. Sehingga program dapat dijalankan lintas *hardware* seperti pada ARM, x86 dan arsitektur lainnya. Tampilan antarmuka pengguna juga dapat dikustomisasi untuk segala ukuran dan orientasi layar.

2.4 Alat Pemantau Cuaca BMKG

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah lembaga pemerintah non departemen yang bertugas melakukan pengamatan cuaca, melakukan analisis peramalan cuaca, analisis cuaca bandara, pembacaan tinggi gelombang air laut dan melakukan pengolahan data cuaca yang berguna bagi kebutuhan masyarakat luas. BMKG sudah berdiri sejak zaman penjajahan Belanda di tahun 1866. BMKG dipimpin oleh seorang Kepala BMKG yang berkantor pusat di Jakarta. Terdapat lima balai besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (MKG) yang membawahi 173 stasiun MKG yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Stasiun MKG tersebut dilengkapi dengan taman alat pada Gambar 2.4, yang berisi alat-alat pemantau cuaca untuk menunjang operasional BMKG dalam mengamati perubahan cuaca.






Gambar 2.4 Taman Alat Pemantau Cuaca BMKG

Alat pemantau cuaca adalah alat yang digunakan untuk mengamati perubahan cuaca yang terjadi di suatu daerah. Alat pemantau diletakkan di sebuah taman alat yang terdapat di stasiun MKG yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Jumlah alat pemantau cuaca dan ukuran luas taman alat disesuaikan dengan kebutuhannya. Untuk taman alat meteorologi *synoptic* dan

penerbangan biasanya berukuran 20 x 15 m², sedangkan untuk meteorologi di bidang pertanian berukuran 40 x 20 m². Alat-alat yang terpasang pada taman alat telah disesuaikan posisinya agar proses pemantauan cuaca dapat berlangsung optimal. Umumnya, alat-alat pemantau cuaca yang terdapat di stasiun MKG terdiri dari sangkar meteorologi yang berisi sekumpulan thermometer, alat penakar curah hujan, alat pengukur radiasi matahari, alat pengukur kecepatan angin, alat pengukur tingkat penguapan dan alat pengukur tekanan udara. Alat-alat pemantau cuaca yang digunakan dalam penelitian dijelaskan pada Gambar 2.5.

Gambar 2.5 Alat Pemantau Cuaca


1. Gunn Bellani Pyranometer	
	<p><i>Gunn Bellani Pyranometer</i> adalah alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari dengan menggunakan sensor berbentuk bola dari bahan karbon/tembaga yang diletakkan di dalam tabung kaca hampa udara yang berisi cairan air/raksa. Cara kerjanya adalah dengan melihat ketinggian air yang tersisa setelah menguap, kemudian ketinggian tersebut dicari selisihnya dengan bacaan hari sebelumnya. Hasil yang didapat menunjukkan berapa banyak panas yang diserap oleh bumi.</p>
2. Campbell-Stokes Recorder	
	<p><i>Campbell-Stokes Recorder</i> adalah alat yang digunakan untuk mengetahui lamanya matahari bersinar kepada bumi. Alat ini tersusun dari lensa cembung yang berbentuk bola berwarna bening dan kertas pias. Pemasangan alat ini disesuaikan dengan arah utara selatan mata angin serta letak posisi matahari sesuai periodenya. Cara kerjanya adalah sinar matahari yang menyinari lensa cembung lalu difokuskan kepada kertas pias yang telah ditandai durasi jamnya. Hasilnya dapat diketahui dengan cara melihat panjangnya titik bakaran pada kertas</p>

	<p>pias yang menandai berapa lama matahari bersinar kepada bumi per harinya.</p>
<p>3. Aktinograf</p>	
	<p>Aktinograf adalah alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari dengan menggunakan gabungan dua buah logam (bimetal) yang berbeda koefisien muai ruangnya. Cara kerjanya adalah ketika suhu di suatu daerah mengalami kenaikan maka logam tersebut akan memuai dan menggerakkan tinta pencatat di kertas grafik kearah atas, sebaliknya jika suhu menurun maka logam tersebut akan kembali ke bentuk semula dan menggerakkan tinta pencatat di kertas grafik pada gerakan normal.</p>
<p>4. Pyranometer Digital</p>	
	<p><i>Pyranometer</i> Digital adalah alat yang fungsinya sama seperti Aktinograf yang berguna untuk mengukur radiasi matahari. Perbedaannya terdapat pada hasil bacaan, Aktinograf mencatat hasilnya dengan cara grafik pada gulungan kertas sedangkan <i>Pyranometer</i> Digital mencatat hasilnya dalam bentuk data yang siap ditransmisikan menggunakan sinyal <i>WiFi</i> ke komputer BMKG untuk selanjutnya dilakukan pengolahan datanya.</p>
<p>5. Automatic Rain Water Sampler (ARWS)</p>	
	<p><i>Automatic Rain Water Sampler</i> (ARWS) adalah alat yang digunakan untuk mengambil sampel air hujan. Cara kerjanya adalah setiap rintik air hujan yang jatuh ditampung dalam sebuah wadah yang berfungsi menyimpan air hujan yang akan diambil sampelnya. Peletakan alat ini disesuaikan dengan lingkungan sekitar</p>

	<p>agar air yang masuk adalah benar-benar air hujan, agar sampel yang diambil valid.</p>
<p>6. Termometer Tanah</p>	
	<p>Termometer tanah adalah alat yang berguna untuk mengukur suhu pada permukaan tanah. Termometer ini dibagi menjadi dua, yaitu termometer tanah gundul dan termometer tanah rumput. termometer yang digunakan berjenis termometer raksa dan digital yang diletakkan pada kedalaman 10 cm, 20 cm, 50 cm dan 100 cm. hasil bacaan dapat langsung dilihat pada alat termometernya dan satuan yang digunakan umumnya berjenis <i>Celcius</i> atau <i>Fahrenheit</i>.</p>
<p>7. Penakar Hujan Tipe <i>Observatorium</i> (OBS)/Ombrometer</p>	
	<p>Penakar hujan tipe <i>Observatorium</i> atau dalam istilah BMKG di Indonesia disebut Ombrometer. Alat ini berguna untuk menakar curah hujan yang terjadi di suatu daerah dalam suatu periode waktu. Terdapat corong berukuran luas 100 cm² dan tinggi alat 120 cm. Bentuk alat ini disesuaikan agar air yang masuk benar-benar merupakan air hujan, bukan air lain yang menggenang. Alat ini juga didesain agar air yang masuk dapat langsung tertampung dan tidak meresap maupun menguap.</p>
<p>8. Pengukur Hujan Tipe <i>Hellmann</i></p>	
	<p>Pengukur Hujan tipe <i>Hellmann</i> memiliki cara kerja yang sama dengan penakar hujan tipe <i>Observatorium</i>. Perbedaan yang terlihat mencolok adalah adanya <i>windshield</i> atau pelindung angin serta ukuran penampang air hujan yang masuk lebih luas yaitu sebesar 200 m². Adanya pelindung angin bertujuan agar air</p>

	hujan yang masuk dapat terarah serta tidak tercampur oleh air yang lain.
9. Pengukur Hujan Tipe Digital	
	Pengukur hujan tipe digital memiliki cara kerja yang sama dengan pengukur hujan tipe <i>Observatorium</i> dan <i>Hellmann</i> . Perbedaan yang paling terlihat adalah tidak adanya <i>windshield</i> serta hasil yang didapat berupa data yang ditransmisikan ke kantor BMKG untuk selanjutnya dapat diolah.
10. Sangkar Meteorologi	
	Sangkar meteorologi atau <i>Stevenson Screen</i> adalah wadah yang berisi termometer maksimum, minimum, termometer bola basah, bola kering, <i>piche</i> evaporimeter dan termo higrograf. Sangkar meteorologi harus terbuat dari kayu yang tahan terhadap perubahan cuaca dan berkualitas bagus. Peletakan sangkar meteorologi umumnya pada ketinggian 120 cm dari permukaan tanah. Peletakan tersebut bertujuan agar hasil pembacaan suhu, kelembaban dan penguapan oleh alat didalamnya dapat berlangsung dengan optimal.
11. Pengukur Suhu Dan Kelembaban Angin Tipe Digital	
	Pengukur suhu dan kelembaban angin tipe digital adalah alat yang memiliki bentuk seperti sarang tawon yang juga dilengkapi dengan alat pembaca arah dan kecepatan angin. Hasil yang didapat berupa data digital yang ditransmisikan ke kantor BMKG untuk diolah dan dipublikasikan kepada masyarakat.

12. High Volume Air Sampler	
	<p><i>High Volume Air Sampler</i> atau <i>HV Sampler</i> adalah alat yang tersusun dari mesin penyedot udara dan kertas filter. Alat ini berguna untuk mengetahui sampel udara di suatu daerah apakah masih layak atau tidak. Cara kerjanya yaitu alat ini dinyalakan selama 24 jam setelah sebelumnya kertas filter diletakkan pada bagian atas lalu disesuaikan dengan daya hisap pada alat. Setelah dinyalakan selama 24 jam, dapat ditimbang berat filter lalu dicari selisih dengan berat filter sebelum mesin dinyalakan.</p>
13. Cup Counter Anemometer	
	<p><i>Cup Counter Anemometer</i> adalah alat yang berbentuk cangkir yang diletakkan menghadap horizontal sebanyak tiga buah. Alat ini berguna untuk mengukur kecepatan angin rata-rata. Data yang terbaca adalah data manual yang sifatnya diukur per periode waktu.</p>
14. Open Pan Evaporimeter	
	<p><i>Open Pan Evaporimeter</i> adalah alat yang berguna untuk mengukur penguapan secara langsung di alam terbuka. Prinsip kerjanya dengan menggunakan alat bernama <i>still-well</i> yang diletakkan pada <i>open pan</i>. Perbedaan tinggi permukaan air pada <i>still-well</i> lalu dicari selisihnya dengan pembacaan pada hari sebelumnya. Peletakan alat ini disesuaikan agar air yang masuk tidak tercampur air genangan serta ukuran alat juga telah ditentukan agar penguapan yang</p>

	berlangsung dapat diukur dengan optimal.
15. Automatic Weather Station (AWS)	
	<p><i>Automatic Weather Station (AWS)</i> adalah integrasi dari alat-alat pemantau cuaca seperti alat pengukur suhu dan kelembaban angin, pengukur kecepatan dan arah angin dan pengukur radiasi matahari. Secara umum fungsi kerjanya sama seperti peralatan pengukur suhu, kecepatan dan arah angin dan dilengkapi dengan pengukur radiasi matahari. Yang menjadi keunggulan dari <i>Automatic Weather Station</i> ini adalah <i>hardware</i> dan <i>software</i>-nya yang bersifat <i>open source</i> sehingga dapat dikembangkan sesuai kebutuhan BMKG.</p>

2.5 Pustaka dan Perangkat Lunak Pendukung

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa pustaka dan perangkat lunak pendukung yang berperan dalam pembuatan aplikasi VR BMKG. Pustaka yang digunakan antara lain Vuforia dan perangkat lunak yang digunakan adalah Unity dan Blender 3D.

2.5.1 Unity

Unity adalah *software* yang digunakan untuk mengembangkan game dan obyek 3D lintas *platform*. Unity dilengkapi dengan *editor* yang memiliki tampilan antarmuka pengguna yang sederhana. Pengolahan grafis Unity terbilang cukup baik dengan didukung oleh OpenGL dan DirectX. Karena Unity bersifat lintas *platform*, maka mampu mendukung semua format file yang umum seperti layaknya aplikasi pengolah gambar. Bahasa yang digunakan oleh Unity adalah JavaScript, C# dan Boo Script. Secara umum kelebihan dari Unity adalah:

- a. Bisa didapatkan dengan lisensi gratis
- b. Mendukung lintas *platform*, seperti Windows, Mac OS, sampai ke konsol game seperti PlayStation
- c. Mempermudah dan mempercepat desain pada game dengan tampilan editor yang sederhana

Penelitian ini menggunakan salah satu fitur dari Unity yaitu *VR Support*. Unity mendukung dua jenis perangkat VR yang pengembangannya menggunakan

perangkat Oculus dan perangkat VR *mobile* seperti Samsung Gear VR. Meskipun tidak menutup kemungkinan adanya dukungan terhadap perangkat VR lainnya seperti HTC Vive. Dengan adanya fitur VR *Support* dari Unity, *developer* akan lebih dimudahkan dalam mengembangkan aplikasi VR. Terdapat *preview* tampilan VR yang membantu *developer* untuk melihat tampilan awal dari aplikasi yang dibuat. Selain itu, VR *Support* juga telah terintegrasi dengan beberapa *Software Development Kit* (SDK) yang memudahkan *developer* untuk mengembangkan aplikasi VR sesuai dengan perangkat VR *glasses* yang akan digunakan.

2.5.2 Blender 3D

Blender 3D adalah *software* yang digunakan untuk 3D *modelling* dan animasi. *Software* ini berperan dalam membentuk obyek 3D seperti pada karakter film-film animasi yang sering terlihat di layar televisi. Blender 3D dibuat oleh Ton Roosendaal, salah satu pendiri studio animasi NeoGeo. Mulanya hanya dibuat untuk kebutuhan studio animasi NeoGeo, namun karena defisit keuangan yang melanda NeoGeo, memaksa Ton Roosendaal untuk membuka akses Blender 3D kepada umum dengan harapan dapat meningkatkan dukungan dana untuk pengembangan *software* Blender 3D. Sampai saat ini pengembangan Blender 3D telah berhasil tumbuh dengan stabil berkat dukungan dari komunitas pengguna dan pengembang yang mendedikasikan waktunya untuk Blender 3D (Flavell, 2010). Secara umum kelebihan yang dimiliki oleh *software* Blender 3D antara lain:

- a. Blender 3D memiliki *texturing tools* yang mumpuni untuk memberi warna pada permukaan model
- b. Memiliki fungsi animasi dan pergerakan yang bagus
- c. Memiliki *rendering engine* dan pencahayaan sendiri. Menyediakan dukungan terhadap aplikasi *rendering* lain seperti YafaRay dan LuxRender
- d. Memiliki *compositing module* yang memungkinkan potongan film dapat dimasukkan ke dalam model. Potongan film tersebut dapat diedit oleh Blender 3D tanpa perlu mengandalkan *software* pihak ketiga.

2.5.3 Vuforia

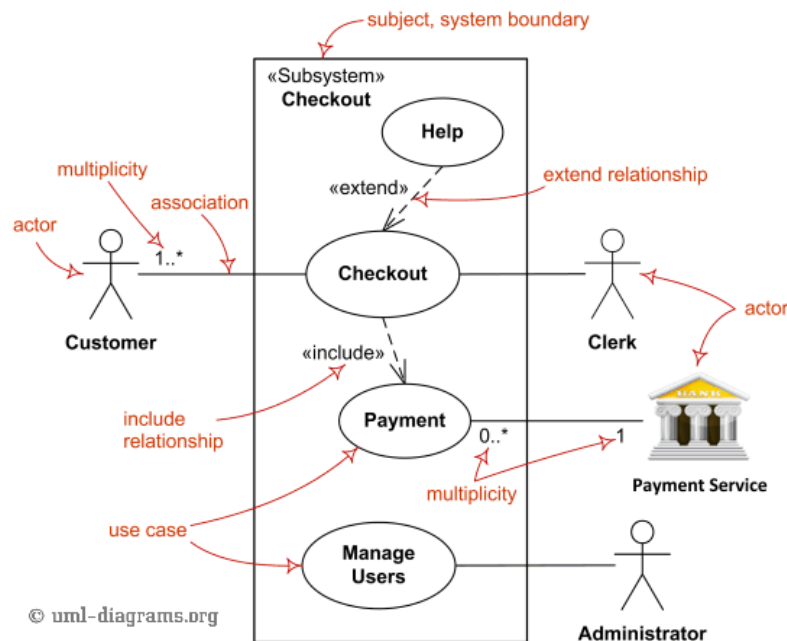
Vuforia adalah *Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat bergerak yang memudahkan pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR). SDK ini awalnya dikembangkan oleh Qualcomm dan kemudian dibeli oleh perusahaan bernama PTC di tahun 2015. Vuforia menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali obyek yang dijadikan targetnya. Selain itu Vuforia juga mampu mengenali obyek 3D seperti kubus secara *real-time*. Dalam penelitian ini Vuforia berperan untuk menyelaraskan pandangan pengguna terhadap obyek 3D yang terdapat pada *environment* VR. Sehingga dunia *virtual* yang pengguna lihat di hadapannya, seakan-akan adalah tampilan dunia nyata.

2.6 Unified Modeling Language (UML) Diagram

Unified Modeling Language (UML) Diagram adalah standar bahasa yang digunakan untuk membuat *blueprint* dari sebuah *software*. *UML Diagram* dikembangkan oleh Grady Booch, Ivar Jacobson dan Jim Rumbaugh di pertengahan tahun 1990. Versi awal dari *UML Diagram* adalah UML versi 1.0 yang diluncurkan di tahun 1997, sedangkan untuk versi yang sekarang beredar adalah versi 2.5. Seperti halnya rancangan gambar bagi arsitektur, *UML Diagram* membantu para pengembang *software* dalam membangun *software*. Terdapat 23 jenis diagram dari versi terbaru *UML diagram*, seperti *class*, *sequence*, *state*, *use case* dan *activity diagram*.

2.6.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah diagram yang dikembangkan oleh Ivar Jacobson di tahun 1990 dan termasuk dalam rilis awal dari UML. Diagramnya menggambarkan bagaimana interaksi antara aktor dengan sistem yang ada pada Gambar 2.5. Dari interaksi aktor dengan sistem, dapat dengan mudah dimengerti apa saja yang terlibat didalamnya. Selain itu, *Use Case Diagram* juga menggambarkan apa yang pengguna harapkan dari sistem (Sommerville, 2010).

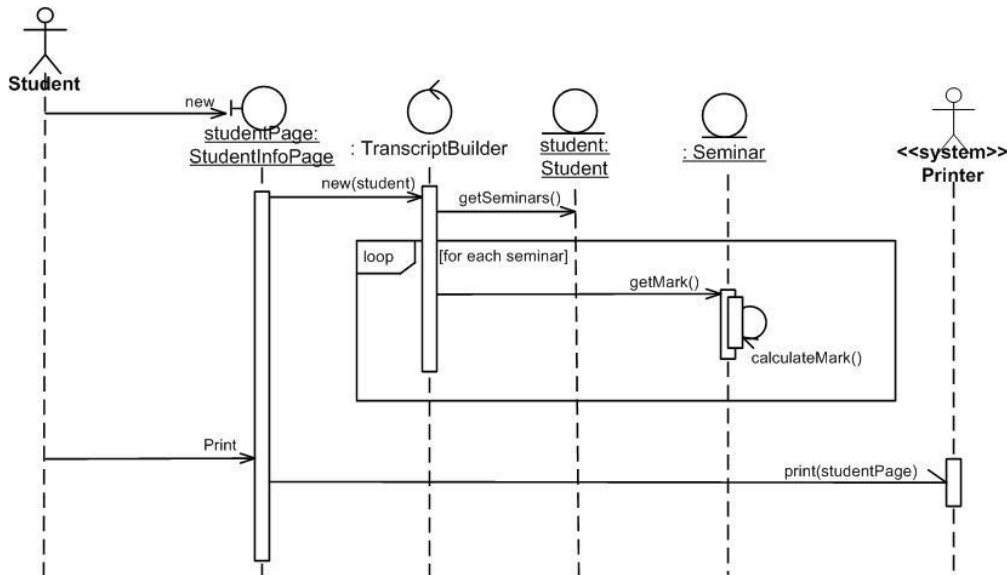


Gambar 2.6 Use Case Diagram

2.6.2 Sequence Diagram

Sequence Diagram adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dengan obyek dalam suatu sistem serta interaksi antara obyek dengan obyek lainnya. Obyek dan aktor yang terlibat diletakkan di bagian atas diagram disertai dengan garis putus-putus vertikal pada Gambar 2.6. Interaksi diantara obyek ditandai dengan garis panah, sedangkan kotak persegi panjang yang terletak di bagian garis putus-putus vertikal menandai masa hidup

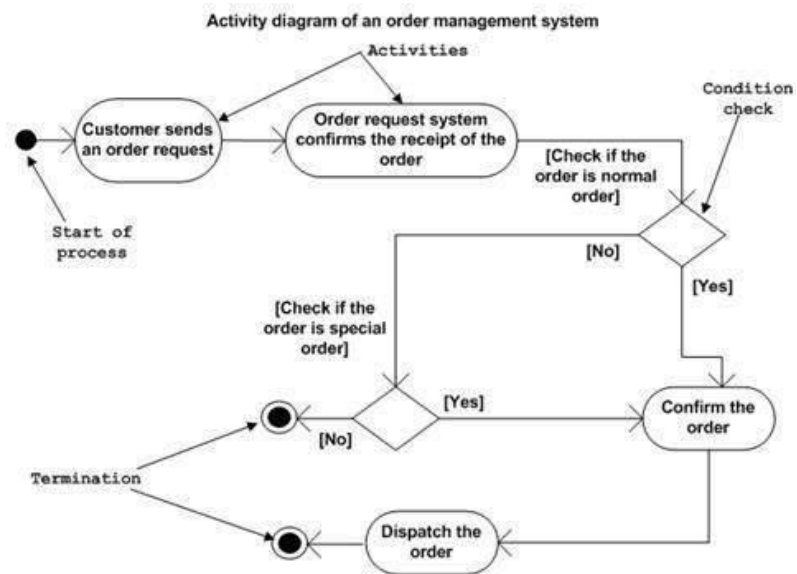
dari obyek yang berinteraksi. Sedangkan pesan yang digunakan dalam proses interaksi antar obyek, diletakkan diatas garis panah (Sommerville, 2010).



Gambar 2.7 Sequence Diagram

2.6.3 Activity Diagram

Activity Diagram mendukung *use case* dengan representasi grafis dari alur interaksi sebuah skenario tertentu. Notasi yang digunakan *activity diagram* pada Gambar 2.7 hampir mirip dengan *flowchart*. Notasi persegi panjang dengan ujung membulat digunakan untuk menjelaskan fungsi spesifik dari suatu sistem. Notasi belah ketupat digunakan untuk menggambarkan *branching decision*. Garis solid horizontal merepresentasikan aktivitas paralel yang sedang terjadi. (Pressman, 2010).



Gambar 2.8 Activity Diagram

2.7 Pengujian

2.7.1 Pengujian *Usability*

Pengujian *usability* adalah pengujian yang ditujukan untuk mengetahui bagaimana pengalaman pengguna ketika berinteraksi dengan suatu produk (Chudley & Allen, 2012). Pengujian *usability* mendefinisikan tingkat kemudahan dan kepuasan pengguna terhadap produk yang dicoba. Mekanisme yang umum digunakan dalam pengujian *usability* adalah dengan pemberian serangkaian tugas kepada pengguna untuk berinteraksi dengan suatu produk. Setelah tugas tersebut diselesaikan pengguna, dapat diketahui tingkat kemudahan dan kepuasan dari pengguna (Nielsen, 2012). Komponen kualitas pengujian *usability* terdiri dari lima hal, yaitu:

1. **Learnability**, apakah pengguna mampu menyelesaikan tugas-tugas dasar sejak awal mencoba desain suatu produk?
2. **Efficiency**, seberapa cepat pengguna menyelesaikan tugas dengan desain produk yang ada?
3. **Memorability**, ketika pengguna tidak mengakses desain suatu produk dalam waktu yang lama, apakah mampu mengembalikan kemampuan penggunaannya ketika harus menggunakan kembali?
4. **Errors**, berapa banyak *error* yang dibuat oleh pengguna? Seberapa parah? Dan secepat apakah pengguna mengatasinya?
5. **Satisfaction**, apakah desain tersebut menyenangkan ketika diakses pengguna?

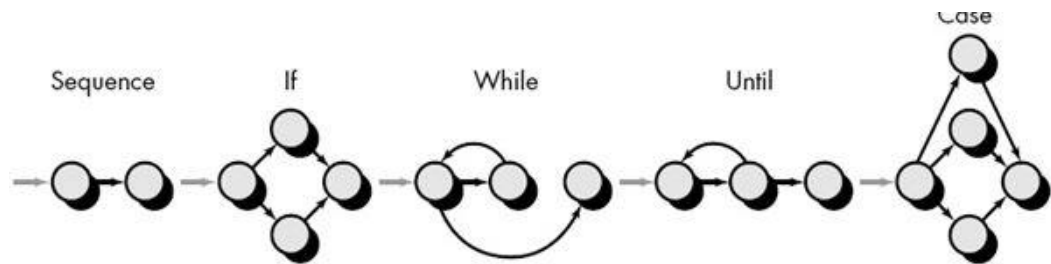
2.7.2 Pengujian Performa

Pengujian performa dilakukan untuk mengetahui tingkat responsifitas dan kecepatan proses suatu aplikasi dalam memproses masukan dari pengguna atau menjalankan perintah kode. Performa diukur dengan memperhitungkan kecepatan waktu respon dan efisiensi aplikasi (Pressman, 2010). Pengujian performa yang umum dikenal salah satunya adalah pengujian *frame rate*. Pengujian *frame rate* yang menggunakan satuan *frame per second* (fps) menentukan apakah aplikasi yang telah dibuat mampu memberikan performa grafis yang baik atau belum. Pada perangkat bergerak seperti *smartphone*, angka normal fps berada di jangkauan 24-30 fps (Gsmarena, 2017).

2.7.3 Pengujian *White Box*

Pengujian *White Box* atau yang disebut juga *Glass Box testing* adalah pengujian yang menggunakan struktur komponen internal suatu program untuk bahan uji. Pengujian *White Box* menjamin bahwa jalur independen dalam struktur komponen internal diperiksa setidaknya satu kali. Kemudian memeriksa pemilihan logika berdasarkan dari sisi benar dan salah. Yang terakhir adalah memeriksa perulangan sesuai dalam batasan operasional serta struktur data internal untuk menjamin validitasnya (Pressman, 2010).

Teknik yang digunakan dalam pengujian *White-Box* salah satunya adalah *Basis Path testing*. Teknik ini diusulkan pertama kali oleh Tom McCabe. *Basis Path testing* memungkinkan pengujinya untuk mengukur kompleksitas logika dari suatu program dan menjadikannya panduan untuk menentukan dasar dari suatu jalur eksekusi. Untuk mempermudah *basis path testing* digunakan suatu simbol yang merepresentasikan alur kontrol yang disebut *flow graph* pada Gambar 2.8. *Flow graph* menggambarkan alur kontrol logika yang di setiap strukturnya saling terhubung.



Gambar 2.9 Notasi *Flow Graph*

2.7.4 Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi tertentu dari suatu program yang dirancang telah beroperasi dengan optimal, di satu sisi juga dilakukan pencarian terhadap *error* atau *bug* dari setiap fungsi yang ada. Terdapat pengkategorian yang digunakan oleh pengujian *Black Box* untuk mencari *error* atau *bug* yaitu: fungsi yang hilang atau tidak benar, *error* pada antarmuka, *error* pada struktur internal atau akses *database* eksternal, *error* pada performa, dan *error* pada proses inialisasi serta terminasi (Pressman, 2010).

Langkah-langkah pada pengujian *Black Box* secara umum memiliki tahapan:

1. Analisis kebutuhan dan spesifikasi dari perangkat lunak
2. Mengkategorikan kemungkinan masukan yang menghasilkan keluaran salah serta kemungkinan masukan yang menghasilkan keluaran benar
3. Menentukan keluaran untuk suatu jenis masukan
4. Memastikan validitas masukan yang telah dikategorikan
5. Melakukan proses pengujian
6. Membandingkan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan keluaran yang diharapkan