BAB 2
LANDASAN TEORI

2.1 Wayang

Wayang adalah seni pertunjukkan asli Indonesia yang berkembang pesat di Pulau Jawa dan Bali. Selain itu beberapa daerah seperti Sumatera dan Semenanjung Malaya juga memiliki beberapa budaya wayang yang terpengaruh oleh kebudayaan Jawa dan Hindu.

UNESCO, lembaga yang membawahi kebudayaan dari PBB, pada 7 November 2003 menetapkan wayang sebagai pertunjukkan bayangan boneka tersohor dari Indonesia, sebuah warisan mahakarya dunia yang tak ternilai dalam seni bertutur (Masterpiece of Oral and Intangible Heritage of Humanity) [6].

Pertunjukan boneka tak hanya ada di Indonesia karena banyak pula negara lain yang memiliki pertunjukan boneka. Pertunjukan bayangan boneka (Wayang) di Indonesia memiliki gaya tutur dan keunikan tersendiri, yang merupakan mahakarya asli dari Indonesia. Untuk itulah UNESCO memasukannya ke dalam Daftar Representatif Budaya Takbenda Warisan Manusia pada tahun 2003.

Tak ada bukti yang menunjukkan wayang telah ada sebelum agama Hindu menyebar di Asia Selatan. Diperkirakan seni pertunjukan dibawa masuk oleh pedagang India. Namun demikian, kejeniusan lokal dan kebudayaan yang ada sebelum masuknya Hindu menyatu dengan perkembangan seni pertunjukan yang masuk memberi warna tersendiri pada seni pertunjukan di Indonesia. Sampai saat ini, catatan awal yang bisa didapat tentang pertunjukan wayang berasal dari Prasasti Balitung di Abad ke 4 yang berbunyi si Galigi mawayang.

Ketika agama Hindu masuk ke Indonesia dan menyesuaikan kebudayaan yang sudah ada, seni pertunjukan ini menjadi media efektif menyebarkan agama Hindu. Pertunjukan wayang menggunakan cerita Ramayana dan Mahabharata.

Demikian juga saat masuknya Islam, ketika pertunjukan yang menampilkan "Tuhan" atau "Dewa" dalam wujud manusia dilarang, munculah boneka wayang yang terbuat dari kulit sapi, dimana saat pertunjukan yang ditonton hanyalah bayangannya saja. Wayang inilah yang sekarang sebagai

wayang kulit. Untuk menyebarkan Islam, berkembang juga wayang Sadat yang memperkenalkan nilai-nilai Islam.

Ketika misionaris Katolik, Pastor Timotheus L. Wignyosubroto, SJ pada tahun 1960 dalam misinya menyebarkan agama Katolik, mengembangkan Wayang Wahyu, yang sumber ceritanya berasal dari Alkitab[14].

2.1.1 Sejarah Wayang Golek

Di Jawa Barat, tempat berkembangnya wayang pertama kali adalah Cirebon, yaitu pada masa Sunan Gunung Jati (abad ke-15). Jenis wayang yang pertama kali dikenal adalah jenis wayang kulit. Sementara wayang golek mulai dikenal di Cirebon pada awal abad ke-16 dan dikenal dengan nama wayang golek papak atau cepak. Dalam perkembangannya, lebih mengenal wayang golek purwa, yaitu yang berlatar belakang cerita Ramayana dan Mahabharata.

Kelahiran golek berasal dari ide Dalem Bupati Bandung (Karang Anyar) yang menugaskan Ki Darman, juru wayang kulit asal Tegal yang tinggal di Cibiru, untuk membuat bentuk golek purwa. Awalnya wayang kayu ini masih dipengaruhi bentuk wayang kulit, yaitu gepeng atau dwimatra. Pada perkembangan selanjutnya, tercipta bentuk golek yang semakin membulat atau trimatra seperti yang biasa sekarang. Kemudian, pembuatan golek pun menyebar ke seluruh wilayah Jawa Barat seperti Garut, Ciamis, Ciparay, Bogor, Kerawang, Indramayu, Cirebon, Majalaya, dan sebagainya.

Sejak 1920-an, pertunjukan wayang golek selalu diiringi oleh pesinden. Popularitas pesinden pada masa-masa itu sangat tinggi, sehingga mengalahkan popularitas dalang wayang golek itu sendiri, terutama ketika zamannya Upit Sarimanah dan Titim Fatimah sekitar tahun 1960-an. Lakon yang biasa dipertunjukkan dalam wayang golek adalah lakon karangan. Hanya kadang-kadang saja dipertunjukkan lakon galur. Hal ini seakan menjadi ukuran kepandaian para dalang menciptakan lakon carangan yang bagus dan menarik. Beberapa dalang wayang golek yang terkenal diantaranya Tarkim, R.U. Partasuanda, Abeng Sunarya, Entah Tirayana, Apek, Asep Sunandar Sunarya, Cecep Supriadi dan lain-lain.

Pola pengadegan wayang golek adalah sebagai berikut:

1) Tatalu, dalang dan pesinden naik panggung, gending jejer/kawit, murwa, nyandra, suluk/kakawen, dan biantara ;

2) Babak Unjal, Paseban dan bebegalan ;

3) Nagara sejen ;

4) Patepah ;

5) Perang gagal ;

6) Panakawan/goro-goro ;

7) Perang Kembang ; Perang raket ; dan

8) Tutug.

Salah satu fungsi wayang di masyarakat adalah ngaruwat (ritus inisiasi), yaitu membersihkan yang diruwat dari kecelakaan (marabahaya). Beberapa orang yang diruwat (sukerta), antara lain: Wunggal (anak tunggal); Nanggung Bugang (seorang adik yang kakaknya meninggal); Suramba (empat orang putra); Surambi (empat orang putri); Pandawa (lima putra); Pandawi (lima putri); Talaga Tanggal Kausak (seorang putra dihapit putri); Samudra Hapit Sindang (seorang putri dihapit dua orang putra) dsb.

Wayang golek sebagai seni pertunjukan rakyat memiliki fungsi yang relevan dengan masyarakat lingkungannya, baik kebutuhan spiritual maupun materialnya. Hal demikian dapat dilihat dari beberapa kegiatan di masyarakat, misalnya ketika ada perayaan, baik hajatan (pesta kenduri) dalam rangka khitanan, pernikahan dan lain-lain, adakalanya diiringi dengan pertunjukan wayang golek. Secara spiritual masyarakat mengadakan ruwatan guna menolak bala, baik secara komunal maupun individual dengan mempergunakan pertunjukan wayang golek[14].

2.1.2 Wayang Golek

Wayang golek adalah bentuk teater rakyat yang sangat populer. Orang sering menghubungkan kata “wayang” dengan “bayang” karena dilihat dari pertunjukan wayang kulit yang memakai layar, dimana muncul bayangan-

bayangan. Di Jawa Barat, wayang ada yang menggunakan boneka (dari kulit/wayang kulit atau kayu/wayang golek) dan ada yang dimainkan oleh manusia (wayang orang). Berkenaan dengan wayang golek, ada dua macam wayang golek, yakni wayang golek papak (cepak) dan wayang golek purwa yang ada di daerah Sunda. Semua wayang, kecuali wayang wong, dimainkan oleh dalang sebagai pemimpin pertunjukan yang sekaligus menyanyikan suluk, menyuarakan antawacana, mengatur gamelan, mengatur lagu dan lain-lain.

Wayang golek biasanya memiliki lakon-lakon, baik galur maupun carangan yang bersumber dari cerita besar Ramayana dan Mahabrata dengan mempergunakan bahasa Sunda disertai iringan gamelan Sunda (salendro), yang terdiri atas dua buah saron, sebuah peking, sebuah selentem, seperangkat bonang, seperangkat bonang rincik, seperangkat kenong, sepasang goong (kempul dan goong) dan ditambah dengan seperangkat kendang (sebuah kendang indung dan tiga buah kulanter), gambang serta rebab[7].



Gambar 2.1 Wayang Golek [7]

2.2 Sejarah *Augmented reality*

Penampilan pertama dari Augmented reality 1950-an ketika Morton Heilig, sinematografer, berfikir bioskop adalah kegiatan yang akan memiliki kemampuan untuk menarik penonton. Pada tahun 1962, Heilig membangun prototipe dari visinya, yang digambarkan pada tahun 1955 dalam "Future Cinema," bernama Sensorama. Selanjutnya, Ivan Sutherland adalah yang pertama untuk menciptakansebuah realitas ditambah sistem menggunakan optik tembus kepala-mount layar. Pada tahun 1999, Hirokazu Kato,

mengembangkan ArToolkit di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH, pada tahun 2000 Bruce.H.Thomas mengembangkan ARQuake, sebuah Mobile Game AR yang ditunjukan di International Symposium on Wearable Computers. Pada tahun 2008, Wikitude Drive meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR di Platform Android. Tahun 2010, Acrossair menggunakan teknologi AR pada IPhone 3GS [13] .

2.2.1 *Augmented reality* (AR)

Augmented reality (AR), atau dikenal dengan realitas tertambah adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan atau tiga dimensi kedalam sebuah lingkuangan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Benda-benda nyata menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh pengguna dalam inderanya sendiri. Hal ini membuat realitas tertambah sesuai sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata. AR dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industry manufaktur, realitas tertambah juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam. Ada dua definisi dari AR yang diterima secara umum, salah satunya definisi dari Ronald Azuma pada tahun 1997, Azuma mendifinisikan bahwa:

1. Menggabungkan kenyataan dan virtual
2. Interaktif secara real time
3. Tergolong kedalam lingkungan 3D

Selain itu, Paul Milgram dan Fumio Kishino mendifinisikan Milgram’s Reality-Virtual Continuum pada tahun 1994. Mendeskripsikan sebuah kontinum yang membentang dari lingkungan nyata ke lingkungan virtual murni. Diantaranya terdapat augmented reality (lebih dekat ke

lingkungan nyata) dan augmented virtuality (lebih dekat ke lingkungan virtual). Diagram mengenai Milgram's Reality-Virtuality Continuum dapat dilihat pada gambar 2.2

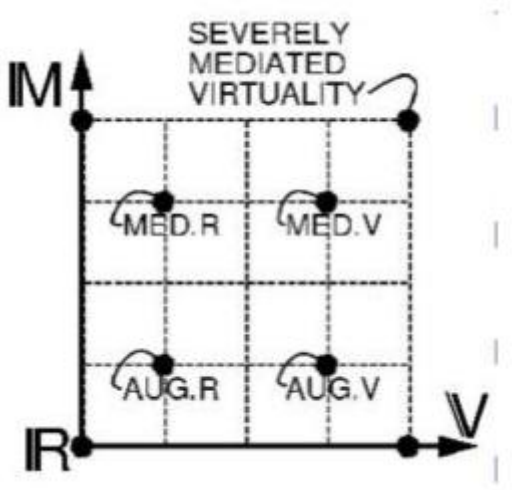


Gambar 2.2 Diagram Milgram's Reality-Virtuality Continuum [9]

AR sejatinya variasi lain dari realitas virtual. Teknologi realitas virtual membenamkan pengguna secara total pada lingkungan sintetis, ketika masuk dalam dunia buatan itu, tidak dapat mengenali lingkungan nyata disekitanya. Namun AR tidak memisahkan yang nyata dengan virtual, yang terjadi adalah penggabungan antara keduanya pada ruang yang sama. Selain menambahkan benda maya dalam lingkungan nyata, realitas tertambah juga berpotensi menghilangkan banda-benda yang sudah ada. Menambah sebuah lapisan gambar maya dimungkinkan untuk menghilangkan atau menyembunyikan lingkungan nyata dari pandangan pengguna. Misalnya, untuk menyembunyikan sebuah meja dalam lingkungna nyata, perlu digambarkan lapisan representasi tembok dan lantai kosong yang diletakkan diatas gambar meja nyata, sehingga menutupi meja nyata dari pandangan pengguna.

Kontinum ini diperluas lagi menjadi bidang dua dimensi dari virtuality dan mediality. Titik asal R menunjukan kenyataan yang tidak dimodofikasi. Sebuah kontinum di sumbu virtuality V mencakup realitas tertambah dangan grafis (*augmented reality*), serta grafis tertambah dengan realitas (*augmented virtuality*). Namun taksonomi ini juga mencakup modifikasi realitas atau kombinasi dari semuanya. Modifikasi ini dilambangkan dengan bergerak naik ke sumbu mediality. Selanjutnya dari sumbu ini, dapat ditemukan mediated reality, mediated virtuality, atau kombinasi dari semuanya. Lebih lanjut ke atas dan kekanan terdapat dunia virtual yang responsive ke versi realitas yang

sangat termodifikasi. Diagram mengenai *mediated reality continuum* dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Mediated Reality Continuum [11]

2.2.2 Marker

Marker adalah real enviroment berbentuk objek nyata yang akan menghasilkan virtual reality, marker ini digunakan sebagai tempat *augmented reality* muncul, berikut ini beberapa jenis marker yang digunakan pada aplikasi *augmented reality* [3]:

1. Fiducial Marker adalah bentuk paling sering digunakan oleh teknologi AR karena marker ini digunakan untuk melacak benda-benda di virtual reality tersebut. kotak hitam dan putih digunakan sebagai titik referensi atau untuk memberikan skala dan orientasi ke aplikasi. Bila penanda tersebut deteksi dan dikenali maka augmented reality akan keluar dari marker ini seperti pada gambar 2.4 Fiducial Marker.



Gambar 2.4 Fiducial Marker [3]

2. Markerless Marker berfungi sama seperti fiducial marker yang namun bentuk markerless marker tidak harus kotak hitam putih, markerless ini bisa berbentuk gambar yang mempunyai banyak warna seperti pada gambar 2.5 Markerless marker.



Gambar 2.5 Markerless marker [3]

2.2.3 Tracking Marker

Dalam proses perancangan dan implementasi aplikasi magic book ini menggunakan metode *tracking marker* yaitu proses deteksi keberadaan penanda atau marker yang berbentuk matriks. Untuk perancangan marker dibuat tidak monoton seperti biasanya yang hanya menggunakan gambar hitam persegi. Marker yang digunakan memiliki bentuk gambar sehingga bentuk dari marker lebih interaktif. Semakin rumit gambar yang digunakan untuk menjadi sebuah marker maka proses *tracking marker* akan berjalan lebih baik.

Salah satu dukungan dari *library* Nyartoolkit adalah proses *tracking marker* dapat menggunakan gambar yang lebih rumit sehingga magic book yang akan dirancang terlihat lebih menyenangkan. Gambar yang akan digunakan sebagai *marker* perlu konversi terlebih dahulu menjadi file berekstensi *.pat sebelum dapat digunakan dalam kode.

Cara kerja dari pencarian *marker* ini dilakukan secara per-*frame* pada video secara *real-time*. Ketika *marker* ditemukan, akan dilakukan kalkulasi *world transformation matrix* berdasarkan posisi dan kemiringan dari marker. Selanjutnya hasil dari *world transformation matrix* posisi obyek virtual terhadap obyek fisik marker dapat ditentukan. dibutuhkan *smoothing* agar hasil *marker tracking* menjadi lebih halus, dapat dilihat pada gambar Gambar 2.6 Penentuan

Transformasi Matrix dari Marker.

Namun dalam melakukan *tracking marker* Nyartoolkit memiliki beberapa keterbatasan, adapun keterbatasan tersebut adalah sebagai berikut [15]:

1. **Oklusi**

   Ketika sebagian besar marker tertutup oleh benda, maka marker tidak adak dapat terdeteksi, salah satu hal penyebab kegagalan deteksi adalah hampir setengah gambar marker tertutupi oleh benda.

2. **Pencahayaan**

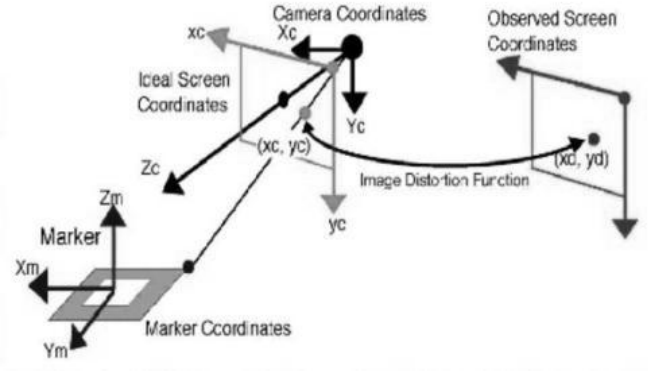
   Dalam proses pendeteksian marker sangat tergantung pada pencahayaan yang digunakan. Marker akan sulit dideteksi jika pencahayaan yang digunakan terlalu gelap membuat gambar sulit terlihat atau pencahayaan yang digunakan terlalu terang sehingga gambar memantulkan cahaya yang menyilaukan. Akan tetapi jika menggunakan marker dengan warna yang lebih rumit sangat memudahkan dalam proses pendeteksian.

3. **Jarak**

   Jarak yang terlalu jauh menyebabkan pola marker yang ditangkap oleh kamera menjadi buram dan tidak jelas sehingga marker dideteksi.

4. **Perangkat Kamera**

   Perangkat kamera yang buruk menyebabkan gambar yang ditangkap menjadi kurang berkualitas. Misalnya saja karena resolusi atau focus kamera yang buruk, gambar yang ditangkap menjadi buram dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penentuan Transformasi Matrix dari Marker [15].

2.2.4 Multi Marker

Multi Marker merupakan Teknik Marker Based Tracking yang menggunakan 2 marker atau lebih untuk memanipulasi 1 objek. Ini merupakan salah satu cara interaksi untuk memanipulasi objek virtual yang seakan berada di dunia nyata. Pada Implementasi nya multi marker terdapat 2 tipe yaitu static dan dinamis. Statik marker digunakan untuk objek traking kamera dan dinamik marker lainnya digunakan untuk memanipulasi objek. Seperti pada aplikasi ini akan terdiri dari 2 jenis marker, yaitu marker objek dan marker aksi untuk membuat memanipulasi objek pada marker objek.

2.3 Model Citra

Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang dwimatra yaitu sebuah dimensi ruang secara artifisial dimana sebuah gambar terkesan memiliki sebuah ruang kedalaman sekalipun gambar itu sesungguhnya hanya terdiri dari sebuah bidang datar disimbolkan dengan f(x, y), yang dalam hal ini[20]:

(x, y) : koordinat pada bidang dwimatra

f(x, y) : intensitas cahaya (brightness) pada titik (x, y)

Gambar 2.7 memperlihatkan posisi koordinat pada bidang citra. Sistem koordinat yang diacu adalah sistem koordinat kartesian, yang dalam hal ini sumbu mendatar menyatakan sumbu-X, dan sumbu tegak menyatakan sumbu-Y.



Gambar 2.7 Cara menentukan koordinat titik di dalam citra [20]

Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga,

$0 \leq f(x, y) < \infty$

Nilai f(x, y) sebenarnya adalah hasil kali dari:

1. i(x, y) =jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya *(illumination)*, nilainya antara 0 sampai tidak berhingga, dan
2. r(x, y) = derajat kemampuan obyek memantulkan cahaya *(reflection)*, nilainya antara 0 dan 1.

Gambar 2.8 memperlihatkan proses pembentukan intensitas cahaya. Sumber cahaya menyinari permukaan objek. Jumlah pancaran (iluminasi) cahaya yang diterima objek pada koodinat (x, y) adalah i(x, y). Objek memantulkan cahaya yang diterimanya dengan derajat pantulan r(x, y). Hasil kali antara i(x, y) dan r(x,y) menyatakan intensitas cahaya pada koordinat (x, y) yang ditangkap oleh sensor visual pada sistem optik.

Jadi,

$$f(x, y) = i(x, y) \times r(x, y) \quad (2\text{-}1)$$

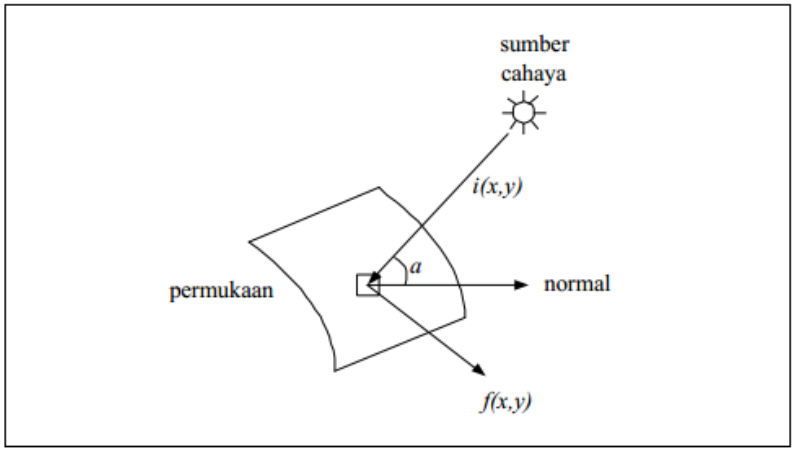
yang dalam hal ini,

$$0 \leq i(x, y) < \infty \quad (2\text{-}2)$$

$$0 \leq r(x, y) \leq 1 \quad (2\text{-}2)$$

sehingga

$$0 \leq f(x, y) < \infty \quad (2\text{-}3)$$



Gambar 2.8 Pembentukan citra [20]

Nilai i(x, y) ditentukan oleh sumber cahaya, sedangkan r(x, y) ditentukan oleh karakteristik objek di dalam gambar. Nilai r(x,y) = 0 mengindikasikan penerapan total, sedangkan r(x,y) = 1 menyatakan pemantulan total. Jika permukaan mempunyai derajat pemantulan nol, maka fungsi intensitas cahaya, f(x, y), juga nol. Sebaliknya, jika permukaan mempunyai derajat pemantulan 1, maka fungsi intensitas cahaya sama dengan iluminasi yang diterima oleh permukaan tersebut[20].

Contoh-contoh nilai i(x, y):

1. pada hari cerah, matahari menghasilkan iluminasi i(x, y) sekitar 9000 foot candles,
2. pada hari mendung (berawan), matahari menghasilkan iluminasi i(x, y) sekitar 1000 foot candles,
3. pada malam bulan purnama, sinar bulan menghasilkan iluminasi i(x, y) sekitar 0.01 foot candle.

Contoh nilai r(x, y)

1. benda hitam mempunyai r(x, y) = 0.01,
2. dinding putih mempunyai r(x, y) = 0.8,
3. benda logam dari stainlessteel mempunyai r(x, y) = 0.65,
4. salju mempunyai r(x, y) = 0.93.

2.4 Format Citra Digital

Citra digital merupakan 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 adalah citra f(x,y) dimana dilakukan diskritisasi koordinat spasial (sampling) dan diskritisasi tingkat kecemerlangannya/keabuan (kwantisasi)

Citra digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen gambar / piksel / *pixel* / picture element / pels) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut[18].

Citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran N x M (baris/tinggi = N, kolom/lebar = M)

N = jumlah baris $0 \leq y \leq N - 1$

M = jumlah kolom $0 \leq x \leq M - 1$

L = maksimal warna intensitas $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$

(derajat keabuan)

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Indeks baris (i) dan indeks kolom (j) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan f(i, j) merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik (i, j). Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut *image element*, picture element atau *pixel* atau pel. Jadi, citra yang berukuran N x M mempunyai NM buah *pixel*. Sebagai contoh, misalkan sebuah berukuran 256 x 256 *pixel* dan direpresentasikan secara numerik dengan matriks yang terdiri dari 256 buah baris (di-indeks dari 0 sampai 255) dan 256 buah kolom (di-indeks dari 0 sampai 255) seperti contoh berikut[20]:

$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \dots & \dots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \dots & \dots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \dots & \dots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \dots & \dots & 156 \end{bmatrix}$$

Pixel pertama pada koordinat (0, 0) mempunyai nilai intensitas 0 yang berarti warna pixel tersebut hitam, pixel kedua pada koordinat (0, 1) mempunyai intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya.

Proses digitalisasi citra ada dua macam:

1. Digitalisasi spasial *(x, y)*, sering disebut sebagai *(sampling).*
2. Digitalisasi intensitas *f(x, y)*, sering disebut sebagai *kuantisasi*.

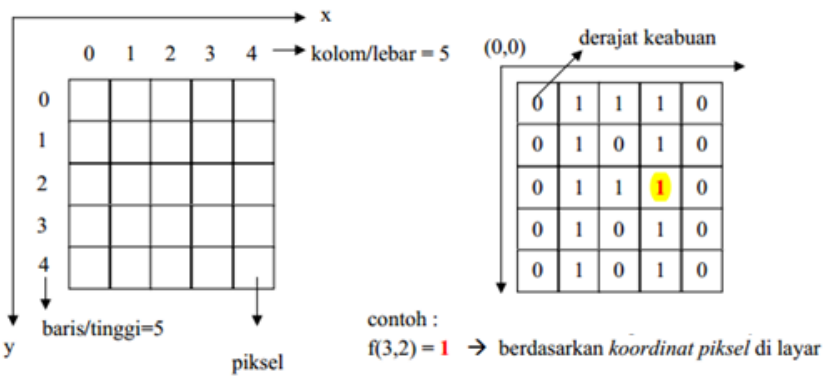
2.5 Threshold

Parameter kunci dalam proses thresholding adalah pilihan dari nilai ambang batas. pengguna dapat secara manual memilih nilai ambang, atau algoritma thresholding dapat menghitung nilai secara otomatis, yang dikenal sebagai thresholding otomatis. Sebuah metode sederhana akan memilih mean atau median nilai, dasar pemikiran adalah bahwa jika *pixel* objek lebih terang dari latar belakang, juga harus lebih terang dari rata-rata. Sebuah pendekatan yang lebih canggih mungkin untuk membuat histogram dari intensitas *pixel* gambar dan menggunakan jalur lembah sebagai ambang batas. Pendekatan histogram mengasumsikan bahwa ada beberapa nilai rata-rata untuk *pixel* latar belakang dan objek, tetapi bahwa nilai *pixel* yang sebenarnya memiliki beberapa variasi di sekitar nilai rata-rata.

Secara umum proses thresholding terhadap citra grayscale bertujuan menghasilkan citra biner, secara matematis dapat ditulis seperti pada persamaan (2-4).

$$b(x,y) = \begin{Bmatrix} 1\ if\ f(x,y) \geq T \\ 0\ if\ f(x,y) < T \end{Bmatrix} \quad (2\text{-}4)$$

Dengan b(x,y) adalah piksel citra biner dari piksel citra grayscale f(x,y), dan T menyatakan nilai threshold. Nilai T ditentukan dengan menggunakan metode thresholding global dan thresholding local. Thresholding GlobalThresholding global adalah metode dengan seluruh *pixel* pada citra dikonversi menjadi hitam dan putih dengan satu nilai thresholding[12]. Contoh pemetaan piksel citra fungsi f(x,y) dapat dilihat pada gambar 2.7.



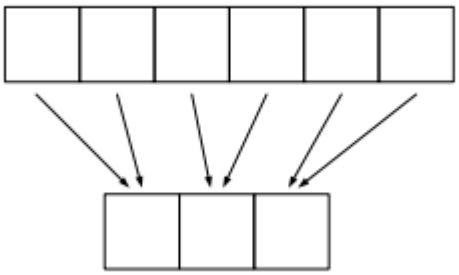
Gambar 2.9 Contoh pemetaan piksel dalam citra digital [18]

2.6 Normalisasi Citra

Citra dipetakan pada *pixel* dengan ukuran tertentu sehingga memberikan representasi dimensi yang tetap. Tujuan dari normalisasi citra adalah mengurangi resolusi citra yang berguna saat proses pengenalan citra dan juga meningkatkan akurasi pengenalan[. Proses yang digunakanpada tahap normalisasi ini adalah proses penskalaan citra[18].

2.6.1 Algoritma Penskalaan

Scaling atau penskalaan pada citra disebut juga *image zooming*, yaitu proses untuk mengubah ukuran citra asli (zoom in / memperbesar ukuran citra asli atau zoom out / memperkecil ukuran citra asli). Proses perubahan ukuran resolusi citra dibutuhkan untuk menyesuaiakan resolusi citra masukan dengan resolusi citra *template*



Gambar 2.10 Perubahaan Skala Piksel [18]

Gambar 2.6 mengilustrasikan perubahan ukuran *pixel* dengan ukuran awal 6x1 *pixel* menjadi 3x1 *pixel*. Garis panah yang berasal dari *pixel* lama ke *pixel* baru mengilustrasikan pemetaan koordinat setiap *pixel* lama terhadap *pixel* baru. Persamaan 2-2 digunakan untuk menentukan faktor pengali dalam menentukan koordinat y pada *pixel* baru

$$dy = \frac{newheight}{tinggi + 1} \tag{2-5}$$

Persamaan 2-3 digunakan untuk menghitung faktor pengali dalam menentukan koordinat x.

$$dx = \frac{newwidth}{lebar + 1} \tag{2-6}$$

Persamaan 2-4 digunakan untuk menentukan koordinat x

$$x = i * dx \tag{2-7}$$

Persamaan 2-5 digunakan untuk menentukan koordinat y

$$\mathrm{y} = i * d\mathrm{y} \tag{2-8}$$

2.7 Pengenalan Pola

Pengenalan pola dapat dikatakan sebagai kemampuan mengenali objek berdasarkan ciri-ciri dan pengetahuan yang pernah diamatinya dari objek-objek tersebut. Tujuan dari pengenalan pola adalah mengklasifikasi dan mendeskripsikan pola atau objek kompleks melalui pengetahuan sifat-sifat atau ciri-ciri objek tersebut.Ada tiga pendekatan dalam pengenalan pola yaitu secara sintaks, statistik, dan semantik. Pengenalan pola secara sintaks dilakukan berdasarkan ciri-ciri objek. Pengenalan pola secara statistik dilakukan berdasarkan komputasi matematis. Pendekatan dengan semantik berarti pola dikenali dalam tataran yang lebih abstrak[18].

2.7.1 *Template matching*

Pada dasarnya *template matching* adalah proses yang sederhana. Suatu citra masukan yang mengandung *template* tertentu dibandingkan dengan *template* pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan *template*. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling besar antara citra masukan dan 18 citra *template* menandakan bahwa *template* tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan.

Template diposisikan pada citra yang akan dibandingkan dan dihitung derajat kesesuaian pola pada citra masukan dengan pola pada citra *template*. Tingkat kesesuaian antara citra masukan dan citra *template* bisa dihitung berdasarkan nilai eror terkecil [17] dengan menggunakan persamaan 2-9

$$\min e = \sum_{(\mathrm{x,y})\epsilon \mathrm{W}} (\mathrm{I}_{\mathrm{x,y}} - \mathrm{T}_{\mathrm{x,y}})^2 \tag{2-9}$$

I adalah pola *pixel* citra masukan yang akan dibandingkan. T adala pola *pixel* citra *template*. *Template* dengan nilai eror paling kecil adalah *template* yang paling sesuai dengan citra masukan yang akan dibandingkan. Ukuran objek yang beragam bisa diatasi dengan menggunakan *template* berbagai ukuran. Namun hal ini membutuhkan tambahan ruang penyimpanan. Penambahan *template* dengan berbagai ukuran akan membutuhkan komputasi yang besar. Jika suatu *template* berukuran persegi dengan ukuran m x m dan 19 sesuai dengan citra yang berukuran N x N,

Jika parameter *template* bertambah, seperti ukuran *template* yang beragam, maka komputasi yang dilakukan juga akan bertambah. Hal ini yang menyebabkan metode *template matching* menjadi lamban [18].

2.8 Nyartoolkit

NyarToolkit adalah sebuah library yang dibuat untuk mempermudah pembuatan aplikasi *augmented reality*. Toolkit ini berupa library yang didalamnya telah terdapat parameter-parameter standar seperti camera calibration, pembuatan nyar dan papervision, pembuatan bitmap data, dan sebagainya[13].

kelebihan NyAR4psg dibandingkan dengan library yang lain adalah:

1. Library NyAR4psg menyediakan lisensi gratis.
2. Pengembang sangat aktif
3. Aplikasi yang dibuat dengan menggunakan NyAR4psg dengan processing ini bisa di jalankan di OS (Windows,Mac, dan Linux) mana saja, dan berbahasa java yang dapat juga berekstensi *.java, sehingga dapat ditampilkan di halaman web. Pengguna dapat menggunakan aplikasi yang dibangun tanpa harus menginstal aplikasi ini terlebih dahulu.
4. Library NyAR4psg mendukung format .OBJ yang dapat dibuat di Software 3D yang sering digunakan untuk AR yaitu 3DSMax , Blender, dll.
5. Library NyAR4psg menggunakan aplikasi Processing yang berbahasa java ini lebih ringan daripada menggunakan aplikasi java lainnya seperti eclipse.

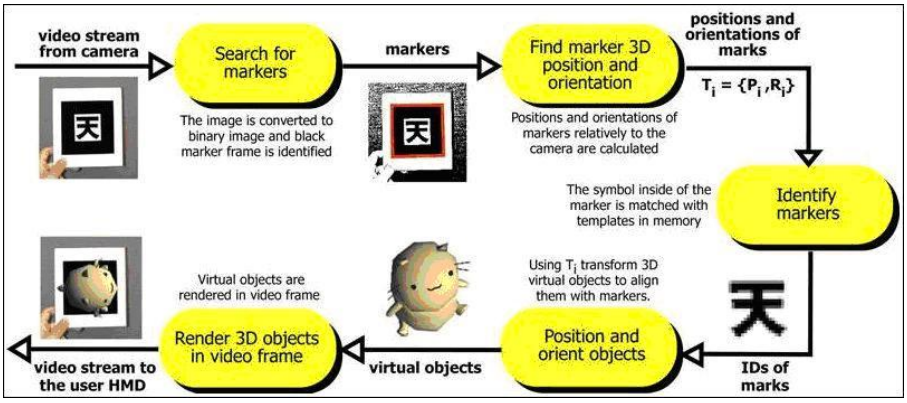
Adapun beberapa kekurangan yang dimiliki oleh library Flar Toolkit adalah

sebagai berikut:

1. Pengguna library NyAR4psg menggunakan Java oleh sebab itu untuk dapat menggunakan library ini pengguna dituntut untuk dapat memahami bahasa pemograman Java.
2. Desain gambar yang akan dijadikan sebagai marker dikonversi terlebih dahulu ke ekstensi *.pat.

Aplikasi NyarToolkit dapat memungkinkan pencitraan virtual secara live ke dalam dunia nyata. Rahasianya ada pada kotak hitam yang digunakan sebagai penanda pelacakan (marker). Pelacakan NyarrToolkit bekerja sebagai berikut:

1. Kamera menangkap data dari marker dalam dunia nyata dan mengirimkan informasinya ke komputer.
2. Software pada komputer akan melacak bentuk kotak dari marker dan mendeteksi berapa video framenya.
3. Bila kotak telah ditemukan, maka software menggunakan perhitungan matematis untuk menghitung posisi dari kamera relative terhadap kotak hitam pada marker.
4. Setelah dikalkulasi maka model grafis akan dimunculkan pada posisi yang sama dan berada di dalam lingkup kotak hitam, lalu ditampilkan ke layar untuk melihat grafis dalam dunia nyata.



Gambar 2.11 Prinsip kerja NyarToolkit [13]

2.9 Bahasa Pemrograman Java

Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dijalankan diberbagai komputer termasuk telepon genggam. Dikembangkan oleh Sun Microsistems dan dirilis tahun 1995. Java berbeda dengan JavaScript. JavaScript adalah bahasa scripting yang digunakan oleh web browser[19].

2.5.1 Sejarah Perkembangan Java

Bahasa pemrograman Java pertama lahir dari The Green Project, yang berjalan selama 18 bulan, dari awal tahun 1991 hingga musim panas 1992. Proyek tersebut belum menggunakan versi yang dinamakan Oak. Proyek ini dimotori oleh Patrick Naughton, Mike Sheridan, James Gosling dan Bill Joy, beserta sembilan pemrogram lainnya dari Sun Microsistems. Salah satu hasil proyek ini adalah maskot Duke yang dibuat oleh Joe Palrang.

Pertemuan proyek berlangsung di sebuah gedung perkantoran Sand Hill Road di Menlo Park. Sekitar musim panas 1992 proyek ini ditutup dengan menghasilkan sebuah program Java Oak pertama, yang ditujukan sebagai pengendali sebuah peralatan dengan teknologi layar sentuh (touch screen), seperti pada PDA sekarang ini. Teknologi baru ini dinamai "*7" (Star Seven).

Setelah era Star Seven selesai, sebuah anak perusahaan Tv kabel tertarik ditambah beberapa orang dari proyek The Green Project. Memusatkan kegiatannya pada sebuah ruangan kantor di 100 Hamilton Avenue, Palo Alto.

Pada sekitar bulan Maret 1995, untuk pertama kali kode sumber Java versi 1.0a2 dibuka. Kesuksesan itu diikuti dengan untuk pemberitaan pertama kali pada surat kabar San Jose Mercury News pada tanggal 23 Mei 1995.

Suatu hari pada pukul 04.00 di sebuah ruangan hotel Sheraton Palace. Tiga dari pimpinan utama proyek, Eric Schmidt dan George Paolini dari Sun Microsistems bersama Marc Andreessen, membentuk Netscape. Nama Oak, di ambil dari pohon oak yang tumbuh di depan jendela ruangan kerja "Bapak Java", James Gosling. Nama Oak ini tidak di pakai untuk versi release Java karena sebuah perangkat lunak lain sudah terdaftar dengan merek dagang tersebut, sehingga diambil nama penggantinya menjadi "Java". Nama ini diambil dari kopi murni yang digiling langsung dari biji (kopi tubruk) kesukaan Gosling. Konon

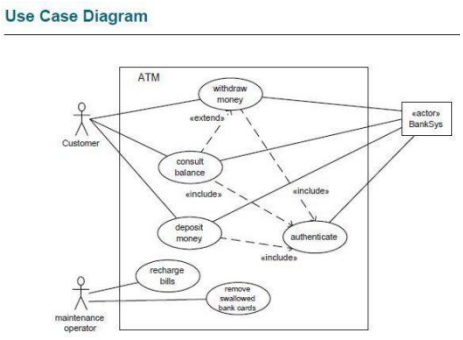
kopi ini berasal dari Pulau Java. Jadi nama bahasa pemrograman Java tidak lain berasal dari kata Java (bahasa Inggris untuk Java adalah Java)[19].

2.10UML(Unified Modeling Language)

UML (Unified Modeling Language) adalah sebuah bahasa yang berdasarkan grafik/gambar untuk memvisualisasi, menspesifikasikan, membangun, dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan software berbasis OO (Object-Oriented). UML sendiri juga memberikan standar penulisan sebuah sistem blue print, yang meliputi konsep bisnis proses, penulisan kelas-kelas dalam bahasa program yang spesifik, skema database. UML sebagai sebuah bahasa yang memberikan vocabulary dan tatanan penulisan kata-kata dalam „MS Word" untuk kegunaan komunikasi. Sebuah bahasa model adalah sebuah bahasa yang mempunyai vocabulary dan konsep tatanan / aturan penulisan serta secara fisik mempresentasikan dari sebuah sistem. Seperti halnya UML adalah sebuah bahasa standard untuk pengembangan sebuah software yang dapat menyampaikan bagaimana membuat dan membentuk model-model, tetapi tidak menyampaikan apa dan kapan model yang seharusnya dibuat yang merupakan salah satu proses implementasi pengembangan software[2].

2.6.1 Use Case Diagram

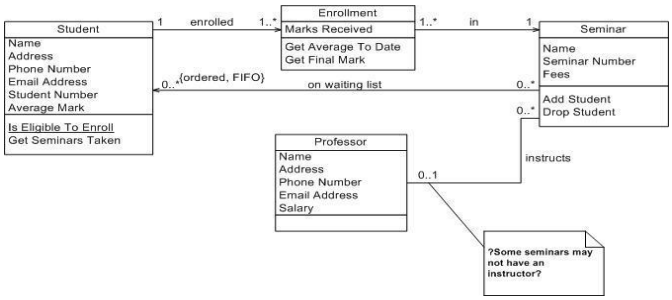
Menggambarkan sejumlah eksternal aktor dan hubungannya ke use case yang diberikan oleh sistem seperti pada gambar 2.8 Use Case Diagram.



Gambar 2.12 Use Case Diagram [2]

2.6.2 Class Diagram

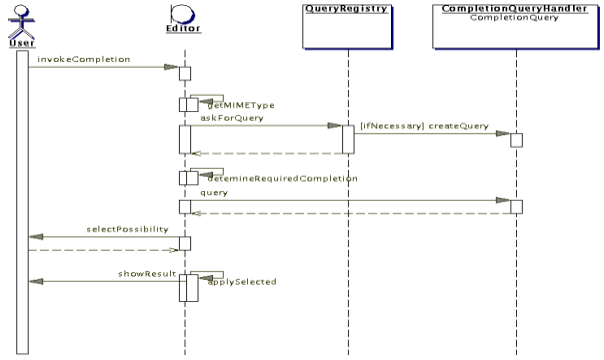
Menggambarkan struktur dan deskripsi class, *package* (paket) dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment* (penahanan), pewarisan, asosiasi dan lain-lain seperti pada gambar 2.9 Class Diagram.



Gambar 2.13 Class Diagram [2]

2.6.3 Sequance Diagram

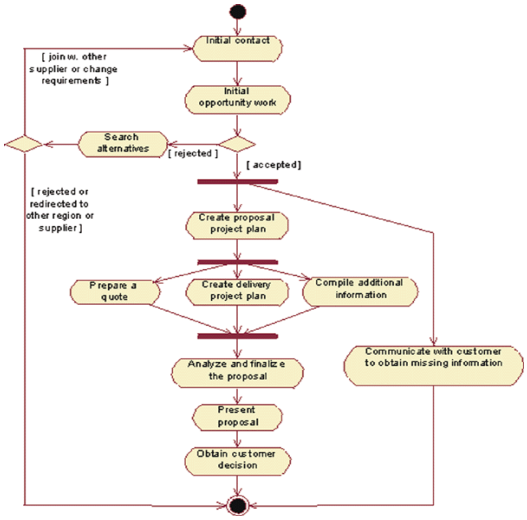
Menggambarkan kolaborasi dinamis antara sejumlah objek dan untuk menunjukan rangkaian pesan yang dikirim antara objek juga interaksi, sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem seperti pada gambar 2.10 Sequance Diagram



Gambar 2.14 Sequance Diagram [2]

2.6.4 Activity Diagram

Menggambarkan rangkaian aliran dari aktivitas, digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam suatu operasi sehingga dapat juga digunakan untuk aktivitas lainya seperti Use Case atau interaksi seperti pada gambar 2.11 Activity Diagram.



Gambar 2.15 Activity Diagram [2]

2.6.5 Tujuan Penggunaan UML

1. Memodelkan suatu sistem (bukan hanya perangkat lunak) yang menggunakan konsep berorientasi objek.
2. Menciptakan suatu bahasa pemodelan yang dapat digunakan baik oleh manusia maupun mesin.