

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sebelum melakukan suatu perancangan dalam suatu sistem ada baiknya mengetahui dasar dasar teori yang akan mendukung perancangan sistem tersebut agar sistem menjadi lebih baik dalam penyusunannya dan menghasilkan struktur yang mudah dipahami. Untuk itu akan diuraikan dasar dasar teori yang menyangkut dalam pembuatan sistem *Human Motion Capture* sebagai berikut.

2.1. Manusia

Manusia dapat diartikan bermacam - macam dari segi rohani, biologi, dan dalam kebudayaan. Secara biologis manusia digolongkan dalam mahluk hidup yang mempunyai otak berkemampuan tinggi dan cerdas. Manusia mempunyai hal mendasar dalam pembentukan yaitu fisik dan psikologis. Fisik adalah kata lain dari raga atau tubuh yang mempunyai arti wujud dan dapat terlihat oleh kasat mata. Fisik dapat digambarkan sebagai struktur benda atau mahluk yang menjadi suatu penopang. Manusia mempunyai keterkaitan antara fisik dan psikologis karena mempengaruhi tingkah laku manusia (*Human Behaviour*). semua perilaku individu pada dasarnya akan terbentuk oleh pengalaman dan gen kepribadian.

2.2. Perilaku Manusia (*Human Behavior*)

Perilaku manusia adalah suatu fungsi atau interaksi antar individu (manusia) dengan lingkungannya. Setiap manusia mempunyai perilaku yang berbeda beda antar mahluk lainnya, karena manusia mempunyai ciri khas unik yang membedakan tiap perilaku pergerakannya. Dimulai dari cara berdiri, berjalan, berlari, duduk dll. Semua perilaku ini dipengaruhi oleh lingkungan yang berbeda pula.

2.3. Motion Capture

Motion Capture atau mocap adalah terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan proses dari perekaman gerakan dan pengartian gerakan tersebut menjadi model digital. Dalam *Motion Capture* terdapat beberapa skema yang diterapkan, diantaranya adalah pengaplikasian di militer, hiburan, olahraga, aplikasi medis, robot, pembuatan dan penggerak model 3D dalam animasi, *Virtual Reality*, menganalisa tingkah laku manusia (*Human Behavior*) dan lain lain [2][3].

Motion Capture ini memiliki tujuan untuk menangkap posisi, gerakan, dan orientasi dari suatu objek dalam ruang nyata kemudian merekam data data informasi yang akan dikembangkan dalam dunia digital [4]. Dalam *Motion Capture* terdapat beberapa teknik untuk menangkap pergerakan yaitu secara garis besar dengan menggunakan tanda (*marker*) yang merupakan salah satu standar dalam motion capture dan tanpa menggunakan tanda (*markerless*)[6]. Untuk teknik tanpa menggunakan tanda (*Markerless*) hanya beberapa perusahaan saja yang sudah menggunakannya salah satunya adalah Microsoft dengan alat Microsoft Kinect Asus Xtion dan Vcon [7]. Untuk teknik tanda (*Marker*) dibedakan menjadi *acoustical system*, *mechanical system*, *magnetic system*, dan *optical system* sehingga dibutuhkan alat canggih dan studio khusus yang mempunyai biaya guna cukup mahal yaitu sekitaran 3000 euro untuk tiap bulannya [8]. Skeleton atau stickman yang mempunyai nanti dibuat akan berguna untuk menganalisa aksi aksi yang dilakukan[9].

2.4. Sensor Kamera

Kamera adalah salah satu perangkat optik yang akan digunakan untuk menangkap serta menyimpan gambar. Kamera ini merupakan alat optik yang artinya alat dengan cara kerja memanfaatkan prinsip pemantulan dan pembiasan cahaya. Kamera merupakan bagian paling penting dalam proses pengolahan citra, karena citra tersebut diambil dan didapatkan dari sensor kamera yang akan ditranmisikan dan ditampilkan pada display.

Kamera video merupakan salah satu produk teknologi digital yang dimana input data analog berupa frekuensi sinar menuju ke data digital elektronis. Video merupakan frame frame yang digabungkan perdetiknya dengan kecepatan yang cepat. Frame frame tersebut dalam perdetik biasanya disebut FPS yaitu Frame Per Second, jumlah jeda frame tersebut tidak bisa dilihat atau ditangkap oleh mata manusia karena sangat cepat dengan rata rata 30fps hingga 240fps pada resolusi 480p sampai resolusi 4kp.

Ada 2 video standard yaitu PAL dan NTSC. *Phase Alternating Line* atau PAL mempunyai resolusi yang lebih baik dibanding *National Television System*

Committe atau NTSC tetapi memiliki frame rate yang lebih rendah. Untuk saat ini indonesia menggunakan sistem PAL

2.5. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah istilah umum untuk memproses dan mengolah serta memanipulasi citra dengan bermacam macam cara. Foto adalah citra 2 dimensi Foto dalam citra digital (yang berasal dari kamera digital) dapat diolah dalam beberapa perangkat lunak tertentu hingga menghasilkan citra manipulasi atau modifikasi. Sebagai salah satu contohnya yaitu hasil dari kamera citra digital terlihat gelap dapat dimodifikasi agar citra tersebut menjadi lebih terang dan sebaliknya. Contoh yang lainnya yaitu memisahkan latar belakang foto dengan objek yang diinginkan.

Pengolahan citra merupakan aplikasi nyata dalam mengimplementasi dalam pengindraan jarak jauh melalui satelit dan *machine vision*. pada pengenalan pola, penggunaan pengolahan citra yaitu memisahkan objek dari latar tertentu sehingga objek dapat dikenali seperti contohnya pengenalan buah jeruk, apel, pisang dll.

2.5.1 Jenis Citra Digital

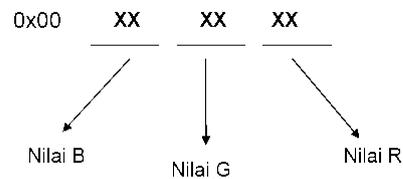
Nilai dalam suatu citra digital beragam dan memiliki nilai tertentu dimulai dari titik minimum hingga maksimum tergantung dari jenis citra warnanya. Namun secara umum nilai tersebut adalah rentang nilai dari 0 sampai 255. Citra berikut disebut dengan citra integer.

2.5.1.1 Citra Warna

Citra warna atau yang biasa disebut dengan citra RGB merupakan pergabungan komponen R (merah), G (hijau) dan B (biru). Pada setiap komponen warna tersebut menggunakan 8 bit dengan rentang nilai 0 sampai 255. Dengan begitu warna biasa yang didapat sekitar $255 \times 255 \times 255$ yaitu 16.581.375 warna.

Pada pengolahan citra warna direpresentasikan dengan nilai hexadecimal dari 0x00000000 sampai dengan 0x00ffffff dengan warna hitam diwakili

0x00000000, sedangkan putih wakili 0x00ffffff. Digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Representasi Citra Hexadesimal RGB

Citra warna terdiri dari beberapa jenis yaitu :

1. Citra warna 8 bit

Setiap pixel pada warna citra diwakili dengan 8 bit yaitu 256 jumlah warna dimulai dari 0 sampai 255.

2. Citra warna 16 bit

Citra warna 16 bit biasa disebut sebagai citra *Highcolor* yaitu setiap pixel warnanya tersebut diwakili oleh 2 byte memori atau 16 bit dengan jumlah citra warna 65.536.

3. Citra warna 24 bit

Setiap dari citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit dengan jumlah citra warna yaitu 16.777.216 variasi. Jumlah ini sudah cukup untuk mewakili dan memvisualisasikan warna yang dapat dilihat oleh mata manusia. Penelitian menyebutkan mata manusia dapat membedakan 10 juta warna saja.

Berikut adalah contoh gambar dari citra warna pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Citra warna. [10]

2.5.1.2 Citra Grayscale

Citra grayscale adalah citra digital yang hanya memiliki satu kanal pada setiap pixelnya. Nilai tersebut untuk menunjukkan tingkat warna intensitas. Warna pada grayscale terbatas yaitu warna hitam, keabuan dan putih.

Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan). Terdapat beberapa metode untuk mengubah citra warna menjadi grayscale.

- Lightness method

$$g = \frac{\max(R,G,B)+\min(R,G,B)}{2} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Average method

$$g = \frac{(R+G+B)}{3} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Luminosity method

$$g = (0.21 R) + (0.71 G) + (0.07 B) \dots\dots\dots (2.3)$$

Berikut adalah contoh gambar dari citra grayscale.



Gambar 2.3 Citra grayscale

2.5.1.3 Citra Biner

Citra biner adalah citra dengan setiap pikselnya hanya diwakilkan oleh 2 nilai, yaitu 1 dan 0 dimana pada nilai 0 mewakili nilai hitam dan 1 mewakili

warna putih. Citra biner dapat didapat dari hasil konversi citra warna ke grayscale dahulu kemudian ke dikonversi ke biner. Secara sistem matis citra biner ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$b(i) = \begin{cases} 0, & i \geq a \\ 1, & i < a \end{cases} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

b adalah citra biner

i adalah nilai citra keabuan pada indeks

a adalah nilai ambang

berikut adalah contoh gambar dari citra biner pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Citra Biner

2.6. Dasar Warna

Pada dasarnya mata manusia dapat melihat warna karena objek objek tersebut dipantulkan oleh cahaya. Oleh karena itu kualitas warna cahaya ditentukan oleh panjangnya gelombang. Karakteristik persepsi mata manusia dalam membedakan antara satu warna dengan warna lain berupa *hue*, *saturation*, dan *brightness*.

Hue mempunyai warna yang dikenali oleh manusia seperti merah dan hijau. Bidang warna ini mencerminkan warna yang ditangkap mata manusia yang dapat menanggapi berbagai nilai panjangnya suatu gelombang cahaya. Sebagai salah satu contohnya, jika mata dapat melihat warna biru yang berarti mata manusia telah menangkap panjang gelombang antara 430 sampai 480 nanometer.

Saturation adalah tingkat kemurnian dari suatu warna atau berapa banyaknya tingkat cahaya putih yang bercampur dengan hue. Setiap warna murni mempunyai persentas 100% dan tidak mengandung cahaya putih sama sekali, dengan kata lain, jika campura saturasi warna tersebut antara 0 sampai 100%.

Brightness atau yang berarti kecerahan adalah intensitas pantulan objek yang dapat diterima oleh mata. Intensitas tersebut dinyatakan sebagai perubahan warna dari putih menuju abu abu sampai menuju hitam

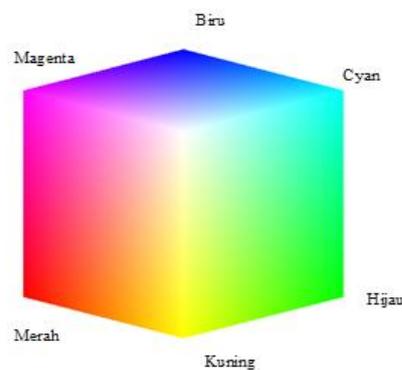
2.6.1 Ruang Warna

Ruang warna biasa disebut dengan model warna atau sistem warna yaitu suatu spesifikasi sistem koordinat atau suatu sub ruangan dalam sistem tersebut dengan setiap warna dinyatakan dalam suatu titik didalamnya. Tujuan dari ruang warna adalah memberikan spesifikasi warna untuk memenuhi standar sistem

Ruang warna yang paling dikenal pada perangkat komputer biasanya adalah RGB karena RGB sesuai dengan sifat mata manusia dalam menangkap suatu warna

2.6.1.1 Ruang warna RGB (Red Green Blue)

Ruang warna RGB pada umumnya diterapkan pada monitor *Cathode Ray Tube* atau CRT dan umumnya pada grafika komputer. Ruang warna ini didasar oleh 3 layer Merah (R), Hijau (G) dan Biru (B). Setiap piksel dibentuk oleh 3 layer tersebut, perhatikan gambar 2.5 yaitu kubus dengan warna secara nyata dengan resolusi 24bit. Dengan 24 bit jumlah total warna mencapai 16.777.216.



Gambar 2.5 Kubus warna dengan 24 bit. [11]

2.6.1.2 Ruang warna HSV (Hue Saturation Value)

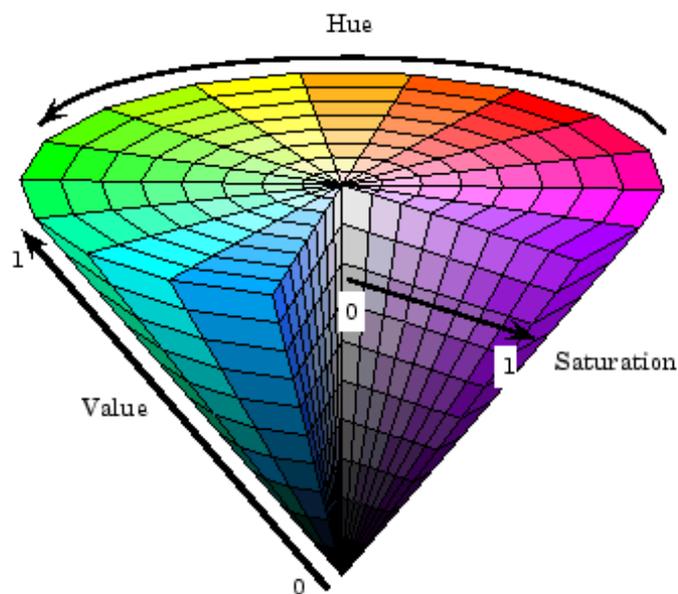
Model HSV terdiri dari Hue Saturation dan Value (biasa disebut brightness). HSV sangat relevan dengan mata manusia normal pada umumnya[12]. Hue merupakan sudut dari 0 sampai 360 derajat dengan warna 0 adalah merah, 60 adalah kuning , 120 adalah hijau, 180 adalah cyan, 240 adalah biru dan 300 adalah magenta.

Hue (H) merupakan jenis warna atau corak warna seperti merah biru atau kuning yang biasa ditemukan pada spectrum warna.

Saturation (S) dari spectrum warna adalah ukuran seberapa murni suatu warna tersebut. Sebagai contohnya suatu warna warna dengan warna kuning tanpa putih adalah saturasi penuh, biasanya bernilai dari 0 sampai 1 atau persentasenya 0 sampai 100% dengan menunjukkan 0 mendekati abu abu putih dan 1 atau 100% menunjukkan warna kuning yang murni tanpa putih.

Value (V) atau biasa disebut dengan intensitas yaitu ukuran seberapa besar kecerahan dari suatu warna tersebut. Value dapat bernilai dari 0 sampai 100% [12].

Berikut adalah Gambar 2.6 merupakan ruang warna HSV



Gambar 2.6 Ruang warna HSV. [11]

Sebelum melakukan konversi warna dari RGB menuju HSV diperlukan normalisasi nilai RGB terlebih dahulu.

$$r = R/255 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$g = G/255 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$b = B/255 \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan memanfaatkan nilai r,g,b dirumuskan perubahan sebagai berikut

$$V = \max (r, g, b) \dots\dots\dots (2.8)$$

$$S = \begin{cases} 0, & V = 0 \\ \frac{V - \min(rgb)}{V}, & V <> 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$H = \begin{cases} 0, & S = 0 \\ 60^\circ \frac{(g-b)}{SV}, & V = r \\ 60^\circ \left[2 + \frac{(b-r)}{SV} \right], & V = g \\ 60^\circ \left[4 + \frac{(r-g)}{SV} \right], & V = b \end{cases} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$H = H + 360 \text{ jika } H < 0 \dots\dots\dots (2.11)$$

2.6.2 Thresholding

Thresholding adalah suatu proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih dengan nilai 0 atau 1. Sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk dalam objek dan background dari suatu citra. *Thresholding* biasa disebut sebagai pemisahan antara objek dan background suatu citra. Hasil dari *Thresholding* biasanya digunakan lebih lanjut untuk operasi pengenalan objek dan ekstraksi ciri.

$$T = T[x, y, p(x, y), f(x, y)] \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

T adalah nilai ambang suatu citra

x, y adalah koordinat titik nilai ambang.

P(x,y), f(x,y) adalah titik piksel citra keabuan

Proses rumus diatas akan menghasilkan citra biner sebagaimana disebutkan pada sub bab sebelumnya. Yaitu citra dengan nilai keabuan yaitu putih dan hitam atau 0 dan 1.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \dots\dots\dots(2.13)$$

2.7. Ekstraksi Fitur

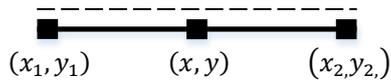
Ekstraksi fitur merupakan proses pengambilan nilai yang terdapat pada citra yang telah diolah sedemikian rupa. Nilai yang muncul atau yang diekstrak pada penelitian ini akan digunakan untuk memberi label koordinat untuk mengetahui posisi dari warna yang telah ditentukan. Proses ekstraksi fitur merupakan proses yang sangatlah penting yang berguna untuk mengolah data nanti. Terdapat banyak metode ekstrasi fitur. Salah satunya

- Ekstarksi fitur warna
- Ekstraksi fitur tekstur
- Ekstraksi fitur Geometri

Pada penelitian kali ini hanya menggunakan ekstraksi fitur geometri untuk menentukan koordinat pusat suatu daerah yang berwarna.

2.7.1. Ekstraksi Fitur Bentuk Bangun Datar

Ekstraksi Fitur Geometri Bangun Datar adalah ekstraksi yang memproses citra piksel dengan mengolahan bentuk, ukuran, posisi, dan sifat titik antar garis dalam bentuk Bangun Datar 2 Dimensi [13]. Ekstraksi Geometri Bangun datar yang dilakukan pada objek yaitu pada bentuk Bangun Datar Persegi. Bangun Datar Persegi tersebut mewakili marker yang telah ditempelkan pada tubuh manusia sebagai marker. Ekstraksi berikut mengolah pada 2 buah atau lebih suatu titik, garis ataupun bidang datar dalam citra digital. Salah satu cirinya adalah mengolah jarak dan sudut yang nantinya dengan rumus sebagai berikut dalam menentukan titik pusat koordinat dalam suatu daerah yang berwarna. Berikut adalah mencari koordinat tengah antara 2 titik



$$(x, y) = \left(\frac{x_2 + x_1}{2}, \frac{y_2 + y_1}{2} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

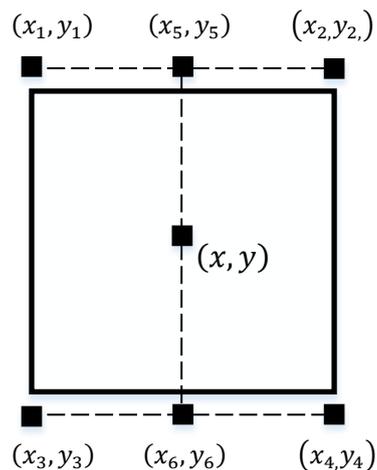
Dimana:

(x, y) adalah koordinat pusat

(x_2, x_1) adalah koordinat baris antar 2 titik

(y_2, y_1) adalah koordinat kolom antar 2 titik

Berikut adalah mencari koordinat tengah dengan bangun ruang persegi menggunakan 4 titik agar koordinat pusat yang ditentukan lebih akurat



$$(x_5, y_5) = \left(\frac{x_2 + x_1}{2}, \frac{y_2 + y_1}{2} \right)$$

$$(x_6, y_6) = \left(\frac{x_4 + x_3}{2}, \frac{y_4 + y_3}{2} \right)$$

$$(x, y) = \left(\frac{x_6 + x_5}{2}, \frac{y_6 + y_5}{2} \right)$$

Dimana :

(x, y) adalah koordinat pusat suatu bangun ruang

(x_1, x_2, x_3, x_4) adalah koordinat baris antar 4 titik

(y_1, y_2, y_3, y_4) adalah koordinat kolom antar 4 titik

(x_5, y_5) adalah hasil perhitungan titik tengah antara (x_1, y_1) dan (x_2, y_2)

(x_6, y_6) adalah hasil perhitungan titik tengah antara (x_3, y_3) dan (x_4, y_4)

Ekstraksi ciri untuk mendapatkan nilai jarak antar titik anggota tubuh menggunakan Euclidean Distance yang mana adalah perhitungan jarak dari buah titik dalam euclidean space. Dapat dijabarkan dalam rumus sebagai berikut

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \dots\dots\dots (2.15)$$

2.8. Microsoft Visual Studio C#

Microsoft Visual Studio C# merupakan sebuah alat bantu pemrograman atau dengan sebutan Rapid Application Development Tool yang dibuat oleh Microsoft Corporation dan dapat digunakan untuk membuat program berbasis Grafis dengan menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan C++. Program ini dimasukan dalam produk yang sama pada Microsoft Visual Studio dimana yang terdiri dari Visual C++, Visual Basic, Visual C#. Sejah ini program ini merupakan program yang paling banyak digunakan oleh programmer dalam membuat program untuk suatu penelitian

2.9. OpenCV

OpenCV adalah suatu library Open Source untuk berbagai program salah satunya dalam Computer Vision. OpenCV didesain untuk berbagai aplikasi salah satunya berbasis capture perdetik, memiliki fungsi akuisisi yang baik dalam menangkap suatu citra gambar ataupun citra video. OpenCV memiliki berbagai fitur yang dapat digunakan yang diantara lain yaitu sebagai berikut.

- Manipulasi data citra
- Data struktur dinamis
- Citra dan video I/O
- Manipulasi matriks dan vector
- Pemrosesan citra fundamental (filtering, edge detection, corner detection)
- Kalibrasi kamera (Calibrating patterns)
- Analisis gerakan (segmentation, tracking)
- Pengenalan objek (eigen-methods)
- Pelabelan citra (line, textdrawing)

Beberapa library OpenCV yaitu

- CV : image PROCESSING dan vision
- ML : Machine Learning
- Highgui : GUI,image, video I/O
- CXCORE : struktur data
- CvAux