

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Animasi Wajah**

Animasi wajah merupakan proses gerak pada model-model tiga dimensi secara realistis serupa dengan wajah manusia dengan menampilkan berbagai emosi atau mimik (Fratarcangeli, 2012). *Facial motion capture database* merupakan data yang berisi gerakan bentuk ekspresi wajah model atau aktor yang telah diberi marker yang di tangkap kamera (Gunanto, Hariadi, & Yuniarno, Feature-Points Nearest Neighbor Clustering on 3D Face Models, 2016).

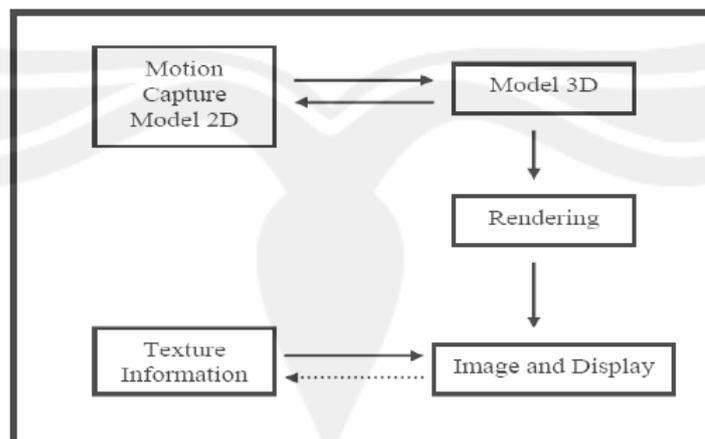
Dalam animasi wajah terdapat dua teknik, yaitu teknik berbasis *marker* dan *non-marker*. Berbasis *marker* yaitu dengan penggunaan titik fitur pada wajah. Lainnya halnya dengan *non-marker*, dilakukan *3D skanning* menyeluruh. Dalam karakter animasi pengeditan manual diperlukan (Havaladar, 2000):

- 1) Jika gerakan dari model tiga dimensi belum mirip dengan pergerakan manusia.
- 2) Model wajah tiga dimensi memiliki morfologi yang berbeda dengan wajah manusia.
- 3) Penempatan *marker* pada *motion capture* tidak selalu tetap dan tepat dari hari ke hari.

## B. Pemodelan 3D (*3D Modelling*)

Pemodelan adalah membentuk suatu benda atau objek. Membuat dan mendesain objek tersebut sehingga terlihat seperti hidup. Sesuai dengan objek dan basisnya, secara keseluruhan proses ini dilakukan atau dikerjakann pada komputer.

Melalui proses dan konsep desain, keseluruhan objek dapat diperlihatkan secara tiga dimensi, sehingga banyak yang menyebut hasil tersebut sebagai pemodelan tiga dimensi (*3D modelling*) (Nalwan, 1998). Pada pemodelan tiga dimensi terdapat beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam membangun model objek, karena semuanya memiliki kontribusi pada hasil akhir. Aspek-aspek tersebut adalah metode dalam mendiskripsikan objek, tujuan dari model, tingkat kerumitan, perhitungan biaya, keseuaian dan kenyamanan, serta kemudahan dalam memanipulasi model. Berikut akan ditunjukkan proses pemodelan tiga dimensi pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Pemodelan 3D

Pada gambar 1 terlihat bahwa terdapat lima komponen yang saling keterkaitan dalam mendukung terciptanya sebuah model tiga dimensi. Lima komponen tersebut adalah:

1. *Motion Capture*

Merupakan langkah pertama dalam menentukan bentuk suatu objek model yang akan dibangun dalam bentuk tiga dimensi. Pada proses ini penentuan objek dua dimensi merupakan dasar atau acuan untuk pemodelan tiga dimensi.

2. Dasar Metode Modeling 3D

Terdapat tiga metode atau teknik pemodelan tiga dimensi yang dapat digunakan dalam menciptakan sebuah model menggunakan aplikasi pemodelan 3D, yaitu:

- a. Teknik Primitive Modeling (*Solid Geometry Modeling*)

Teknik tersebut merupakan teknik dasar yang menggunakan objek-objek solid yang telah ada pada standart geometri, atau sering disebut *Constructive Solid Geometry*. Teknik tersebut hanya dapat digunakan untuk membuat model-model yang standar dan sangat sulit diterapkan untuk menciptakan objek model dengan bentuk permukaan yang kompleks. Contoh objek primitive: kubus, bola, dan silinder.

- b. Teknik Polygonal Modeling (*Sculpt Modeling*)

Teknik tersebut merupakan teknik yang mudah untuk dipelajari dan cepat dalam pembuatannya, serta tidak membutuhkan resource komputer yang besar. Teknik tersebut adalah hasil modifikasi dari teknik standar *primitives geometry*. Komponen yang digunakan adalah *vertex*, *edge*, *face*, *poly*, dan *border*.

c. Teknik NURBS Modeling (*Curve Modeling*)

NURBS merupakan kepanjangan dari *Non-Uniform Rational Bezier Spline*, merupakan teknik populer dalam membangun sebuah model organik.

3. Proses *Rendering*

*Rendering* merupakan proses akhir dari keseluruhan proses pemodelan ataupun animasi. Dalam tahap ini data-data yang telah dikerjakan dalam proses modeling, animasi, texturing, pencahayaan akan di proses menjadi sebuah output.

4. *Texturing*

*Texturing* merupakan proses dalam menentukan karakteristik sebuah materi objek melalui tekstur. Tekstur tersebut dapat digunakan untuk menciptakan variasi warna *pattern*, tingkat kehalusan maupun kekasaran dari sebuah lapisan objek secara detail.

## 5. *Image dan Display*

*Image dan Display* merupakan hasil dari keseluruhan proses pemodelan atau output dari proses *rendering*. Hasil dapat berupa gambar ataupun video.

### C. **Sistem Koordinat 3D**

Koordinat merupakan posisi atau letak suatu titik dua dimensi atau tiga dimensi, yang mengacu pada sistem koordinat tertentu. Sistem koordinat memiliki tiga parameter, yaitu:

1. Lokasi titik nol dari sistem koordinat.
2. Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat.
3. Besaran (*kartesian, curvalinier*) yang digunakan dalam mendefinisikan posisi suatu titik pada sistem koordinat tersebut.

Setiap parameter pada sistem koordinat tertentu dapat lebih dispesifikasikan menjadi beberapa jenis sistem koordinat (Abidin, 2006), antara lain:

1. Sistem Koordinat Lokal
  - a. Sistem Koordinat Polar
  - b. Sistem Koordinat Kartesian

## 2. Sistem Koordinat Global

### a. Sistem Koordinat Astronomis

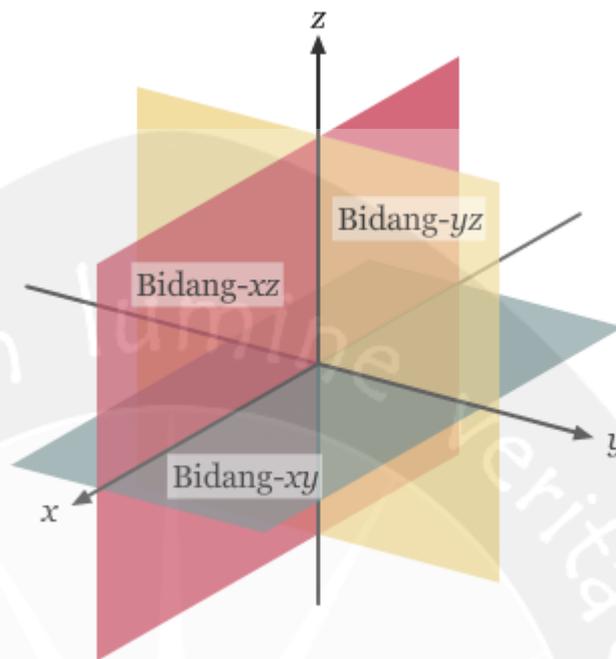
Cakupan pada sistem koordinat ini adalah lintang astronomi dan bujur astronomi bidang terhadap geoid.

### b. Sistem Koordinat Geodetik

Cakupan pada sistem koordinat ini adalah lintang geodetik dan bujur geodetik terhadap bidang *elipsoid*. Sistem koordinat ini berdasarkan pada permukaan suatu bentuk elipsoida tertentu dan tergantung juga pada ukuran, bentuk dan orientasi tiga dimensi elipsoida.

### c. Sistem Koordinat Kartesian Tiga Dimensi

Tiga dimensi adalah sebuah dimensi yang memiliki ruang. Sistem koordinat kartesian tiga dimensi ditentukan oleh tiga koordinat yang saling tegak lurus yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Ketiga sumbu tersebut menentukan tiga bidang yaitu bidang xy, bidang xz, dan bidang yz yang membagi ruang menjadi 8 oktan.



Gambar 2. Sistem Koordinat Tiga Dimensi

Pada gambar 2 dapat dilihat tiga bidang koordinat, yaitu: bidang  $xy$ , bidang  $xz$ , dan bidang  $yz$ . Ketiga bidang tersebut sebagai pemisah ruang menjadi delapan oktan. Oktan pertama berisi titik-titik yang semua koordinatnya positif. Pada objek tiga dimensi memiliki sub-objek atau elemen-elemen pembentuk. Elemen-elemen tersebut adalah *vertex*, *edge*, dan *face*.

*Vertex* merupakan sebuah titik yang terletak pada koordinat  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  tertentu. Dua *vertex* yang saling terhubung akan membentuk sebuah *edge*. Bidang permukaan yang terbentuk melalui tiga *vertex* dan *edge* atau lebih disebut *face*. Bentuk paling dasar dari sebuah *face* adalah bentuk segitiga

dengan tiga jumlah *edge* dan *vertex* yang mengapit. *Face* pada objek tiga dimensi dapat juga disebut sebagai *polygon*. Dan kumpulan *vertex*, *edge*, dan *face* yang membentuk sebuah objek adalah *mesh*.

#### D. Skinning

*Skinned surface* merupakan permukaan yang berisi sebuah set kurva  $C_1(u)$ ,  $C_2(u)$ ,...  $C_n(u)$ . Dalam *skinned surface* urutan kurva merupakan hal yang penting, karena dengan mengubah urutan kurva akan menghasilkan *skinned surface* yang berbeda. *Skinning geometry* merupakan metode yang populer dalam menghidupkan karakter animasi (Kavan L. & Sorkine, Elasticity-inspired deformers for character articulation, 2012)(Kavan & Zara, Spherical blend skinning: a realtime deformation of articulated models, 2005)(Kavan, Zara, & O'Sullivan, Geometric skinning with approximate dual quaternion blending, 2008)(Kim & Han, 2014)(Kavan L. , 2014).

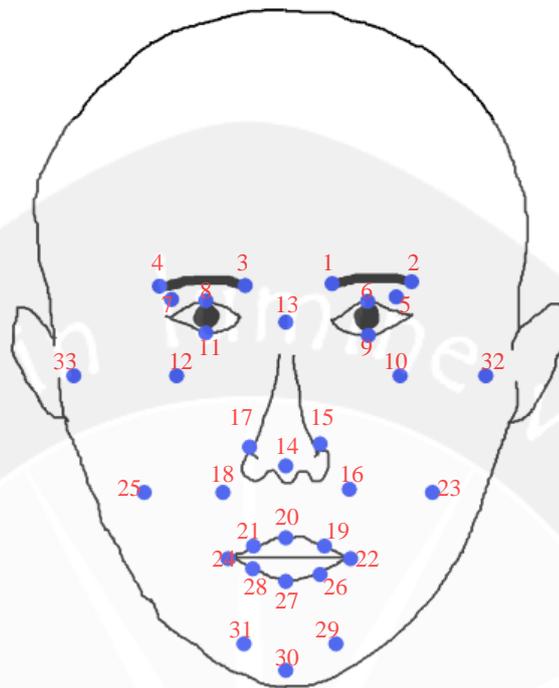
Dalam penelitian berbeda *linear blend skinning* dan *dual quaternion skinning* sangat cepat dalam perhitungan dan relatif mudah atau sederhana dalam proses penerapannya. Dalam perkembangan metode tersebut bobot dari transformasi kerangka masih belum sesuai dalam penerapan pada bagian mesh, sehingga animator masih melakukan secara manual dalam melakukan penyempurnaan (Dionne & Lasa, 2014). Dalam *shape interpolation* dan *based method* penggunaan *skinning surface* dapat digunakan secara real-time. Namun

hasil penangkapan deformasi tidak praktis, karena memerlukan semua inputan dalam semua situasi.

Kekurangan berikutnya adalah *skin* tidak mudah untuk di interpolasi, berakibat pada deformasi menjadi non-linear. Sebagai solusi untuk mendapatkan hasil yang realistis perlu digunakan suatu metode *physically-based* seperti pengetahuan berdasarkan anatomi (Ng-Thow-Hing, 2001)(Teran, Sifakis, Irving, & Fedkiw, 2005)(McAdams, et al., 2011). Diperlukan data anatomi berbagai macam karakter agar perhitungan dalam kontrol otot dapat dilakukan (Ali-Hamadi, et al., 2013).

#### **E. Titik Fitur / Marker**

Titik fitur merupakan titik sample yang digunakan sebagai acuan dalam menangkap data pergerakan atau perpindahan sistem wajah seperti otot, sendi dan rahang. Titik fitur digunakan sebagai penyederhana dalam melakukan komputasi dibandingkan dengan melakukan *3D scanning* yang mengharuskan melakukan perhitungan di seluruh titik wajah. Dalam penelitian ini, digunakan *marker* wajah sebanyak 33 *marker* yang diletakkan pada area wajah (gambar 1). Jumlah tersebut berdasarkan pada alat *OptiTrack* yang disesuaikan khusus untuk wajah.



Gambar 3. Posisi Titik Fitur / *marker*

Mengingat bahwa target pada wajah terdiri marker, sehingga melalui gerakan setiap titik dapat dihitung menurut gerak fitur point, sehingga otot model dapat dibangun untuk disimulasikan ekspresi melalui vektor otot(Gunanto, Hariadi, & Yuniarno, Feature-Points Nearest Neighbor Clustering on 3D Face Models, 2016)(Gunanto, Hariadi , & Yuniarno, Generating Weight Paint Area on 3D Cartoon-Face Models, 2016)(Gunanto, Hariadi, & Yuniarno, Improved 3D Face fp-NN Clustering Using Orthogonal Face Map, 2016).

## F. Clustering pada Model Wajah 3D

Pemetaan kerangka pada animasi wajah memerlukan penanganan khusus berdasarkan karakteristik dari ukuran dimensi dan lokasi tulang dalam mendukung pembentukan ekspresi pada wajah yang benar. Dalam pemetaan tersebut sebagian besar bobot wilayah ditentukan secara manual dan dilakukan oleh animator. Daerah tersebut berkaitan dengan sejumlah perubahan yang terjadi pada permukaan wajah model akibat pengaruh gerakan tulang (Botsch & Sorkine, On Linear Variational Surface Deformation Methods, 2008).

Setiap vertek pembentuk ekspresi wajah model tiga dimensi dipilih sebagai *centroid cluster* dan di representasikan sebagai area gerak yang jumlahnya disesuaikan dengan jumlah *feature-point* gerak dalam menangkap data. Dengan clustering daerah gerak mampu dihasilkan dan disederhanakan berdasarkan model tiga dimensi wajah (J & C, 2014). Dalam pemetaan atau pengelompokan *feature-point* yang dianggap sebagai titik centroid menggunakan hubungan *nearest neighbors* sebagai anggota suatu cluster. Pemetaan yang diterapkan untuk memperoleh hasil yang baik clustering menggunakan model proyeksi ortogonal (Zhu & Lee, 2007).

## G. Linear Blend Skinning

*Linear Blend Skinning* merupakan kerangka dalam melihat deformasi (Jacobson, Baran, Popovi'c, & Hornung, 2014)(Botsch , Pauly , Wicke , & Gross, 2007). Dalam proses deformasi penghitungan setiap pergerakan harus dilakukan, terutama dalam aplikasi seperti video game, film animasi dan lain-lain. *Linear*

*Blend Skinning* digunakan pada animasi ekspresi wajah sebagai alat pengontrol atau *deformasi intuitif*, melalui pendekatan tersebut dapat di prediksi dalam pembentukan deformasi sebuah permukaan fisik yang wajar atau natural dan estetis (Jacobson, Baran, Kavan, Popović, & Sorkine, 2012). Dalam prosesnya bobot setiap koordinat kartesian berbeda-beda.

Bobot memiliki nilai yaitu :

$$0 \leq w_j \leq 1 \quad (3.1)$$

Perhitungan perubahan:

$$V'_i = \sum_{j=1}^m w_j(V_i) T_j \begin{pmatrix} V_i \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

Persamaan tersebut dapat diuraikan menjadi:

$$V' = MT \quad (3.3)$$

Dalam proses deformasi penghitungan setiap perubahan gerak harus dilakukan, terutama dalam aplikasi seperti game dan lain-lain. LBS digunakan pada animasi ekspresi wajah sebagai alat pengontrol atau deformasi intuitif, melalui pendekatan tersebut dapat di prediksi dalam pembentukan deformasi sebuah permukaan fisik yang masuk akal atau alamiah dan estetis (Jacobson, Baran, Kavan, Popović, & Sorkine, 2012). Dalam prosesnya bobot setiap koordinat kartesian berbeda-beda.

Nilai bobot memiliki rentang nilai antara  $0 \leq w_j \leq 1$ , dimana bobot akan bernilai 0 ketika berjarak paling jauh. Sehingga efek dari perubahan sangat minim.

Bobot akan bernilai 1 jika efek perubahan tepat pada titik tersebut. Untuk perhitungan bobot menggunakan (1)

$$w = 1 - \frac{n}{n_{max}} \quad (3.4)$$

Untuk menghitung nilai perubahan yang terjadi, dapat dihitung menggunakan rumus (2). Dimana  $C$  merupakan koordinat centroid baru dan koordinat centroid lama.

$$\Delta T = \|C_{new} - C_{old}\| \quad (3.5)$$

Untuk menghitung perubahan yang terjadi dapat menggunakan metode LBS yaitu:

$$V'_i = \sum_{j=1}^m w_j(V_i) T_j \begin{pmatrix} V_i \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.6)$$

$$V' = WT \quad (3.7)$$