

## **BAB II** **LANDASAN TEORI**

### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka yang diambil dari beberapa penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai rujukan atau pendukung penelitian yang sedang dilakukan, diantaranya:

#### **2.1.1. Tinjauan terhadap literatur 01**

Penulis Zwingly Ch Rawis, Virginia Tulenan, Brave A. Sugiarto (2018) dengan judul “Penerapan *Augmented Reality* Berbasis Android Untuk Mengenalkan Pakaian Adat Tountemboan”. Penelitian yang dilakukan penulis adalah membuat aplikasi pengenalan baju adat tountemboan yang membantu seseorang untuk mengetahui baju adat tountemboan secara 3D. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat prototype aplikasi *Augmented Reality* (AR). Aplikasi ini dibuat menggunakan Vuforia SDK, Interaksi AR yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan image target sebagai penanda *marker* AR sehingga pengguna aplikasi lebih mudah mendapatkan informasi tentang baju adat tountemboan. Metode penelitian yang digunakan untuk membangun sistem pada penelitian ini mengadaptasi metode *Multimedia Development Life Cycle*. Tahap-tahap pada penelitian ini meliputi konsep, desain, pengumpulan materi dan perakitan. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi AR yang dapat melihat baju adat tountemboan (Zwingly Ch Rawis, Virginia Tulenan, 2018).

#### **2.1.2. Tinjauan terhadap literatur 02**

Penulis M. Afdal, Muhammad Irsyad, Febi Yanto (2018) dengan judul “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Media Pembelajaran Lapisan Permukaan Bumi Berbasis 3D”. Penelitian yang dilakukan penulis adalah membuat

aplikasi pengenalan lapisan bumi yang membantu seseorang untuk mempelajari tentang lapisan litosfer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat prototype aplikasi *Augmented Reality* (AR) untuk mengetahui lapisan bumi secara 3D. Aplikasi ini dibuat menggunakan Vuforia SDK, Interaksi AR yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan image target sebagai *marker* untuk memunculkan AR lapisan bumi. Tahap-tahap pada penelitian ini meliputi membuat *marker*, design, mengumpulkan bahan, pembuatan dan pengujian. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi AR yang dapat digunakan untuk mempelajari lapisan yang ada di bumi (Afdal, Irsyad dan Yanto, 2018).

### **2.1.3. Tinjauan terhadap literatur 03**

Feby Zulham Adami, Cahyani Budihartanti (2016) dengan judul “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android”. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan teknologi dengan mengembangkan aplikasi yang dapat mengabadikan bentuk-bentuk pencernaan dalam tubuh manusia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model waterfall model yang menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial. Hasil akhir dari penelitian ini berupa sebuah aplikasi AR yang dapat menampilkan sistem pencernaan dalam tubuh manusia (Adami dan Budihartanti, 2016).

### **2.1.4. Tinjauan terhadap literatur 04**

Penulis Takhta Akrama Ananda, Novi Safriadi, Anggi Srimurdianti Sukamto (2015) dengan judul “Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Mengenal Planet-Planet Di Tata Surya”. Penelitian yang dilakukan penulis adalah membuat aplikasi AR pengenalan planet-planet yang ada di tata

surya bima sakti. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat prototype aplikasi *Augmented Reality* (AR). Aplikasi ini dibuat menggunakan Vuforia SDK, Interaksi AR yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan image target sebagai penanda *marker* AR sehingga pengguna aplikasi dapat dengan mudah memunculkan *object* 3D. Metode penelitian yang digunakan untuk membangun sistem pada penelitian ini mengadaptasi UML (*Unified Modeling Language*). Tahap-tahap pada penelitian ini meliputi pengumpulan data, perancangan konsep, desain sistem, implementasi dan pengujian. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi AR yang dapat menampilkan susunan planet yang ada di tata surya menggunakan image *marker* (Ananda, Safriadi dan Sukamto, 2015).

#### **2.1.5. Tinjauan terhadap literatur 05**

Penulis Muhammad Iqbal Meslilesi, Hengky Anra, Helen Sasty Pratiwi (2017) dengan judul “Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Virus dalam Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMA (Studi Kasus : SMA Negeri 7 Pontianak)”. Penelitian yang dilakukan penulis adalah membuat aplikasi AR sebagai media pembelajaran virus-virus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat prototype aplikasi *Augmented Reality* (AR). Aplikasi ini dibuat menggunakan Vuforia SDK, Interaksi AR yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan image target sebagai penanda *marker* AR sehingga pengguna aplikasi dapat dengan mudah memunculkan *object* 3D. Metode penelitian yang digunakan untuk membangun sistem pada penelitian ini mengadaptasi UML (*Unified Modeling Language*). Tahap-tahap pada penelitian ini meliputi pengumpulan data, perancangan konsep, desain sistem, implementasi dan pengujian. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi AR yang dapat menampilkan virus virus dalam mata

pelajaran biologi kelas X SMA Negeri 7 Pontianak (Muhammad Iqbal Meslilesi, Hengky Anra, 2017).

## **2.2. Manusia Prasejarah**

### **2.2.1. *Meganthropus paleojavanicus***

Jenis manusia purba ini terutama berdasarkan penelitian von Koeningswald di Sangiran tahun 1936 dan 1941 yang menemukan fosil rahang manusia yang berukuran besar. Dari hasil rekonstruksi ini kemudian para ahli menamakan jenis manusia ini dengan sebutan *Meganthropus paleojavanicus*, artinya manusia raksasa dari Jawa. Jenis manusia purba ini memiliki ciri rahang yang kuat dan badannya tegap. Diperkirakan makanan jenis manusia ini adalah tumbuhtumbuhan. Masa hidupnya diperkirakan pada zaman Pleistosen Awal (Amurwani Dwi L., Restu Gunawan, Sardiman AM, Mestika Zed, Wahdini Purba, Wasino, 2013).

### **2.2.2. *Pithecanthropus erectus***

Jenis manusia ini didasarkan pada penelitian Eugene Dubois tahun 1890 di dekat Trinil, sebuah desa di pinggiran Bengawan Solo, di wilayah Ngawi. Setelah direkonstruksi terbentuk kerangka manusia, tetapi masih terlihat tanda-tanda kera. Oleh karena itu jenis ini dinamakan *Pithecanthropus erectus*, artinya manusia kera yang berjalan tegak. Jenis ini juga ditemukan di Mojokerto, sehingga disebut *Pithecanthropus mojokertensis*. Jenis manusia purba yang juga terkenal sebagai rumpun *Homo erectus* ini paling banyak ditemukan di Indonesia. Diperkirakan jenis manusia purba ini hidup dan berkembang sekitar zaman Pleistosen Tengah (Amurwani Dwi L., Restu Gunawan, Sardiman AM, Mestika Zed, Wahdini Purba, Wasino, 2013).

### **2.2.3. *Homo Erectus***

Fosil jenis Homo ini pertama diteliti oleh von Reitschoten di Wajak. Penelitian dilanjutkan oleh Eugene Dubois bersama kawan-kawan dan menyimpulkan sebagai jenis Homo. Ciri-ciri jenis manusia Homo ini muka lebar, hidung dan mulutnya menonjol. Dahi juga masih menonjol, sekalipun tidak semenonjol jenis Pithecanthropus. Bentuk fisiknya tidak jauh berbeda dengan manusia sekarang. Hidup dan perkembangan jenis manusia ini sekitar 40.000 – 25.000 tahun yang lalu. Tempat-tempat penyebarannya tidak hanya di Kepulauan Indonesia tetapi juga di Filipina dan Cina Selatan (Amurwani Dwi L., Restu Gunawan, Sardiman AM, Mestika Zed, Wahdini Purba, Wasino, 2013).

#### **2.2.4. *Homo Wajakensis***

Manusia Wajak (*Homo wajakensis*) merupakan satu-satunya temuan di Indonesia yang untuk sementara dapat disejajarkan perkembangannya dengan manusia modern awal dari akhir Kala Pleistosen. Pada tahun 1889, manusia Wajak ditemukan oleh B.D. van Rietschoten di sebuah ceruk di lereng pegunungan karst di barat laut Campurdarat, dekat Tulungagung, Jawa Timur. Sartono Kartodirjo (dkk) menguraikan tentang temuan itu, berupa tengkorak, termasuk fragmen rahang bawah, dan beberapa buah ruas leher (Amurwani Dwi L., Restu Gunawan, Sardiman AM, Mestika Zed, Wahdini Purba, Wasino, 2013).

#### **2.2.5. *Homo floresiensis***

Pengumuman tentang penemuan manusia *Homo floresiensis* tahun 2004 menggemparkan dunia ilmu pengetahuan. Sisa-sisa manusia ditemukan di sebuah gua Liang Bua oleh tim peneliti gabungan Indonesia dan Australia. Sebuah gua permukiman prasejarah di Flores. Liang Bua bila diartikan secara harfiah merupakan sebuah gua yang dingin. Sebuah gua yang sangat lebar dan tinggi

dengan permukaan tanah yang datar, merupakan tempat bermukim yang nyaman bagi manusia pada masa pra-aksara. Hal itu bisa dilihat dari kondisi lingkungan sekitar gua yang sangat indah, yang berada di sekitar bukit dengan kondisi tanah yang datar di depannya. Liang Bua merupakan sebuah temuan manusia modern awal dari akhir masa Pleistosen di Indonesia yang menakjubkan yang diharapkan dapat menyibak asal usul manusia di Kepulauan Indonesia (Amurwani Dwi L., Restu Gunawan, Sardiman AM, Mestika Zed, Wahdini Purba, Wasino, 2013).

### **2.3. *Augmented Reality***

Augmented Reality (AR) adalah sebuah istilah untuk lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis. Sistem ini lebih dekat kepada lingkungan nyata (real). Karena itu, reality lebih diutamakan pada sistem ini. Sistem ini berbeda dengan Virtual Reality (VR), yang sepenuhnya merupakan *virtual environment* [sitasi alfabeetik].

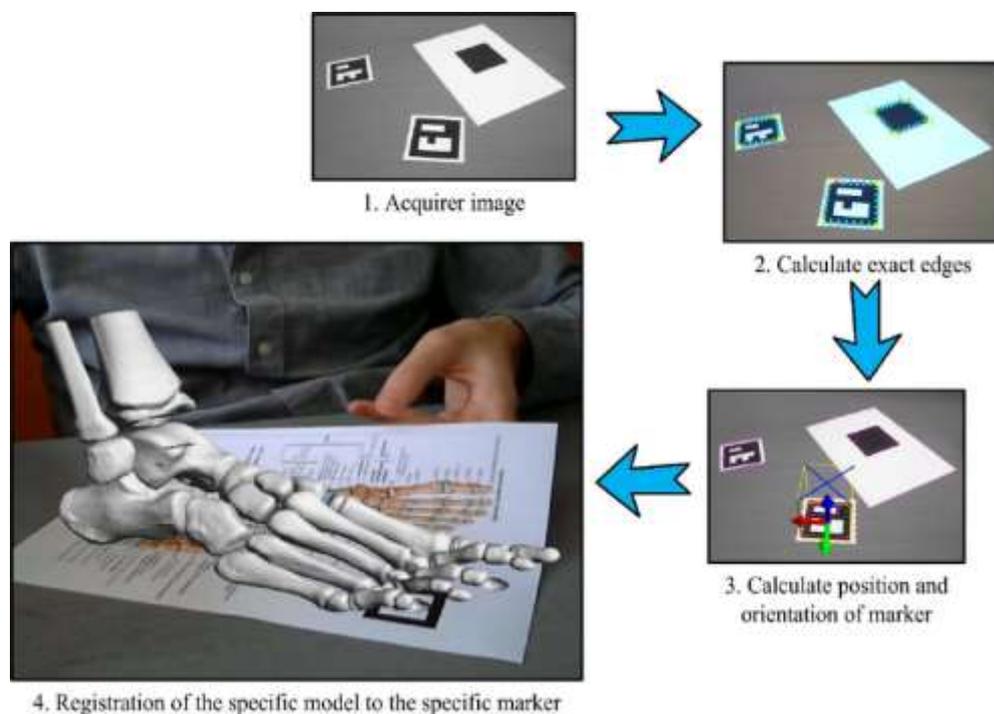
Teknologi augmented reality merupakan salah satu terobosan yang digunakan akhir-akhir ini di bidang interaksi. Penggunaan teknologi ini akan sangat membantu dalam menyampaikan informasi kepada pengguna. Augmented Reality merupakan teknologi interaksi yang menggabungkan dunia nyata dan dunia maya. Dalam teknologi augmented reality ada tiga karakteristik yang menjadi dasar diantaranya adalah kombinasi pada dunia nyata dan virtual, interaksi yang berjalan secara *real-time*, dan karakteristik terakhir adalah bentuk obyek yang berupa 3 dimensi atau 3D. Bentuk data kontekstual dalam augmented reality ini dapat berupa data lokasi, audio, video ataupun dalam bentuk model dan animasi 3D [sitasi hewan purbakala single tracker] .

### 2.3.1. Metode *Augmented Reality*

Ada dua metode yang saat ini digunakan pada *Augmented Reality* yaitu: *Marker Based Tracking & Markerless Augmented Reality* di sini peneliti menggunakan *marker based tracking*.

#### 1. *Marker Based Tracking*

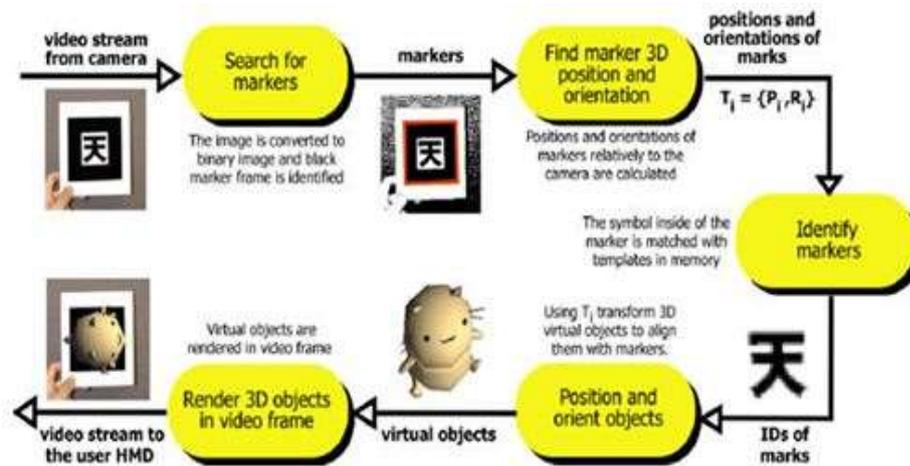
Metode yang menggunakan marker atau penanda objek dua dimensi yang memiliki suatu pola yang akan dibaca komputer melalui media webcam atau kamera yang tersambung dengan komputer, biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih [sitasi alfabetik]. Komputer akan mengetahui posisi dan orientasi *marker* dan membuat dunia virtual 3D pada titik (0, 0, 0) dengan tiga sumbunya yaitu X, Y, dan Z. *Marker Based Tracking* dikembangkan sejak tahun 1980-an dan pada tahun 1990-an mulai dikenal oleh masyarakat dan dikembangkan untuk *Augmented Reality*



**Gambar 2 . 1** Marker Based Tracking  
(Sumber : [Saša Ćuković](#))

### 2.3.2. Cara kerja *Augmented Reality*

Cara kerja *Augmented Reality* menurut Ronald T. Azuma dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini.



**Gambar 2 . 2** Alur Kerja *Augmented Reality*  
(Sumber : Ronald T. Azuma)

Kamera akan mencari lokasi *marker*. Pada tahap ini gambar diterjemahkan menjadi gambar biner dan *marker* berwarna hitam diidentifikasi oleh sistem aplikasi. Kemudian mencari posisi dan orientasi *marker* dimana komputer melakukan perhitungan terhadap posisi dan orientasi berbasis data yang diterima kamera. Kemudian *marker* tersebut diidentifikasi untuk mengkalkulasi dimana meletakkan obyek 3D. *Augmented Reality* dapat ditampilkan pada berbagai perangkat seperti kacamata, smartphone dan sebagainya. Agar perangkat dapat berfungsi dengan baik sejumlah data tertentu dapat berupa video, gambar, animasi, teks dan model 3D perlu digunakan, sehingga pengguna dapat merasakan berinteraksi dengan *Augmented Reality*. Berikut beberapa komponen yang digunakan pada AR:

- **Kamera dan Sensor**

Kamera dan sensor digunakan untuk mengumpulkan informasi kolaborasi pengguna dan mengirimkannya untuk diproses. Kamera pada smartphone memiliki kemampuan untuk memeriksa lingkungan dan dengan data tersebut, akan menghasilkan model 3D.

- **Proyeksi**

Komponen ini mengacu pada proyektor yang lebih kecil dari yang biasa ada pada headset *Augmented Reality*, yang mengambil informasi dari sensor dan memproyeksikan konten yang terkomputerisasi ke permukaan untuk dilihat. For your information, sebenarnya, pemanfaatan proyeksi di *Augmented Reality* belum sepenuhnya dirancang untuk dapat digunakan dalam barang atau layanan komersial.

- **Refleksi**

Beberapa gadget AR memiliki cermin untuk membantu mata manusia melihat gambar virtual. Beberapa darinya memiliki variasi cermin kecil yang ditekuk dan beberapa lagi memiliki cermin sisi ganda untuk memantulkan cahaya ke kamera dan mata pengguna. Tujuan dari cara refleksi tersebut adalah untuk memainkan pengaturan gambar yang tepat.

#### 2.4. **Unity**

Aplikasi unity 3D adalah game engine yang merupakan sebuah software pengolah gambar, grafik, suara, input, dan lain-lain yang ditujukan untuk membuat suatu game, meskipun tidak selamanya harus untuk game. Kelebihan dari game engine ini adalah bisa membuat game berbasis 3D maupun 2D, dan sangat mudah digunakan [Sitasi semarang]. Unity3D adalah sebuah game engine yang berbasis cross-platform yang sangat user friendly. Unity dapat digunakan untuk membuat

sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, web, ponsel pintar android, iOS, PS3, Wii dan X-BOX. Grafis pada unity dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk OpenGL dan DirectX. Unity adalah mesin pengembangan terintegrasi yang menyediakan out-of-the-box fungsionalitas untuk membuat game, konten 3D interaktif, arsitektur bangunan dan memainkan simulasi. Unity bisa digunakan untuk membuat game 2D atau 3D, game FPS, game PC dan game online, dengan dukungan konversi mobile android, iPhone, Blackberry, Windows, Linux, Flash dan Webplayer.



**Gambar 2 . 3** Logo Unity

(Sumber : Unity.com)

Unity 3D dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C++, Unity 3D mendukung bahasa pemrograman lain seperti JavaScript, C# dan Boo, Unity memiliki kemiripan dengan game engine lainnya seperti, Blender game engine, Virtools, Game studio, kelebihan dari Unity 3D, Unity dapat dioperasikan pada platform Windows dan Mac Os dan dapat menghasilkan game untuk Windows, Mac, Linux, Wii, iPad, iPhone, google Android dan juga browser. Game Unity 3D

juga mendukung dalam pembuatan game untuk console game Xbox 360 dan PlayStation. (Yulianto Bambang, 2012). Pada Unity 3D terdapat beberapa hal penting untuk membuat atau membangun suatu karya, diantaranya yaitu:

### **1. Project**

*Project* merupakan kumpulan dari komponen-komponen yang dikemas menjadi satu dalam sebuah *software* agar bisa di build menjadi sebuah aplikasi. Pada Unity 3D, *project* berisi identitas aplikasi yang meliputi nama *project*, *platform building*. Kemudian package apa saja yang akan digunakan, satu atau beberapa scene aplikasi, asset, dan lain–lain. *Project* merupakan kumpulan dari komponen-komponen yang dikemas menjadi satu dalam sebuah *software* agar bisa di build menjadi sebuah aplikasi. Pada Unity 3D, *project* berisi identitas aplikasi yang meliputi nama *project*, *platform building*. Kemudian *package* apa saja yang akan digunakan, satu atau beberapa *scene* aplikasi, asset, dan lain–lain.

### **2. Scene**

*Scene* dapat disebut juga dengan layar atau tempat untuk membuat layar aplikasi. *Scene* dapat dianalogikan sebagai level permainan, meskipun tidak selamanya scene adalah level permainan. Misal, level 1 anda letakkan pada scene 1, level 2 pada scene 2 dan seterusnya. Namun *scene* tidak selamanya berupa level, bisa jadi lebih dari satu level anda letakkan dalam satu scene. Game menu biasanya juga diletakkan pada satu *scene* tersendiri. Suatu scene dapat berisi beberapa game *object*. Antara satu scene dengan scene lainnya bisa memiliki game *object* yang berbeda.

### 3. Asset dan Package

Asset dan package adalah mirip, suatu asset dapat terdiri dari beberapa package. Asset atau package adalah sekumpulan objek yang disimpan. Objek dapat berupa game *object*, terrain, dan lain sebagainya. Dengan adanya asset dan package tidak perlu kesulitan dalam membuat objek lagi jika anda telah membuatnya sebelumnya, anda dapat mengimportnya dari project lama anda.

### 4. Vuforia SDK

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat bergerak yang memungkinkan pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. Vuforia menggunakan teknologi computer vision untuk mengenali dan melacak *marker* atau image target dan objek 3D sederhana , seperti kotak , secara *real-time*.

#### 2.5. Vuforia sdk

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. SDK Vuforia juga tersedia untuk digabungkan dengan Unity yaitu bernama Vuforia AR Extension for Unity. Vuforia merupakan SDK yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer membuat aplikasi-aplikasi *Augmented Reality (AR)* di mobile phones (iOS, Android). SDK Vuforia sudah sukses dipakai di beberapa aplikasi-aplikasi mobile untuk kedua platform tersebut [sitasi semarang]. Vuforia library menawarkan keuntungan antara lain:

- a. Computer vision teknologi untuk menyelaraskan *marker* dengan objek yang berbentuk 3D.
- b. Didukung oleh berbagai development tools, seperti Unity 3D dan Xcode.

- c. Bebas royalti, baik pengembangan atau penjualan (Putra, dkk, 2012).

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. SDK Vuforia tersedia digabungkan dengan Unity yang bernama Vuforia *Augmented Reality Extension for Unity*. Vuforia merupakan SDK yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer membuat aplikasi *Augmented Reality* di ponsel (iOS, Android). SDK Vuforia sudah sukses dipakai di beberapa aplikasi-aplikasi mobile untuk kedua platform tersebut (Nugroho dan Pramono, 2017). Vuforia memberikan cara berinteraksi dengan memanfaatkan kamera mobile phone untuk digunakan sebagai perangkat masukan, sebagai mata elektronik yang mengenali penanda tertentu. Dengan kata lain Vuforia adalah SDK untuk computer vision based *Augmented Reality*. Jenis aplikasi AR yang lain adalah GPS-based AR. Vuforia SCK memiliki banyak fitur yang berhubungan dengan *Augmented Reality* yaitu :

1. Perangkat Lunak dapat memindai dan mengenali QR code.
2. Vuforia SDK dapat memindai dan mengenali gambar dan teks, dan memiliki keterbatasan kemampuan memindainya seperti sudut atau bentuk yang melengkung sulit untuk dikenali.
3. Vuforia SDK mampu mengidentifikasi permukaan objek.
4. Vuforia SDK dapat mengenali target benda silinder kecil sebagai *marker*
5. Vuforia SDK mampu mengenali kata dalam bahasa Inggris tertentu.
6. Perangkat lunak ini dapat menggunakan fitur penyimpanan berbasis cloudVuforia

7. SDK memiliki build-in virtual manajemen tombol virtual, fitur ini sangat menarik untuk menambahkan banyak interaksi antara pengguna dan perangkat lunak.

## 2.6. Blender

Blender merupakan OSS (*Open Source Software*) atau istilah lainnya *software* yang dapat di gunakan di berbagai macam OS (*Operating System*). Ini digunakan untuk dikembangkan secara komersial, tetapi sekarang dirilis di bawah GPL (*GNU General Public License*) (Ardhianto, 2012).



**Gambar 2 . 4** Blender Logo

(Sumber Blender.org)

### 2.5.1. Fitur – Fitur Blender

Blender memiliki fitur sama kuat mengatur dalam lingkup dan kedalaman ke ujung lain tinggi 3D *software* seperti Softimage | XSI, Cinema 4D, 3ds Max dan Maya. Perangkat lunak ini berisi fitur yang merupakan ciri khas dari model perangkat lunak high-end. Ini adalah *Open Source* yang paling populer grafis 3D aplikasi yang tersedia, dan merupakan salah satu yang paling di *download* dengan lebih dari 200.000 download dari rilis masing-masing.

Fitur-fitur tersebut ialah:

- Model: Obyek 3D tipe, termasuk jerat poligon, permukaan NURBS, Bezier dan kurva B-spline; multiresolusi patung kemampuan; Modifier stack deformers; model Mesh; Python Scripting
- Rigging: Skeleton kode ciptaan; Skinning; lapisan Bone; B-splines interpolated tulang
- Animasi: animasi editor non-linear; Vertex framing kunci untuk morphing, animasi Karakter berpose editor; deformers animasi, pemutaran Audio; sistem kendala animasi
- Rendering: *raytracer inbuilt*; oversampling, blur gerak, efek pasca produksi, ladang, *non-square pixel*, lapisan Render dan melewati; Render baking ke peta UV, Efek termasuk halo, suar lensa, kabut, vektor motion-blur proses pasca- , dan proses pasca-defocus; Ekspor naskah untuk penyaji eksternal
- UV *unwrapping*: Laurent dan metode Berdasarkan Sudut unwrapping; unwrapping berdasarkan jahitan; *falloff* proporsional mengedit peta UV
- Shading: membaaur dan shader specular; Node editor; hamburan Bawah, shading Tangent; peta Refleksi
- Fisika dan Partikel: sistem Partikel dapat dilampirkan ke mesh objek; simulator Fluida; solver Realtime tubuh lembut\
- Imaging dan Komposisi: multilayer OpenEXR dukungan; filter node komposit, konverter, warna dan operator vektor; 8 mendukung prosesor; sequencer realtime dekat; Bentuk gelombang dan U / V

menyebarkan partikel Fisika dan Partikel: sistem Partikel dapat dilampirkan ke mesh objek; simulator Fluida; solver Realtime tubuh lembut

- Realtime 3D/Game Penciptaan: editor grafis logika; Bullet Fisika dukungan Perpustakaan; jenis *Shape: polyhedron Convex*, kotak, bola, kerucut, silinder, kapsul, majemuk, dan mesh segitiga statis dengan mode auto penonaktifan; tabrakan Diskrit; Dukungan untuk kendaraan dinamika; Mendukung semua modus pencahayaan OpenGL; Python scripting; Audio Fisika dan Partikel: sistem Partikel dapat dilampirkan ke mesh objek; simulator Fluida; solver Realtime tubuh lembut
- Lintas Platform dengan GUI OpenGL seragam pada semua Platform, siap untuk digunakan untuk semua versi windows (98, NT, 2000, XP), Linux, OS X, FreeBSD, Irix, SUN dan berbagai Sistem Operasi lainnya
- Kualitas tinggi arsitektur 3D yang memungkinkan penciptaan cepat dan efisien.

### 2.5.2. Kelebihan Blender

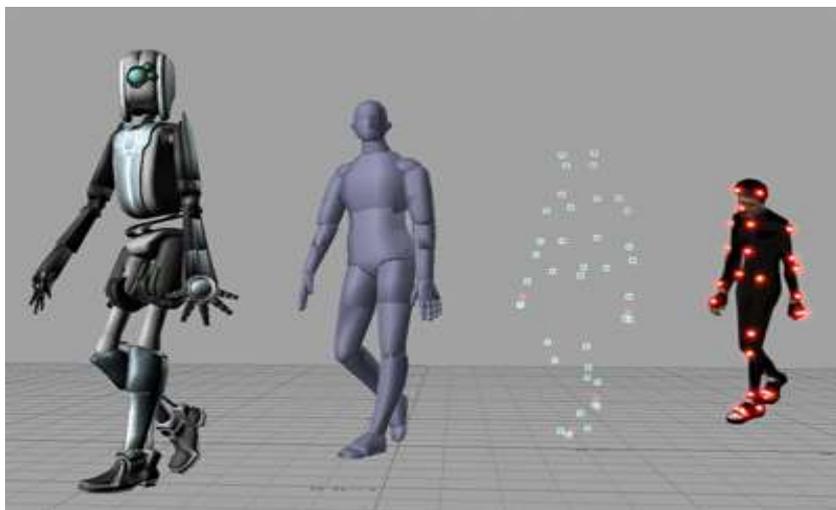
Blender adalah salah satu *software* open source yang digunakan untuk membuat konten multimedia khususnya 3Dimensi, ada kelemahan dan beberapa kelebihan yang dimiliki Blender dibandingkan *software* sejenis. Berikut kelebihannya:

- Open Source
- Multi Platform
- Update
- Free
- Lengkap

- Ringan
- Komunitas Terbuka

## 2.6. 3 Dimensi

3D atau 3 Dimensi adalah sebuah objek atau ruang yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi yang memiliki bentuk. Konsep tiga dimensi menunjukkan sebuah objek atau ruang yang memiliki tiga dimensi geometris terdiri dari; kedalaman, lebar, dan tinggi. Konsep tiga dimensi atau 3D menunjukkan sebuah objek atau ruang memiliki tiga dimensi geometris yang terdiri dari: kedalaman, lebar dan tinggi. Contoh tiga dimensi suatu objek / benda adalah bola, piramida atau benda spasial seperti kotak sepatu. Karakteristik 3D mengacu pada tiga dimensi spasial, bahwa 3D menunjukkan suatu titik koordinat Cartesian X, Y dan Z [sitasi gedung semarang].



**Gambar 2 . 5** 3D Computer Ghrapic  
(Sumber: Hipocrite)

### 2.6.1. Jenis-jenis media 3 dimensi

Media 3 dimensi mempunyai beberapa jenis antara lain:

## 1. Model Padat (Solid Model)

Yaitu memperlihatkan bagian permukaan luar dari pada objek dan sering kali membuang bagian-bagian yang membingungkan gagasan-gagasan utamanya dari bentuk, warna dan susunannya. Contoh model padat yaitu boneka, bendera, bola, anatomi manusia. Guna model padat untuk membantu dan melayani para siswa sebagai informasi berbagai pengetahuan agar siswa lebih paham dalam pelajaran.

Dalam model ini siswa dapat melakukan kegiatan membuat model yang sangat bermanfaat dalam mengembangkan konsep realisme bagi dirinya. Melalui kegiatan konstruksi, menciptakan dan membentuk objek tertentu mereka ditantang untuk memecahkan masalah-masalah pengajaran dalam berbagai bidang studi yang mereka pelajari. Melalui transformasi sederhana, menggunakan bahan-bahan murah para siswa menciptakan berbagai bentuk objek studi, sehingga hasil belajar lebih mendalam dan lebih mantap.

Kelebihan model padat

- Dapat memberikan pengalaman secara langsung
- Dapat dibuat dengan biaya murah
- Dapat mengembangkan konsep realisme

Kekurangan model padat

- Tidak dapat menjangkau sasaran dalam jumlah besar
- Anak tuna netra sulit mengaplikasikannya

## 2. Model penampang (*cuteway model*)

Yaitu memperlihatkan bagaimana sebuah objek itu tampak, apabila bagian permukaannya diangkat untuk mengetahui susunan bagian dalamnya. Model ini berguna untuk mata pelajaran biologi, karena berfungsi untuk mengganti objek sesungguhnya. Beberapa contoh model penampang adalah:

- Anatomi manusia dan hewan: mata, gigi, kepala, otak, tulang belulang, paru-paru, jantung, bagian ginjal.
- Kehidupan tumbuh-tumbuhan: daun, batang, tangkai, akar, biji, tunas, bunga, buah-buahan. Model penampang dibuat dengan beberapa alasan yang antara lain benda aslinya tertutup dan terlalu besar atau terlalu kecil, misalnya gunung berapi, sedang murid memerlukan penjelasan tentang struk-tur bagian dalamnya.

Fungsi dari model ini adalah menggantikan objek sesungguhnya. Selain itu model penampang bisa memperjelas objek yang sebenarnya, karena bisa diperbesar atau diperkecil. Yang perlu diperhatikan dalam membuat model penampang adalah, hanya bagian-bagian terpenting saja yang harus ditonjolkan, biasanya dibubuhi warna-warna yang kontras, sedangkan rincian yang tidak begitu penting dihilangkan.

Kelebihan dari model penampang

- Dapat memberikan pengalaman secara langsung.
- Hasil belajar lebih mendalam dan mantap.
- Dapat mempermudah pemahaman karena merupakan pengganti obyek yang sesungguhnya.
- Dapat dibuat dengan biaya yang relatif murah.
- Belajar dapat difokuskan pada bagian yang penting-penting saja.

Kekurangan dari model penampang

- Tidak dapat menjangkau sasaran dalam jumlah yang banyak.
- Penyimpanan memerlukan ruang dan perawatan.
- Anak tunanetra sulit membandingkannya.
- Jika membeli alat peraga membutuhkan biaya yang besar.

### 3. Model kerja (*working model*)

Yaitu tiruan dari objek yang memperlihatkan bagian luar dari objek asli. Gunanya untuk memperjelas dalam pemberian materi kepada siswa. Beberapa contoh model kerja adalah:

- Yaitu tiruan dari objek yang memperlihatkan bagian luar dari objek asli. Gunanya untuk memperjelas dalam pemberian materi kepada siswa. Beberapa contoh model kerja adalah:
- *Mock-ups*, yaitu penyederhanaan susunan bagian pokok dan suatu proses atau sistem yang lebih ruwet. Guru menggunakan mock-up untuk memperlihatkan bentuk berbagai objek nyata seperti kondensator-kondensator, lampu-lampu tabung, serta penguas suara, lambang-lambang yang berbeda dengan apa yang tertera di dalam diagram.
- Diorama, yaitu sebuah pemandangan 3 dimensi mini bertujuan menggambarkan pemandangan sebenarnya. Contoh: Diorama di bagian bawah Monas Jakarta.

Model kerja dirancang untuk menunjukkan kepada para siswa bagaimana mekanisme suatu objek itu berfungsi. Berbagai model yang baik seringkali mempergunakan pewarnaan yang kontras pada bagian-bagian terpenting seperti pada blok mesin, kabel, sikuit, atau berbagai komponen menunjukkan hubungan satu sama lain. model kerja sangat mendorong rasa keingintahuan siswa.

Kelebihan dari model kerja

- Memberikan pengalaman secara langsung.
- Dapat menunjukkan objek secara utuh baik cara kerjanya.
- Dapat memperlihatkan struktur organisasi secara jelas.
- Dapat menunjukkan alur suatu proses secara jelas.

Kekurangan dari model kerja

- Tidak dapat menjaangkau sasaran dalam jumlah besar.
- Penyimpanannya memerlukan ruang yang besar dan perawatan yang rumit.
- Untuk membuat alat peraga ini membutuhkan biaya yang besar.
- Anak tunanetra sulit untuk mengaplikasikannya secara sempurna.

#### **4. Model Susun**

Model susun terdiri dari beberapa bagian objek yang lengkap, atau sedikitnya suatu bagian penting dari objek itu. Contoh: anatomi manusia dan binatang, seperti: mata, telinga, jantung, tengkorak, otak. Model susunan dimaksudkan struktur bagian dalam dari suatu benda, disamping memperlihatkan bagian dalam obyek juga dapat dilepas atau dipreteli untuk dipelajari satu per satu sehingga memperjelas pengertian. Dan bila sudah selesai dapat diletakkan kembali pada posisinya semula. Model ini dapat berupa variasi dari model irisan. Untuk model terbuka sebaiknya siswa disuruh hati-hati waktu mempelajarinya. Karena disamping mahal harganya, juga agak mudah rusak dan apabila alat penyatelnya rusak dapat mengganggu penampilan model tersebut dan mungkin tidak dapat disusun seperti semula.

Kelebihan dari model susun

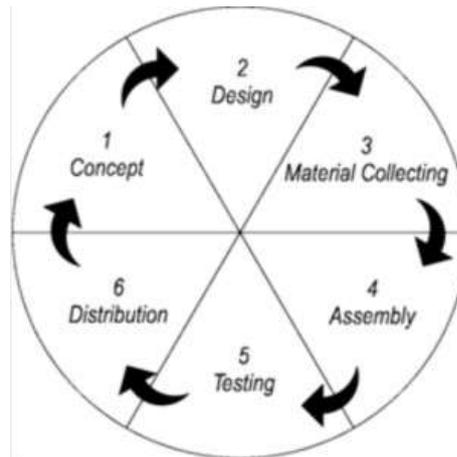
- Memberikan pengalaman secara langsung.
- Penyajian secara kongkrit dan menghindari verbalisme.
- Dapat menunjukkan objek secara utuh baik konstruksi maupun cara kerjanya.
- Dapat memperlihatkan struktur organisasi secara jelas.
- Dapat menunjukkan alur suatu proses secara jelas.

Kekurangan dari model susun

- Tidak bisa menjangkau sasaran dalam jumlah besar.
- Anak tuna netra sulit untuk membandingkannya.
- Penyimpanannya memerlukan ruang yang besar dan perawatan yang rumit.

## **2.7. *Multimedia Development Life Cycle***

*Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang bersumber dari Luther dan sudah dimodifikasi oleh Sutopo. Metodologi pengembangan multimedia tersebut terdiri dari enam tahap, yaitu konsep (concept), desain (design), pengumpulan materi (material collecting), pembuatan (assembly), pengujian (testing), dan distribusi (distribution). Keenam tahap ini tidak harus berurutan dalam prakteknya, tahap-tahap tersebut dapat saling bertukar posisi. Metodologi pengembangan multimedia Luther yang telah dimodifikasi oleh Sutopo ini dapat dilihat pada gambar 2.1 [sitasi budayaku indonesiaku].



**Gambar 2 . 6** Tahap MDLC

(Sumber: Sutopo A.H 2012)

### 2.8.1 Tahap-Tahap Multimedia Development Life Cycle

- *Concept* (Konsep). Merumuskan dasar-dasar dari proyek multimedia yang akan dibuat dan dikembangkan. Terutama pada tujuan dan jenis proyek yang akan dibuat.
- *Design* (Desain / Rancangan). Tahap dimana pembuat atau pengembang proyek multimedia menjabarkan secara rinci apa yang akan dilakukan dan bagaimana proyek multimedia tersebut akan dibuat. Pembuatan naskah ataupun navigasi serta proses desain lain harus secara lengkap dilakukan. Pada tahap ini akan harus mengetahui bagaimana hasil akhir dari proyek yang akan dikerjakan.
- *Obtaining Content Material* (Pengumpulan Materi). Merupakan proses untuk pengumpulan segala sesuatu yang dibutuhkan dalam proyek. Mengenai materi yang akan disampaikan, kemudian file-file multimedia seperti audio dan gambar yang akan dimasukkan dalam penyajian proyek multimedia tersebut.
- *Assembly* (Penyusunan dan Pembuatan). Waktunya proyek multimedia diproduksi. Materi-materi sefta file-file multimedia yang sudah didapat kemudian

dirangkai dan disusun sesuai desain. Pada proses ini sangat dibutuhkan kemampuan dari ahli agar mendapatkan hasil yang baik.

- *Testing* (Uji Coba). Setelah hasil dari proyek multimedia jadi, perlu dilakukan uji coba. Uji coba dilakukan dengan menerapkan hasil dari proyek multimedia tersebut pada pembelajaran secara minor. Hal ini dimaksudkan agar apa yang telah dibuat sebelumnya memang tepat sebelum dapat diterapkan dalam pembelajaran secara massal.
- *Distribution* (Menyebarkan Luaskan). Tahap pengandaan dan penyebaran hasil kepada pengguna. Multimedia perlu dikemas dengan baik sesuai dengan media penyebar luasannya, apakah melalui CD/DVD, download, ataupun media yang lain.

## **2.8. Unified modelling language**

Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah “bahasa” yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem. Dengan menggunakan UML dapat dibuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi karena UML juga menggunakan *class* dan *operation* dalam konsep dasarnya, maka lebih cocok untuk penulisan piranti lunak [sitasi uml].

### **2.8.1 Fungsi UML Adalah**

- Dapat memberikan bahasa permodelan visual kepada pengguna dari berbagai macam pemrograman maupun proses rekayasa.

- Dapat menyatukan praktek-praktek terbaik yang ada dalam permodelan.
- Dapat memberikan model yang siap untuk digunakan, merupakan bahasa permodelan visual yang ekspresif untuk mengembangkan sistem dan untuk saling menukar model secara mudah.
- Dapat berguna sebagai *blue print*, sebab sangat lengkap dan detail dalam perancangannya yang nantinya akan diketahui informasi yang detail mengenai koding suatu program.
- Dapat memodelkan sistem yang berkonsep berorientasi objek, jadi tidak hanya digunakan untuk memodelkan perangkat lunak (*software*) saja.
- Dapat menciptakan suatu bahasa permodelan yang nantinya dapat dipergunakan oleh manusia maupun oleh mesin.

Dalam UML terdapat beberapa jenis diagram seperti *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, *Class Diagram*, *State Machine Diagram*, *Communication Diagram*, *Deployment Diagram*, *Component Diagram*, *Object Diagram*, *Composite Structure Diagram*, *Interaction Overview Diagram*, *Package Diagram*, *Diagram Timing*.

## **2.9. ISO 25010**

ISO 25010 (Iqbal dan Babar, 2016) merupakan model kualitas sistem dan perangkat lunak tentang software engineering. Product quality ini juga digunakan untuk tiga model kualitas yang berbeda untuk produk - perangkat lunak antara lain:

1. Kualitas dalam model penggunaan.
2. Model kualitas produk.
3. Data model kualitas.

Model kualitas produk terdiri dari delapan karakteristik yang berhubungan dengan sifat statis perangkat lunak dan sifat dinamis dari sistem komputer. Model 20 ini berlaku untuk sistem komputer dan produk perangkat lunak. Karakteristik yang didefinisikan oleh kedua model tersebut relevan untuk semua produk perangkat lunak dan sistem komputer. Karakteristik dan subkarakteristik memberikan terminologi yang konsisten untuk menentukan, mengukur dan mengevaluasi kualitas sistem dan perangkat lunak. Mereka juga menyediakan seperangkat karakteristik kualitas yang sesuai dengan persyaratan kualitas yang dapat dibandingkan untuk kelengkapan.

Menurut (Gunawan dan Triantoro<sup>2</sup>, 2017) Karakteristik Kualitas ISO 25010 adalah sebagai berikut:

1. Functional Suitability

Sejauh mana perangkat lunak mampu menyediakan fungsi yang memenuhi kebutuhan yang dapat digunakan dalam kondisi tertentu. Karakteristik ini dibagi menjadi beberapa karakteristik yaitu:

- a. Functional correctness, sejauh mana produk atau sistem menyediakan hasil yang benar sesuai kebutuhan.
- b. Functional appropriateness, sejauh mana fungsi yang disediakan mampu memfasilitasi penyelesaian tugas dan tujuan tertentu.

2. Compatibility

Sejauh mana sebuah produk, sistem atau komponen dapat bertukar informasi dengan produk, sistem atau komponen dan menjalankan fungsi lain yang diperlukan secara bersamaan ketika berbagi perangkat keras dan environment perangkat lunak yang sama. Karakteristik ini dibagi menjadi 2 karakteristik yaitu.

- a. *Co-existence*, sejauh mana produk atau sistem dapat menjalankan fungsi yang dibutuhkan secara efisien sementara berbagi sumber daya dengan produk atau sistem yang lain tanpa merugikan produk atau sistem tersebut.
- b. *Interoperability*, sejauh mana dua atau lebih produk, sistem atau komponen dapat bertukar informasi dan menggunakan informasi tersebut.

### 3. *Usability*

Sejauh mana sebuah produk atau sistem dapat digunakan oleh user tertentu untuk mencapai tujuan dengan efektif, efisiensi, dan kepuasan tertentu dalam konteks penggunaan. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa karakteristik yaitu.

- a. *Appropriateness recognizability*, sejauh mana pengguna dapat mengetahui apakah sistem atau produk sesuai kebutuhan mereka.
- b. *Learnability*, sejauh mana produk atau sistem dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu yang belajar menggunakan sistem atau produk dengan efisien, efektif, kebebasan dari resiko dan kepuasan dalam konteks tertentu.
- c. *Operability*, sejauh mana produk atau sistem mudah dioperasikan dan dikontrol.
- d. *User error protection*, sejauh mana produk atau sistem melindungi pengguna terhadap membuat kesalahan.
- e. *User interface aesthetics*, sejauh mana antarmuka pengguna dari produk atau sistem memungkinkan interaksi yang menyenangkan dan memuaskan pengguna.
- f. *Accessibility*, sejauh mana produk atau sistem dapat digunakan oleh semua kalangan untuk mencapai tujuan tertentu sesuai konteks penggunaan.

#### 4. *Reliability*

Sejauh mana sebuah sistem, produk atau komponen dapat menjalankan fungsi tertentu dalam kondisi tertentu selama jangka waktu yang ditentukan. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa subkarakteristik yaitu:

- a. *Maturity*, sejauh mana produk atau sistem mampu memenuhi kebutuhan secara handal di bawah keadaan normal.
- b. *Availability*, sejauh mana produk atau sistem siap beroperasi dan dapat diakses saat perlu digunakan.
- c. *Fault tolerance*, sejauh mana produk atau sistem tetap berjalan sebagaimana yang dimaksud meskipun terjadi kesalahan pada perangkat keras atau perangkat lunak.
- d. *Recoverability*, sejauh mana produk atau sistem mampu dapat memulihkan data yang terkena dampak secara langsung dan menata ulang kondisi sistem seperti yang diinginkan ketika terjadi gangguan.

5. *Security* Sejauh mana sebuah produk atau sistem melindungi informasi dan data sehingga seseorang atau sistem lain dapat mengakses data sesuai dengan jenis dan level otorisasi yang dimiliki. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa karakteristik yaitu:

- a. *Confidentiality*, sejauh mana produk atau perangkat lunak memastikan data hanya bisa diakses oleh mereka yang berwenang untuk memiliki akses.
- b. *Integrity*, sejauh mana produk atau perangkat lunak mampu mencegah akses yang tidak sah untuk memodifikasi data.

- c. *Non-repudiation*, sejauh mana peristiwa atau tindakan dapat dibuktikan telah terjadi, sehingga tidak ada penolakan terhadap peristiwa atau tindakan tersebut.
- d. *Accountability*, sejauh mana tindakan dari suatu entitas dapat ditelusuri secara unik untuk entitas.
- e. *Authenticity*, sejauh mana identitas subjek atau sumber daya dapat terbukti menjadi salah satu yang diklaim.

#### 6. *Portability*

Sejauh mana keefektifan dan efisiensi sebuah sistem, produk atau komponen dapat dipindahkan dari satu perangkat keras, perangkat lunak atau digunakan pada lingkungan yang berbeda. Karakteristik ini dibagi menjadi beberapa karakteristik yaitu:

- a. *Adaptability*, sejauh mana produk atau sistem dapat secara efektif dan efisien disesuaikan pada perangkat lunak, perangkat keras dan lingkungan yang berbeda.
- b. *Installability*, sejauh mana produk atau sistem dapat berhasil dipasang atau dihapus dalam lingkungan tertentu.
- c. *Replaceability*, sejauh mana produk atau sistem dapat menggantikan produk atau sistem lain yang ditentukan untuk tujuan yang sama pada lingkungan yang sama.

#### 7. *Performance Efficiency*

Kinerja relatif terhadap sumber daya yang digunakan dalam kondisi tertentu.

Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa subkarakteristik yaitu:

- a. *Time behaviour*, sejauh mana respon dan pengolahan waktu produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan ketika menjalankan fungsi.
- b. *Resource utilization*, sejauh mana jumlah dan jenis sumber daya yang digunakan oleh produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan ketika menjalankan fungsi.
- c. *Capacity*, sejauh mana batas maksimum parameter produk atau sistem dapat memenuhi persyaratan.

#### 8. *Maintainability*

Sejauh mana keefektifan dan efisiensi dari sebuah produk atau sistem dapat dirawat. Karakteristik ini terbagi menjadi beberapa subkarakteristik yaitu:

- a. *Modularity*, sejauh mana sistem terdiri dari komponen terpisah sehingga perubahan atau modifikasi pada salah satu komponen tersebut memiliki dampak yang kecil terhadap komponen yang lain.
- b. *Reusability*, sejauh mana aset dapat digunakan lebih oleh satu sistem atau digunakan untuk membangun aset lain.
- c. *Analyzability*, tingkat efektivitas dan efisiensi untuk mengkaji dampak perubahan pada satu atau lebih bagian-bagian produk atau sistem, untuk mendiagnosis kekurangan atau penyebab kegagalan produk, untuk mengidentifikasi bagian yang akan diubah.
- d. *Modifiability*, sejauh mana produk atau sistem dapat dimodifikasi secara efektif dan efisien tanpa menurunkan kualitas produk yang ada.
- e. *Testability*, tingkat efektivitas dan efisiensi untuk membentuk kriteria uji dari produk, sistem atau komponen dan uji dapat dilakukan untuk menentukan apakah kriteria tersebut telah terpenuhi.