BAB 2
LANDASAN TEORI

2.1 Augmented Reality

Augmented reality dapat diartikan sebagai penggabungan antara dunia nyata dan virtual yang maksudnya adalah menambahkan objek virtual yang dibuat oleh komputer terhadap gambar lingkungan yang ada di dunia nyata dengan cara mendeteksi lingkungan atau objek yang dimaksud. Menurut Ronald T Azuma *augmented reality* memiliki tiga karakteristik yaitu [1]:

1. Menggabungkan antara dunia nyata dan virtual
2. Interaktif pada waktu nyata
3. Tergolong dalam lingkungan 3-D

Augmented reality dapat diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan ada tidaknya pengguaan marker yaitu :

1. Marker *Augmented Reality*

   Sebuah metode yang memanfaatkan marker yang biasanya berupa ilustrasi hitam dan putih berbentuk persegi atau lainnya dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Melalui posisi yang dihadapkan pada sebuah kamera komputer atau smartphone, maka komputer atau smartphone akan melakukan proses menciptakan dunia virtual 2D atau 3D. Marker Based Tracking ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan Augmented Reality.

2. Markerless *Augmented Reality*

   Salah satu metode Augmented Reality yang saat ini sedang berkembang adalah metode Markerless Augmented Reality. Dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan objek 3D atau yang lainnya. Sekalipun dinamakan dengan markerless namun aplikasi tetap berjalan dengan melakukan pemindaian terhadap objek, namun ruang lingkup yang dipindai lebih luas dibanding dengan Marker Based Tracking. Seperti yang saat ini dikembangkan oleh perusahaan Augmented Reality

terbesar di dunia Total Immersion.Adapun beberapa teknik yang digunakan dalam Markerless Augmented Reality adalah sebagai berikut :

a. Face *Tracking*

Dengan menggunakan algoritma yang banyak dikembangkan, komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan benda-benda lainnya.

b. 3D Object *Tracking*

Berbeda dengan Face Tracking yang hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik 3D Object Tracking dapat mengenali semua bentuk benda yang ada di sekitar, seperti mobil, meja, televisi, dan lain-lain.

c. *Motion Tracking*

Pada teknik ini komputer dapat menangkap gerakan, Motion Tracking telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba menyimulasikan gerakan. Contohnya pada film Avatar, dimana James Cameron menggunakan teknik ini untuk membuat film tersebut dan menggunakannya secara real-time. [2]

2.1.1 Sejarah Augmented Reality

Sejarah tentang *augmented reality* (AR) dimulai dari tahun 1957-1962, ketika seorang penemu yang bernama Mortoh Heilig, seorang sinematografer, menciptakan dan mempatenkan sebuah simulator yang disebut Sensorama dengan visual, getaran dan bau. Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemuan *head mounted display* yang dia klaim adalah, jendela ke dunia virtual. Tahun 1975 seorang ilmuan bernama Myron Krueger menemukan *videoplace* yang memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Thaun 1089, Jraon Lanier, memperkenalkan *virtual reality* dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya. Tahun 1992 mengembangkan AR untuk melakukan perbaikan pada pesawat boeing, dan pada tahun yang sama, LB Rsenberg mengembangkan salah satu fungsi sistem AR, yang disebut *Virtual Fixtures,* yang digunakan di angkatan udara AS Armstrong Labs, dan menunjukan manfaatnya pada manusia, dan pada tahun 1992 juga,

Steven Feiner, Blair Maclntyre dan doree Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya major paper untuk perkembangan prototype AR. Pad atahun 1999, Hirakazu Kato, mengembangkan Unity di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH, pada tahun 2000, Bruce. H Thomas, mengembangkan ARQuake, sebuah mbile games AR yang ditunjukan di international symposium on wereable computer. Pada tahun 2008, Witiude AR travel Guide , memperkanalkan Android G1 telephone yang berteknologi AR, tahun 2009, Saqoosha memperkenalkan FLUnity yang merupakan perkembangan dari Unity. FLUnity memungkinkan kita memasang teknologi AR di sebuah website, karena output yang dihasilkan FLUnity berbentuk Flash. Ditahun yang sama, Wikitude Drive meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR di platform android. Tahun 2010, Acrossair menggunakan teknologi AR pada I-Phone 3GS [3].

2.1.2 *Marker*

Marker atau *fiducial marker* merupakan bentuk marker yang sering digunakan dalam teknologi *augmented reality. Marker* biasanya berbentuk kotak hitam putih dan didalamnya terdapat gambar seusiai yang telah didefinisikan. Fungsi dari *marker* ini adalah sebagai *trigger* atau pemicu dari aplikai *augmented reality* untuk memunculkan objek virtualnya. Contoh dari *fiducial marker* dapat dilihat pada gambar 2.1. [1]



Gambar 2.1 Fiducial marker

2.1.3 *Markerless*

Markerless sangat berbeda dengan *fiduciary marker* .Menurut Madden markerless adalah AR yang digunakan untuk melacak objek yang ada di dunia nyata tanpa marker yang spesial. Untuk melakukan pelacakan obyek, sistem AR markerless,bergantung pada natural feature-tracking. AR markerless melakukan pelacakan dengan obyek yang sudah ada sebelumnya yang kemudian dijadikan image target atau gambar yang akan dideteksi untuk menampilkan obyek virtual. Beberapa contoh teknologi *markerless* pada *augmented reality* adalah penggunaan *face tracking,* 3D *object tracking* , dan *hand tracking*.

2.1.4 Penerapan Augmented Reality

Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi AR adalah [1] :

1. Hiburan (entertainment) : Dunia hiburan membutuhkan AR sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, ketika sesorang wartawan cuaca memperkirakan ramalan cuaca, dia berdiri di depan layar hijau atau biru, kemudian dengan teknologi AR, layar hijau atau biru tersebut berubah menjadi gambar animasi tentang cuaca tersebut, sehingga seolah- olah wartawan tersebut, masuk ke dalam animasi tersebut.
2. Latihan Militer (Military Training) : Militer telah menerapkan AR pada latihan tempur mereka. Sebagai contoh, militer menggunakan AR untuk membuat sebuah permainan perang, dimana prajurit akan masuk kedalam dunia game tersebut, dan seolah-olah seperti melakukan perang sesungguhnya.
3. Engineering Design : Seorang engineering design membutuhkan AR untuk menampilkan hasil design mereka secara nyata terhadap klien. Dengan AR klien akan tahu, tentang spesifikasi yang lebih detail tentang desain mereka.
4. Kedokteran (*medical*) : Salah satu bidang yang paling penting bagi sistem augmented reality. Contoh penggunaannya adalah pada pemeriksaan sebelum operasi, seperti CT Scan atau MRI, yang memberikan gambaran kepada ahli bedah mengenai anatomi internal pasien. Dari gambar-gambar

ini kemudian pembedahan direncanakan. Augmented reality dapat diaplikasikan sehingga tim bedah dapat melihat data CT Scan atau MRI pada pasien saat pembedahan berlangsung. Penggunaan lain adalah untuk pencitraan ultrasonik, dimana teknisi ultrasonik dapat mengamati pencitraan fetus yang terletak di abdomen wanita hamil.

5. Manufaktur dan Reparasi : Bidang lain dimana AR dapat diaplikasikan adalah pemasangan, pemeliharaan, dan reparasi mesin-mesin berstruktur kompleks, seperti mesin mobil. Instruksi-instruksi yang dibutuhkan dapat dimengerti dengan lebih mudah dengan AR, yaitu dengan menampilkan gambar-gambar 3D di atas peralatan yang nyata. Gambar-gambar inimenampilkan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikannya dan cara melakukannya. Selain itu, gambar-gambar 3D ini juga dapat dianimasikan sehingga instruksi yang diberikan menjadi semakin jelas. Beberapa peneliti dan perusahaan telah membuat beberapa prototipe di bidang ini.Perusahaan pesawat terbang Boeing sedang mengembangkan teknologi AR untuk membantu teknisi dalam membuat kerangka kawat yang membentuk sebagian dari sistem elektronik pesawat terbang.Kini, untuk membantu pembuatannya teknisi masih menggunakan papan-papan besar yang perlu disimpan di beberapa gudang penyimpanan yang terpisah.Menyimpan instruksi-instruksi pembuatan kerangka kawat ini dalam bentuk elektronik dapat menghemat tempat dan biaya secara signifikan.
6. Navigasi Telepon Genggam : Dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini, telah banyak integrasi AR yang dimanfaatkan pada telepon genggam. Saat ini ada 3 Sistem Operasi telepon genggam besar yang secara langsung memberikan dukungan terhadap teknologi AR melalui tampilan pemrograman aplikasinya masing-masing. Untuk dapat menggunakan kamera sebagai sumber aliran data visual, maka Sistem Operasi tersebut mesti mendukung penggunaan kamera dalam modus preview. AR adalah s ebuah presentasi dasar dari aplikasi-aplikasi navigasi.Dengan

menggunakan GPS maka aplikasi pada telepon genggam dapat mengetahui keberadaan penggunanya pada setiap waktu.

7. Otomotif : Penggunaan dalam dunia otomotif sendiri saat ini adalah adanya tampilan 3D sebagai petunjuk jalan (seperti fungsi GPS). Dengan adanya tampilan 3D tersebut, sang pengemudi dapat mengetahui jarak dan rintangan yang ada disekitarnya dengan lebih akurat.
8. Pendidikan : Dunia pendidikan biasanya berkutat dengan buku-buku yang penuh dengan tulisan-tulisan. Penggunaan augmented reality dalam menampilkan pelajaran dapat mempermudah para siswa dalam mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pelajaran tersebut. Untuk contoh, pada pelajaran Sejarah, siswa dapat mengetahui bagaimana terjadinya peristiwa-peristiwa penting di masa lampau.
9. Iklan : Dalam dunia periklanan, hal yang paling dibutuhkan adalah sesuatu yang menarik, baru, dan berbeda daripada iklan produk yang lain. Dengan menggunakan teknologi *augmented reality*, maka konsumen akan tertarik dengan produk yang ditawarkan. Selain itu, memanfaatkan teknologi ini pun produk yang ditawarkan bisa dilihat konsumen secara nyata karena ditampilkan dalam bentuk 3D.
10. Commercial : Secara komersial, *augmented reality* telah digunakan sebagai cara untuk menyajikan secara visual isi dari sebuah tender atau proposal bisnis. Sektor konstruksi menggunakan *augmented reality* untuk meninjau gambar arsitektur dalam lingkungan dunia nyata.
11. Website & Digital Marketing : Dengan waktu berlama-lama rata-rata tujuh menit, keuntungan menggunakan *augmented reality* pada sebuah situs web sudah jelas. Konversi sales, download, bahkan total kunjungan halaman web meningkat selama waktu berlama-lama meningkat. Mampu secara fisik menunjukkan produk atau layanan anda dengan mudah melaluiinternet secara langsung akan meningkatkan penjualan.

2.2 *Hand Tracking*

Hand Tracking merupakan teknik pada bidang visi komputer dimana teknik ini akan mendeteksi keberadaan tangan dan mengikuti pergerakannya.

Biasanya *hand tracking* diterapkan untuk menambah pengalaman user untuk berinteraksi dengan komputer contohnya adalah penggunaan metode *hand tracking* untuk control mouse. Dalam perkembangan penelitian tentang *hand tracking* ada beberapa cara untuk melakukan *hand tracking* pada komputer diantaranya adalah :

1. Hand Tracking dengan Sarung Tangan

   Teknik metode *hand tracking* ini memanfaatkan penggunaan sarung tangan dalam mendeteksi keberadaan tangan. User akan menggunakan sarung tangan yang telah ditentukan warnanya misalnya warna hijau yang kemudian komputer akan mendeteksi keberadaan dari tangan lewat sarung tangan berwarna tersebut dengan mencari keberadaan warna yang telah ditentukan.

2. Hand Tracking tanpa Sarung Tangan

   Pada teknik ini user tidak perlu menggunakan sarung tangan dalam proses pendeteksian tangannya. Pada umumnya teknik *hand tracking* tanpa sarung tangan ini memanfaatkan rata-rata warna kulit untuk mendeteksi tangan. Komputer akan mencari warna kulit yang telah didefinisikan sebelumnya untuk mencari keberadaan tangan. Kelemahan dari proses ini adalah warna kulit bias berbeda-beda sehingga memungkinkan tangan tidak terdeteksi jika warna kulit berbeda jauh dengan warna yang telah didefinisikan.

3. Hand Tracking dengan *Depth Sensor Camera*

   Depth sendor camera merupakan sebuah perangkat berupa kamera yang dapat menangkap gambar beserta kedalamannya. Contoh dari sensor ini adalah *kinect.* Dengan menggunakan *Depth Sensor Camera* proses *hand tracking* dapat lebih mudah karena sensor ini telah membedakan kedaman dari citra yang ditangkap. Kelemahan dari teknik ini adalah harga dari sensor kedalaman cukup mahal dibandingkan dengan kamera biasa.

2.3 Computer Vision

Pencocokan, Pendeskripsian, dan rekognisi : Mencocokan gambar anara satu gambar dengan yang lain. Membagi gambar menjadi beberapa bagian, dan membandingkan hasil deskripsi terhadap model yang telah terdefinisi.

Computer Vision adalah transformasi atau perubahan dari data-data yang dapat berupa gambar diam ataupun video kamera menjadi bentuk lain atau suatu representasi baru dan membantu dalam pengambilan keputusan[2]. Semua bentuk transformasi yang dilakukan di arsipkan atau disimpan untuk tujuan tertentu. Input data dapat berasal dari informasi yang berhubungan dengan objek. Pada representasinya baru dimungkinkan berarti merubah warna dari suatu citra menjadi citra yang grayscale atau menghilangkan pergerakan kamera dari suatu citra berurutan.

Manusia seperti halnya mahluk visual yang mudah sekali tertipu dan berfikir jika tugas computer vision itu mudah. Seperti halnya otak manusia membagi sinyal dalam banyak saluran/channel dimana mengalirkan informasi yang berbeda-beda kedalam otak. Otak manusia memiliki attention system mengidetifikasi dengan jalannya sendiri. Setelah diproses akan menghasilkan informasi balik dan akhirnya berhasil mengartikan visual yang dihasilkan oleh input dari otot kontrol sensor dan indra lainnya yang memperbolehkan otak untuk mengasosiasikan secara bersilang segala informasi yang didapat. Proses ini berulang dengan perangkat keras sensor berupa mata yang memiliki mekanisme pengontrol cahya (lightning) melalui iris dan melakukan setting terhadap penerimaan permukaan oleh retina.

Dalam sistem machine vision, suatu komputer menerima kumpulan angka dari kamera atau tempat penyimpanan disk, dan itulah yang komputer lihat terhadap suatu citra. Dalam kumpulan angka yang dilihat komputer terdapat noisy yang besar sehingga memperkecil informasi yang didapat. Sehingga sebelum mengolah image atau citra perlunya dibuat pengolahan noisy ini agar mendapatkan persespsi yang baik dari kumpulan angka yang memiliki noisy tersebut.

2.3.1 Backround Subtraction

Background Subtraction merupakan operasi yang sangat fundamental dalam *image processing*. Biasanya dilakukan pembelajaran terhadap suatu background (biasanya dilakukan pada suatu model background. Suatu background model akan di compare atau di bandingkan terhadap citra yang dimiliki, sehingga dapat membedakan mana background dan mana *foreground*.

Background Subtraction menggunakan dua model dengan tingkat warna atau yang biasa dipakai adalah brightness tinggi dan rendah. Dua model yang memiliki nilai warna tinggi yang biasa disebut dengan model maximum dan yang rendah disebut dengan model minimum. Model maksimum dan minimum digunakan untuk mengeliminasi background, dengan membandingkan setiap nilai pixel yang ada dan menggantinya dengan 0 dan 1 sehingga menghasilkan citra 1 channel dengan citra yang mirip dengan hasil threshold. Jika pixel pada suatu citra berada di antara range maximum dan minimum makan akan diganti dengan nilai 1 sedangkan jika tidak akan diberikan nilai 0.

Namun ada dua cara yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan nilai range warna ataupun dengan menggunakan citra background yang normal (hanya ada background yang nanti dipakai dalam citra). Dengan menggunakan citra background biasanya dengan membandingkan citra background maximum dan minimum (biasanya menggunakan brightness) dan melakukan normalisasi citra sehingga dapat dilakukan pembandingan dengan citra yang ingin dicari objeknya atau citra yang ingin dikenakan segmentasi.

Sedangkan dengan menggunakan warna biasanya menggunakan warna maximum atau minimum dengan format YCrCb ataupun HSV. Penggunaan warna YCrCb atau HSV bertujuan agar lebih mudah dalam membandingkan warna, dengan menggunakan warna 1 channel. Seperti HSV, H pada warna HSV merupakan Hue yang terdiri dari satu nilai dari warna RGB, sehingga memudahkan dalam mendeteksi range warna.

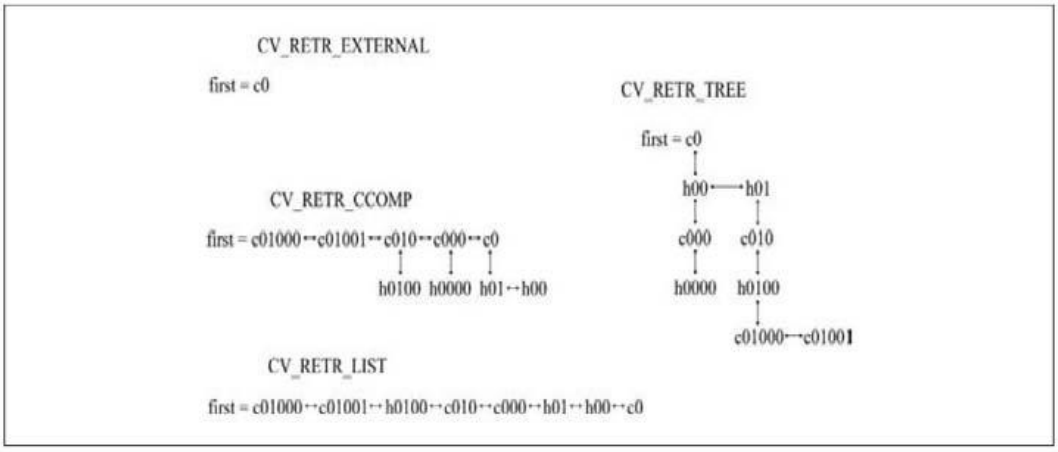
2.3.2 Kontur

Kontur adalah suatu kumpulan poinatau titik yang didapatkan dari suatu komputasi atau perhitungan yang mewakili bentuk dari suatu batas objek pada

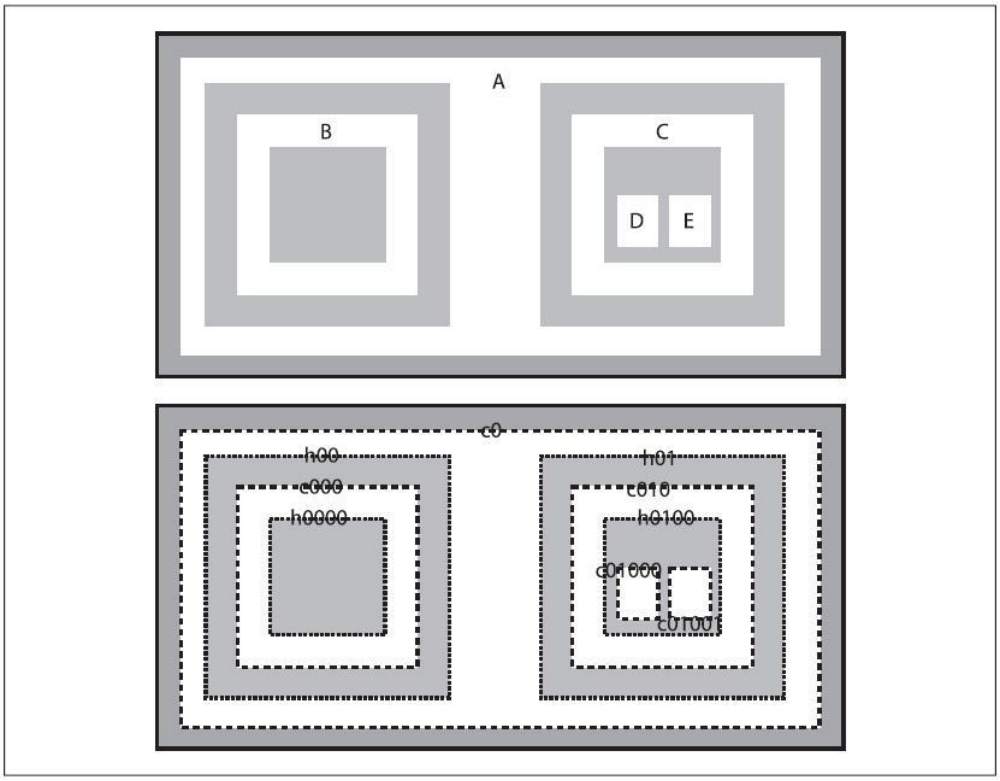
suatu citrayang nantinya dihubungkan dengan garis dari setiap titik atau point yang telah didapat, sehingga menghasilkan kontur dari objek tersebut. Kontur biasa dipakai untuk melihat garis-garis batas dari suatu objek, mirip dengan tepi (*edge*) hanya saja kontur lebih detil, tegas dan jelas. Misalkan melakukan pencarian kontur terhadap suatu citra untuk melihat apakan ada kontur yang berbentuk seperti sebuah mobil dala suatu citra. Kontur didalam *EmguCV* membutuhkan suatu tempat memory khusus untuk menampung sequence yang berisikan titik atau point-point yang ditemukan. Maka di dalam *EmguCv* dibuat suatu struktur data yang merupakan linkedlist yang sequential tersendiri untuk menampung titik-titik kontur tersebut yang disebut dengan sequence atau disingkat cvSeq (*computer vision Sequential*).

Dalam pembuatan kontur diperlukan rutin untuk melakukan proses pencarian kontur. Citra yang dipakai adalah citra hasil konversi menjadi *grayscale* dan dikenakan *threshold* sehingga menghasilkan citra *bi-level*. Dalam gambar 2.2 dapat terlihat dari ilustrai pencarian kontur. Terdapat image/citra/gambar yang memiliki daerah putih dan abu-abu (dengan tingkat ketebalan yang berbeda) dan merupakan background, daerah putih diberi label *A* sampai *E* dengan background 26 gelap. Di bagian gambar paling bawah terdapat hasil dari rutin pencarian kontur dan diberi label *cX* dan *hX* (*X* merupakan nilai biner iterator). Untuk label *cX* merupakan kontur dari setiap objek yang ada pada gambar sedangkan label *hX* merupakan hole atau lubang yang nantinya merupakan bagian yang dilingkari oleh kontur, yang didalam gambar kontur di perlihatkan sebagai garis yang putus-putus.

Dalam pencarian kontur ada 4 metode yang dapat digunakan dalam pengambilan konturpada suatu citra yaitu *Retrieval External,Retrieval Components, Retriecal List dan Retrieval Tree.*



Gambar 2.2 Bentuk Tipe Kontur



Gambar 2.3 Contoh Pencarian Kontur

2.3.3 Convexity dan Convexity Defects

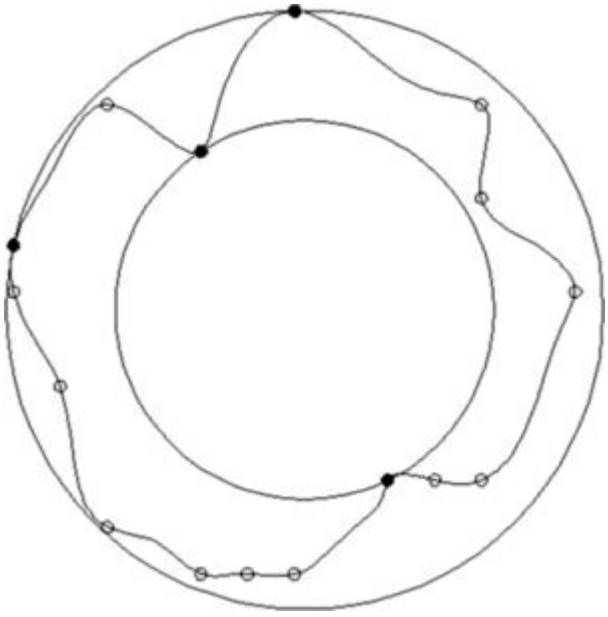
Dalam menggambar *shape* atau suatu bentuk dalam suatu kontur yang sudah ditemukan dapat menggunakan metode *Convexity* and *Convexity defects*. Metode ini memberikan pemahaman pada komputer mengenai bentuk dari kontur

yang ditemukan dengan memanfaatkan ketidak tepatan penggambaran shape yang mengelilingi objek, metode ini bukan hanya dapat mendapatkan karakteristik dari tangan tapi juga posisi tangan.

Convexity Defect berfungsi sebagai suatu metode untuk mendapatkan kontur yang berkarakter kuat dan pasti pada suatu objek misalkan tangan. sedangkan *convex hull* biasa dipakai untuk mendapatkan kontur besar yang mengelilingi suatu objek.

2.3.4 *Maximum Inscribed* dan *Minimum Enclosing Circle*

Maximum Incribed Circle dapat didefinisikan sebagai lingkaran terbesar yang dapat dibentuk dalam suatu bangun datar sedangkan *Minimum Enclosing Circle* dapat didefinisikan sebagai lingkaran terkecil yang mengelilingi bangun datar. Nilai *Maximum Inscribed Circle* dapat dicari dengan mencari jarak maksimum dari setiap titik didalam bangun datar terhadap kelilingnya dan jarak terpanjang dari setiap titik tersebut merupakan nilai radius dari maximum inscribed circlenya, Sedangkan nilai *minimum enclosing circle* dapat dicari dengan mencari nilai terjauh dari titik tengah bangun tersebut dan nilai tersebut merupakan radius dari *minimum enclosing circle.* Contoh *maximum inscribed* dan *minimum enclosing circle* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Maximum Inscribed* dan *Minimum Enclosing Circle*

2.4 Citra Digital

Citra digital merupakan suatu fungsi intensitas cahaya *f(x,y)*, dimana harga *x* dan *y* merupakan koordinat spasial dan harga fungsi tersebut pada setiap titik *(x,y)* merupakan tingkat kecemerlangan citra pada titik tersebut.

Citra digital yang tingginya N, lebarnya M, dan memiliki L derajak keabuan dapat diangkap sebagai fungsi :

$$f(x,y)\begin{cases}0 \le x \le M \\ 0 \le y \le N \\ 0 \le f \le L\end{cases} \quad (1)$$

Citra ditital yang berukuran N x M lazim dinyatakan dengan matriks berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Masing-masing element pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut image elemtn atau piksel. Jadi, citra yang berukuran N x M mempunyai N.M buah piksel.

Proses digitalisai koordinat *(x,y)* dikenal sebagai pencuplikan citra (*image sampling*), sedangkat proses digitalisasi derajat keabuan *f(x,y)* disebut kuantisasi derajat keabuan (*gray-level quantization*).

Berdasarkan format penyimpanan nilai warnanya, citra terdiri atas empat jenis, yaitu :

1. Citra biner atau monokrom

   Pada citra jenis ini, setiap titik atau piksel hanya bernilai 0 atau 1. Dimana setiap titik membutuhkan media penyimpanan sebesar 1 bit.

2. Citra skala keabuan

   Citra skala keabuan mempunyai kemungkinan warna antara hitam (minimal) dan putih (makasimal). Jumlah maksimum warna sesuai dengan bit penyimpanan yang digunakan.

3. Citra warna

   Setiap titik (piksel) pada citra warna mewakili warna yang merupkan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu merah, hijai dan biru. Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit). Setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 byte.

4. Citra warna berindeks

   Setiap titik (piksel) pada citra warna berindeks mewakili indeks dari suatu tabel warna yang tersedia (biasanya disebut palet warna). Keuntungan pemakaian palet warna adalah kita dapat dengan cepat memanipulasi warna tanpa harus mengubah informasi pada setiap titik dalam citra.Keuntungan lain penyimpanan lebih kecil. [4]

2.4.1 Citra YCrCb

YCrCb adalah keluarga ruang warna yang digunakan sebagai bagian dari pipa warna gambar dalam video dan sistem fotografi digital. Y adalah kompnonen luna dan Cr dan Cb adalah perbedaan merah dan biru perbedaan komponen kroma. Y’ (dengan prima) dibedakan dari Y yang terang, yang berarti bahwa intensitas cahaya adalah non-linear menggunakan koreksi gamma.

YCrCb bukan merupakan ruang warna mutlak, tetapi merupakan cara pengkodean informasi RGB. Warna yang sebenarnya ditampilkan tergantung pada primary RGB yang sebenarnya digunakan untuk menampilkan sinyal. Oleh Karena itu itu nilai dinyatakan sebagai YCrCb diprediksi hanya jika standar RGB kromatisitas warna primer yang digunakan.

Berikut adalah konversi warna RGB ke dalam YCrCb :

$$Y = 0.2999 \,.\, R + 0.587 \,.\, G + 0.114 \,.\, B$$

$$Cr = (R - Y) \,.\, 0.713 + delta$$

$$Cb = (B - Y) . 0.564 + delta \qquad (3)$$

$$\text{Dimana } delta = \begin{cases} 128 & \text{untuk citra 8 bit} \\ 32768 & \text{untuk citra 16 bit} \\ 0.5 & \text{untuk citra floating point} \end{cases}$$

2.4.2 *Image Processing*

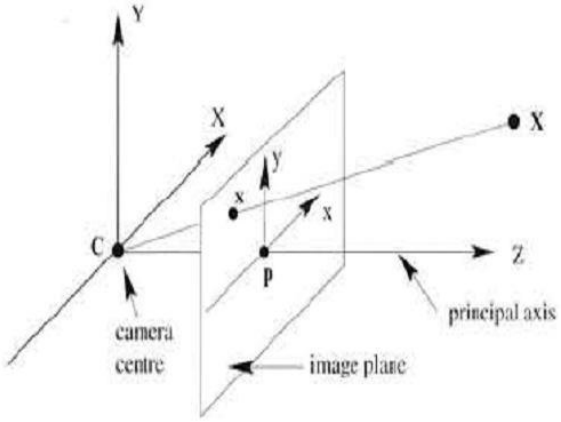
Picture Processing atau *image processing* merupakan suatu proses yang berkaitan dengan kegiatan memanipulasi dan menganalisis gambar atau citra yang dilakukan oleh komputer. Secara garis besar terdiri dari :

1. Digitalisasi dan Kompresi: Mengubah gambar menjadi bentuk diskrit; mengefisienkan pengkodean sehingga dapat menghemat ruang penyimpanan.
2. Pengingkatan, restorasi, dan rekontruksi : Meningkatkan gradasi (rendahnya contrast, blurr, noise) dari gambar; Memperbaiki gambar dari kerusakan.

Pencocokan, Pendeskripsian, dan rekognisi : Mencocokan gambar anara satu gambar dengan yang lain. Membagi gambar menjadi beberapa bagian, dan membandingkan hasil deskripsi terhadap model yang telah terdefinisi. [5]

2.5 Model Kamera dan Transformasi Perspektif

Kamera dapat mengasilkan gambar 2D berasal dari gambar nyata (*word coordina*t) 3D. kamera mentransformasi media 3D (*word plane*) menjadi 2D (*image palane*) [6]. Model kamera salah satunya adalah *pinhole camera,* gambar yang dihasilkan adalah gambar perspektif yang mana kamera merupakan pusat proyeksi. Semua sinar yang datang akan dikumpulkan menjadi satu pada pusat kamera.



Gambar 2.5 Model *Pinhole Camera*

Pada model *pinhole camera* sebuah titik yang terletak di dalam ruang nyata 3D diekspresikan sebagai titik $[x\ y\ z\ 1]^T$ di sistem koordinat dunia (*world coordinat*). Titik $[x\ y\ z\ 1]^T$ yang direkam dengan kamera akan mengalami transformasi perspektif dari ruang 3D sistem koordinat dunia keruang 2D sistem koordinat kamera (*image plane).* Titik $[u\ v\ w]^T$ yang merupakan koordinat 2D pada koordinat kamera dapat diperoleh dengan persamaan koordinat homogeny sebagai berikut : [7]

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = K[I_3|O_3]\begin{bmatrix} R & -T \\ O_3^T & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = M\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Dimana M = [KR | - KRT]

Matriks K dan $[I_3 \mid O_3]$ pada persamaan (4) adalah parameter intrinsic yang mengandung variabel-variabel fisik pada kamera, seperti focus dan *principal point*. Matriks K adalah matriks kamera kalibrasi yang didefinisikan sebagai berikut :

$$K = \begin{bmatrix} fa & 0 & u_0 \\ 0 & fb & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

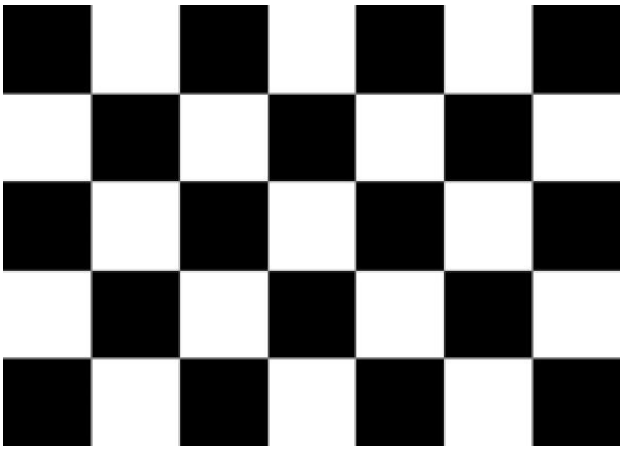
Dimana f adalah panjang focus pada proyeksi kamera, a dan b adalah faktor konversi ukuran citra dari unit fisik (missal : cm atau mm) ke unit pixel pada sumbu x dan y, (u_0,v_0) adalah *principal point* pada proyeksi kamera.

Matriks $[I_3|O_3]$ didefinisikan sebagai : $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$, matriks $\begin{bmatrix} R & -T \\ O_3^T & 1 \end{bmatrix}$ adalah parameter ektinsik kamera yang mendefinisikan lokasi dan orientasi kamera terhadap sistem koordinat dunia. Matriks translasi T berisi tiga buah

elemen translasi dari pusat sistem koordinat dunia terhadap sistem koordinat kamera.

2.6 Kalibrasi Kamera

Proses kalibrasi kamera merupakan proses menentukan parameter-parameter pada kamera baik parameter intrinsik dan parameter ekstrinsik. Biasanya proses kalibrasi kamera menggunakan media checkerboard yang diletakan pada sebuah papan. Langkah yang harus dilakukan dalam kalibrasi kamera adalah mengambil beberapa sampel dari *chessboard pattern* yang kemudan untuk setiap gambar tersebut dilakukan deteksi tepi pada *chessboard pattern* pada citra tersebut. Dengan mengetahui letak titik pada *world coodinat* dan *pixel coordinate* maka dapat ditemukan matriks yang mengubungkan keduanya. Dari proses kalibrasi kamera maka didapatkan matiks intrinsik dan intrinsik dari kamera. [8]



Gambar 2.6 *Chessboard Pattern*

2.7 DirectX

DirectX adalah sekumpulan *Application Programming Interface* (API) yang dirancang untuk membantu pengembang aplikasi untuki menciptakan aplikasi game dan aplikasi multimedia berkinerja tinggi.

Fungsi utama *DirectX* adalah menyediakan mekanisme standar untuk mengakses berbagai perangkat keras yang berbeda dan mengisolasi aplikasi dari kerumitan implementasi ditingkat hardware.

Pada versi 9.0, *DirectX* terdiri atas komponen :

1. *DirectX Graphics (*Direct3D), menangani grafik 3D
2. *DirectX Audio, menangani efek suara.*
3. *DirectShow,* menangani multimedia playback.
4. *DirectInput, menangani input dari joystick, keyboard dan mouse.*
5. *DirectPlay,* menangani jaringan (untuk game multiplayer). [9]

2.7.1 Sejarah *DirectX*

Sebelum diluncurkan Windows 95, program game umumnya dirilis untuk sistem operasi *DOS* dengan bantuan *DOS* extender sepertdi *DOS4GW* untuk mengatasi keterbatasan memori yang disediakan *DOS.*

Keluarnya Windows 95 merupakan tanda dari awal berakhirnya era *DOS.* Banyak pengembang game mulai menulis ulang (memporting) game-game mereka agar bias berjalan optimal di Windows 95. *Graphic Device Interface* (GDI) Windows tidak didesain untuk game sehingga game-game yang menggunakan GDI untuk menangani grafis game tampil dengan grafis tidak bagus karena GDI sangat lambat.

Microsoft kemudan meluncurkan WinG (DIBSection) untuk mengatasi masalah pembambang game. WinG jauh lebih baik dibandingkan GDI karena lebih cepat, namun problem yang sering dihadapi pengembang game untuk memporting game mereka ke Windwos 95 adalah menampilkan grafis game secara full sreen. Dengan WinG aplikasi game ditampilkan dalam window seperti aplikasi-aplikasi lainnya, sedangkan game umurnya berjalan pada mode full screen.

Selain itu program game umumnya dibuat agar berjalan secepat mungkin, sehingga banyak fungsi-fungsi yang dimiliki dirancang untuk memanipulasi perangkat keras secara langsung. Untuk program game yang berjalan pada sistem operasi *DOS* hal ini tidak menjadi masalah karena DOS mengijinkan program mengakses perangkat keras secara langsung, namun untuk game yang berjalan pada sistem operasi multi-tasking seperti Windows mengakses perangkat keras secara langsung tidak disarankan mengingat tiap aplikasi harus berbagi sumber daya dengan aplikasi lain.

Untuk mengatasi hal ini *Microsoft* merilis *DirectX*. Awalnya *DirectX* dikembangkan oleh RenderMorphics, Microsoft kemudian ukut bergabung mengembangkan *DirectX*. Versi awal *DirectX* banyak dikritik oleh pengembang game karena desainnya yang buruk dan tidak terdokumentasi dengan baik.

Mulai versi 3 *Microsoft* lebih serius mengembangkan *DirectX* guna mendorong lebih banyak pengembang game untuk membuat game yang berjalan pada sistem operasi Windows. *DirectX* pun akhirnya dirilis sebagai public domain sehingga *DirectX* dapat diperoleh dengan gratis.

Langkah *Microsoft* ini diikuti oleh produsen keras grafik dengan menyertakan dukungan terhadap *DirectX*. [9]

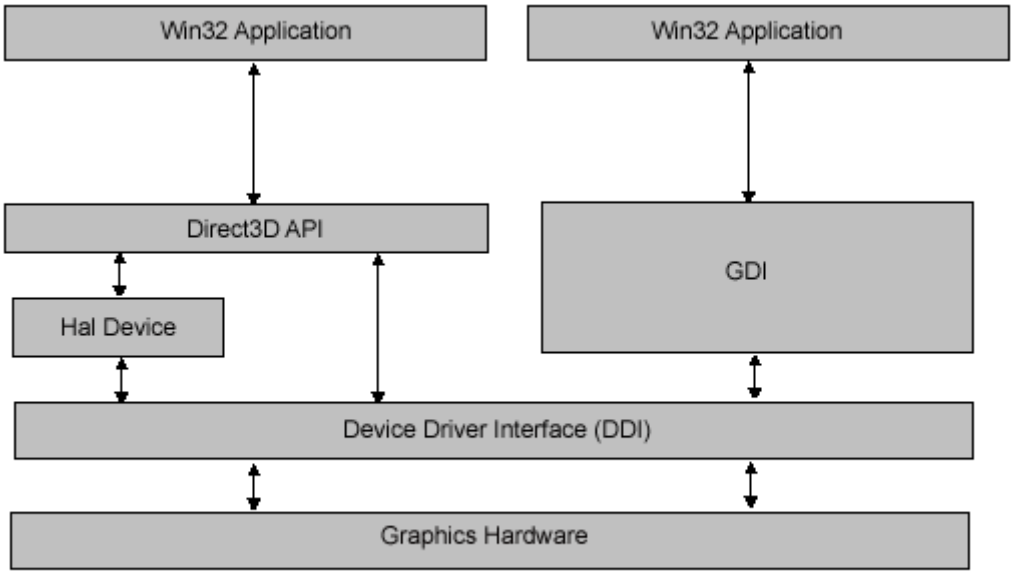
2.7.2 Arsitektur *Direct3D*

Direct3D adalah subsistem Windows yang sebanding dengan *Graphics Device Interface* (GDI). Berbeda dengan GDI, *Direct3D* hanya menyediakan layer tipis yang membungkus fungsional graphic card, tidak lebih. Anda tidak akan menemukan fungsionalitas untuk menggambar garis, menulis teks atau fungsional pemrograman grafis biasa anda temukan bila mengunakan GDI. Jika membutuhkan fungsionalitas semacam ini, anda harus membuat implementasinya

Dari Gambar 2.7, terlihat bahwa Direct3D berkomunikasi langsung dengan hardware melalui HAL (*Hardware Abstraction Layer)*.

HAL atau *Hardware Abstraction Layer* adalah software layer tipis yang diimplementasikan oleh vendor hardware graphic card, berfungsi mengabstraksi device driver. HAL bersifat spesifik untuk tiap perangkat keras, tiap vendor yang ingin hardwarenya kompatibel dengan Direct3D harus membuat implementasi HAL.

HAL bertugas menerjemahkan perintah Direct3D agar dapat dieksekusi oleh device driver. Dengan cara ini maka Direct3D mampu berkomunikasi dengan beragam kartu grafis tanpa perlu tahu bagaimna cara kerja internal hardware. [9]

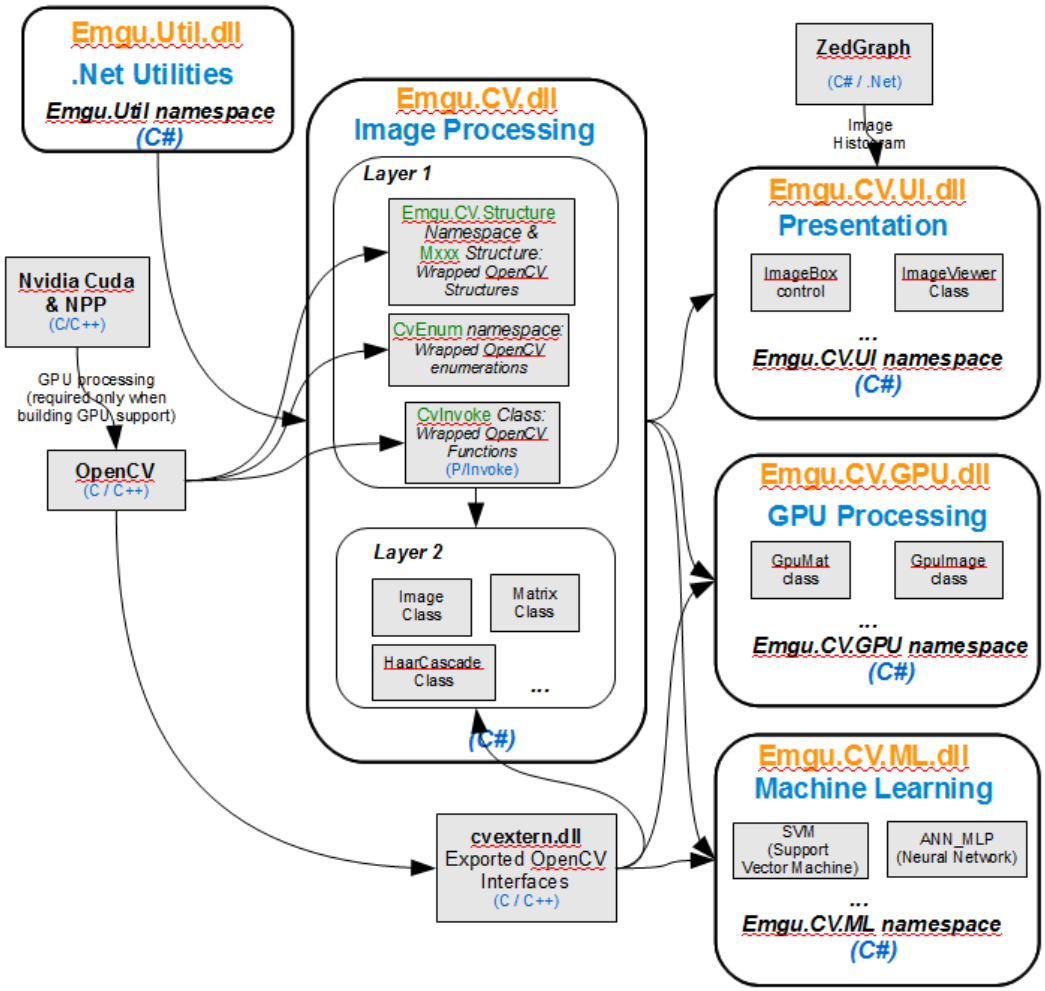


Gambar 2.7 Arsitektur Direct3D

2.8 EmguCV

EmguCV merupakan wrapper cross platform untuk OpenCV pada bahasa pemograman .NET. EmguCV memungkinkan pemanggilan fungsi pada OpenCV pada bahasa pemrograman .NET seperti c#, VB, VC++,IronPhython etc. EmguCV dapat di compile dengan Visual Studio, Xamarin Studio dan Unity, EmguCV dapat berjalan pada platform Windows, Linux, Mac OS X, iOS, Android dan windows Phone.

EmguCv memiliki dua layer pada wrapernya seperi pada gambar 2.8. Layer pertama mengandung pemetaan fungsi, struktur dan enumerasi yang menggambarkan itu pada OpenCV. Sedangkan layer kedua mengandung kelas-kelas yang dicampur dari .Net.



Gambar 2.8 Arsitektur EmguCV

2.9 Pengujian *Whitebox*

Pengujian *whitebox* dilakukan untuk menguji prosedur-prosedur yang ada. Lintasan lojik yang dilalui oleh setiap bagian prosedur diuji dengan memberikan kondisi/loop spesifik. Pengujian *whitebox* menjamin pengujian terhadap semua lintasan yang tidak bergantungan minimal satu kali, mencoba semua keputusan lojik dari sisi *true* dan *false*, eksekusi semua *loop* dalam batasan kondisi dan batasan operasionalnya dan pengujian validasi data internal. Konsep pengujian basis *path* sebagai berikut :

1. Merupakan bagian dari pengujian *whitebox* dalam hal pengujian prosedur-prosedur.

2. Mempergunakan notasi aliran *graph* (*node,link* untuk merepresentasikan *sequence, if, while, until* dan sebagainya).
3. Konsep kompleksitas *cyclomatic* antara lain cara perhitungan daerah tertutup pada graph planar dimna dapat menghubungkan batas atas jumlah pengujian yang harus direncanakan dan dieksekusi untuk menjamin pengajuan seluruh *statement* program.
4. Memunculkan kasus-kasus yang akan diuji dengan membuat daftar lintasan kasus pengujian berdasarkan kompleksitas dan *cyclomatic* yang didapat.
5. Membuat alat bantu graph matriks yang membantu pengawasan pengujian.

2.10 Pengujian *Blackbox*

Pengujian yang dilakukan untuk antarmuka perangkat lunak, pengujian ini dilakukan untuk memperlihatkan bahwa fungsi-fungsi bekerja dengan baik dalam arti masukan yang diterima dengan benar dan keluaran yang dihasilkan benar-benar tepat, pengintegrasian dari eksternal data berjalan dengan baik.

Metode pengujian *blackbox* memfokuskan pada *requirement* fungsi dari perangkat lunak, pengujian ini merupkan komplenatari dari pengujian *whitebox.* Pengujian *whitebox dilakukan* terlebih dahulu pada proses pengujian, sedangkan pengujian *blackbox* dilakukan pada tahap akhir dari pengujian perangkat lunak. Proses yang terdapat dalam proses pengujian *blackbox* antara lain sebagai berikut:

1. Pembagian kelas data untuk pengujian setiap kasus yang muncul pada pengujian *whitebox.*
2. Analisis batasan nilai yang berlaku untuk setiap data

2.11 *Unified Modelling Language* (UML)

Pada perkembangan teknik pemorograman berorientasi objek, muncul lah sebuah standarisasi bahasa pemodelan untuk pembangunan perangkan lunak yang dibangun dengan menggukanak teknik pemrograman berorientasi objek, yaitu *Unified Modeling Language* (UML). UML muncul karena adanya kebutuhan pemodelan visual untuk menspesifikasikan menggambarkan, membangun, dan dokumentasi dari sistem perangkat lunak. UML merupakan bahasa visual untuk

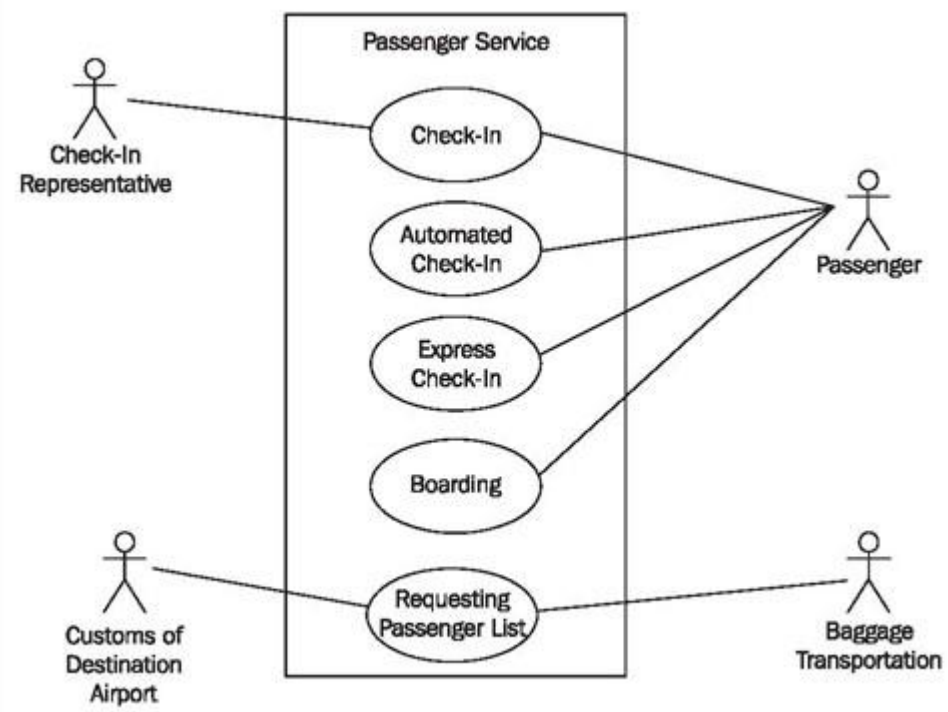
pemodelan dan komunikasi mengenai sistem dengan menggunakan diagram dan teks-teks pendukung.

UML hanya berfungsi melakukan pemodelan bukan metode. Kebanyakan metode terdiri paling sedikit prinsip, bahasa pemodelan dan proses. Bahasa pemodelan (sebagian besar grafik) merupakan notasi dari metode yang digunakan untuk mendesain secara cepat.

Bahasa pemodelan merupakan bagian terpenting dari metode. Ini merupakan bagian kunci tertentu untuk komunikasi. Jika anda ingin berdiskusi tentang desai dengan seseorang, maka anda hanya membutuhkan bahasa pemodelan bukan proses yang digunakan mendapatkan desain. [10]

2.11.1 *Use Case* Diagram

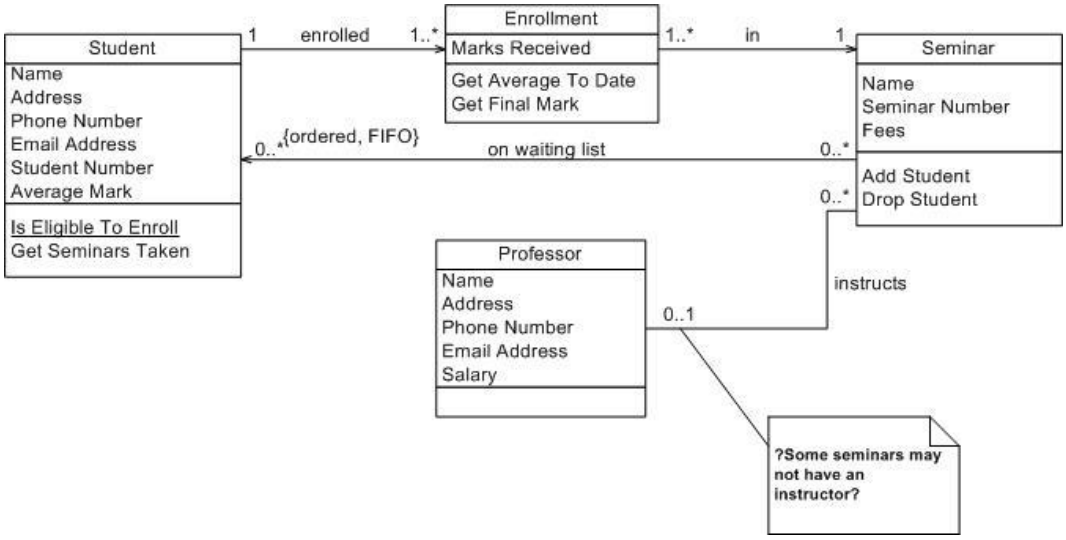
Menggambarkan sejumlah eksternal aktor dan hubungannya ke *use case* yang diberikan sistem seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Use Case Diagram

2.11.2 *Class Diagram*

Menggambarkan struktur dan deskripsi *class,* package, dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti pada gambar 2.10.



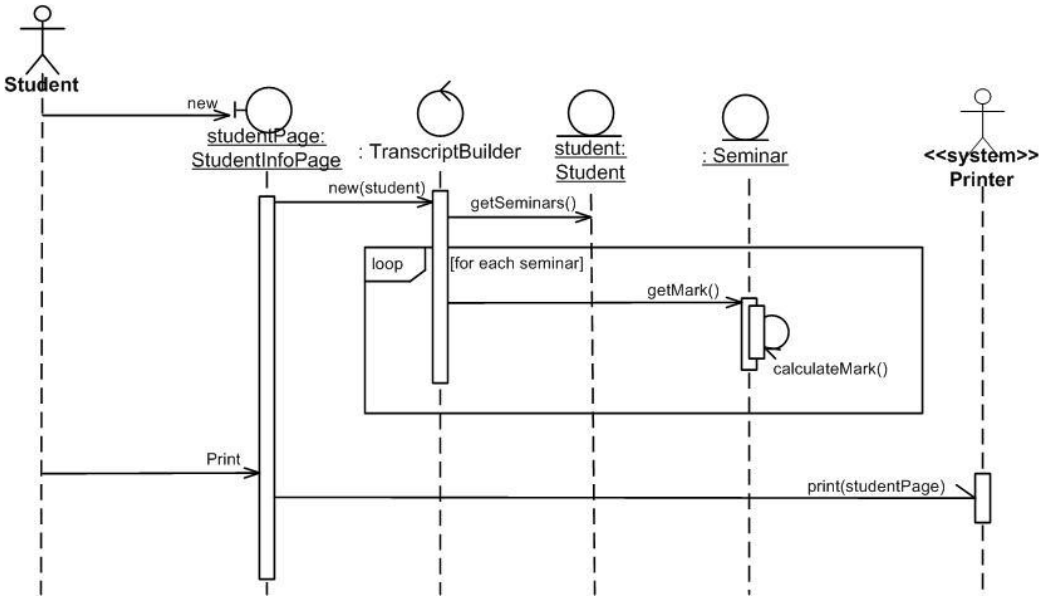
Gambar 2.10 Class Diagram

2.11.3 *Activity Diagram*

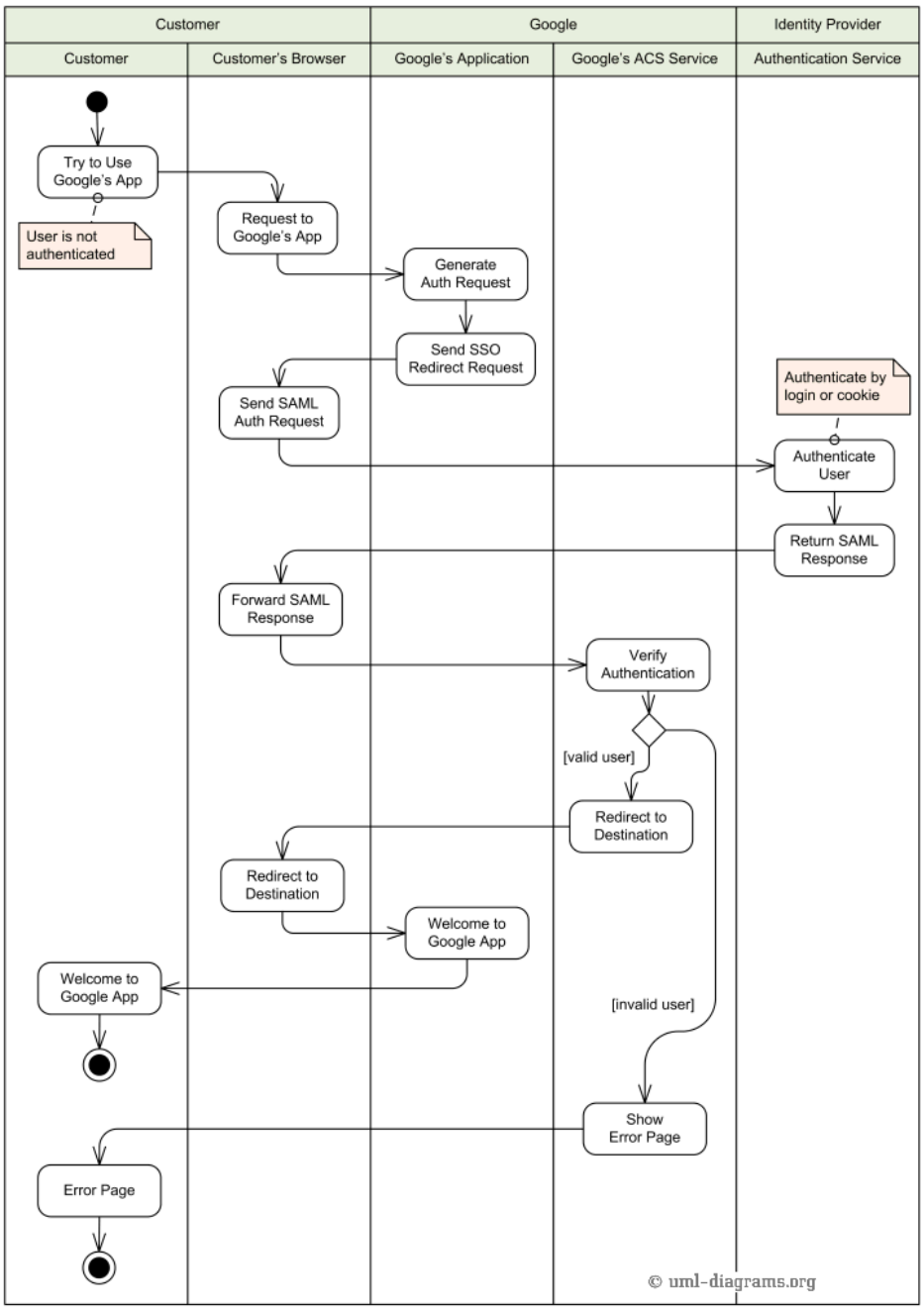
Menggambarkan rangkaian aliran dari aktivitas, digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam suatu operasi sehingga dapat juga digunakan untuk aktivitas lainnya seperti *use case* atau interaksi seperti pada gambar 2.12.

2.11.4 *Sequence Diagram*

Menggambarkan kolaborasi dinamis antra sejumlah objek dan untuk menunjukan rangkaian pesan yang dikirim antara objek juga interaksi, sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sequnce Diagram



Gambar 2.12 Activity Diagram