

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Animasi wajah berkonsentrasi pada penciptaan ekspresi wajah karakter 3D yang realistis dengan menunjukkan emosi yang tepat (Seol et al., 2011). Terdapat dua teknik yang dilakukan dalam animasi wajah, yaitu teknik berbasis *marker* dan tidak berbasis *marker*. Animasi wajah berbasis *marker* berarti animasi dilakukan dengan memaksimalkan penggunaan titik fitur (*marker*) pada wajah. Sedangkan animasi wajah dengan tidak berbasis *marker* berarti animasi wajah dilakukan secara manual oleh animator. Referensi (Havaldar, 2000) menjelaskan bahwa pengeditan manual pada karakter animasi diperlukan jika: 1) gerakan yang diharapkan dari model 3D belum sama/ mirip dengan pergerakan manusia, 2) wajah model 3D memiliki proporsi/ morfologi yang berbeda dari wajah manusia, 3) penempatan *marker* pada *motion capture* tidak selalu tetap dan tepat dari hari ke hari.

*Motion capture* menyimpan data pergerakan dari *marker*. Penggunaan *marker* bertujuan untuk menyederhanakan proses animasi wajah. Tantangan dalam penggunaan *marker* adalah bagaimana menciptakan ekspresi sealam mungkin dengan jumlah titik yang tidak memenuhi seluruh permukaan model (Zhu & Lee, 2007). Di sisi lain, penggunaan *marker* berarti meringankan komputasi dibandingkan dengan algoritma yang harus menghitung seluruh titik pada permukaan wajah. Data *motion capture* dapat digunakan pada animasi wajah

secara berulang bahkan dengan model karakter yang berbeda (Gunanto et al., 2016).

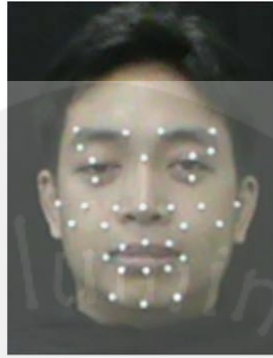
Metode RBF dikembangkan pada tahun 1970-an. Metode ini digunakan untuk merekonstruksi fungsi dan untuk memecahkan persamaan diferensial parsial berdasarkan data yang tersebar (Hubbert et al., 2015). Referensi (Umenhoffer & Tóth, 2012) menggunakan RBF untuk mendefinisikan relasi konfigurasi sumber serta target pada animasi wajah 3D yang berbasis pada posisi geometris tulang.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Ekspresi Wajah**

Manusia memiliki kemampuan untuk menampilkan emosi dalam bentuk ekspresi wajah. Terdapat enam ekspresi dasar wajah manusia: sedih, senang, marah, jijik, takut, dan terkejut (Kobayashi et al., 1995). Setiap ekspresi tersebut memiliki perbedaan pada tarikan otot-otot wajah (Tian et al., 2001).

Wajah manusia dapat menunjukkan tanpa ekspresi (Gambar 1) atau juga dikenal sebagai ekspresi netral. Enam ekspresi dasar manusia ditunjukkan pada Gambar 2; gambar a menampilkan ekspresi sedih, gambar b menampilkan ekspresi senang, gambar c menampilkan ekspresi marah, gambar d menampilkan ekspresi jijik, gambar e menampilkan ekspresi takut, dan gambar f menampilkan ekspresi terkejut.



Gambar 1. Ekspresi netral



a



b



c



d



e



f

Gambar 2. Enam ekspresi dasar wajah manusia

## 2. *Facial Action Coding System*

Referensi (Ekman & Friesen, 1978) mengembangkan *Facial Action Coding System* (FACS) untuk mendeskripsikan ekspresi wajah manusia. FACS adalah suatu sistem pengamatan manusia yang dirancang untuk mendeskripsikan perubahan dalam fitur wajah, baik perubahan yang besar atau yang kecil sekali pun. FACS terdiri dari 44 *Action Unit* (AU), termasuk untuk posisi kepala dan mata. AU secara anatomi terkait dengan kontraksi otot-otot wajah yang spesifik (Tian et al., 2001). Dalam proses pengamatan AU terbagi menjadi dua, yaitu AU tunggal (Lampiran 1) dan AU yang lebih nyata (Lampiran 2) (Ekman & Rosenberg, 2005). Pengaplikasian AU dalam menampilkan ekspresi wajah untuk emosi yang tepat dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah (Lucey et al., 2010).

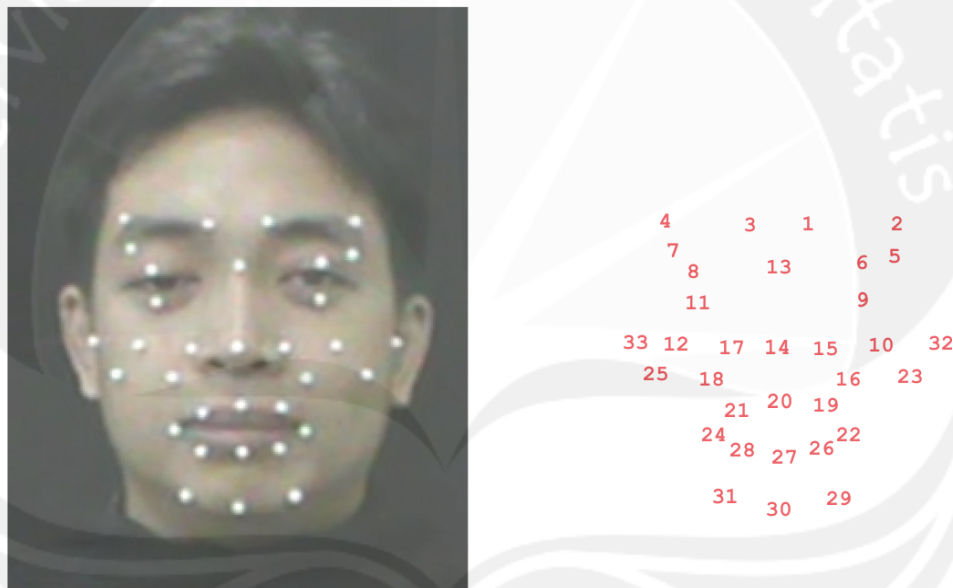
Tabel 1. Deskripsi emosi dalam FACS

Emosi	Kriteria
Sedih	AU1+4+15 atau AU11 harus terlihat pengecualian AU6+15
Senang	AU12 harus terlihat
Marah	AU23 dan AU24 harus terlihat
Jijik	AU9 atau AU10 harus terlihat
Takut	AU1+2+4 harus terlihat Jika AU5 terjadi dengan sangat, maka AU4 dapat diabaikan
Terkejut	AU1+2 atau AU5 harus terlihat

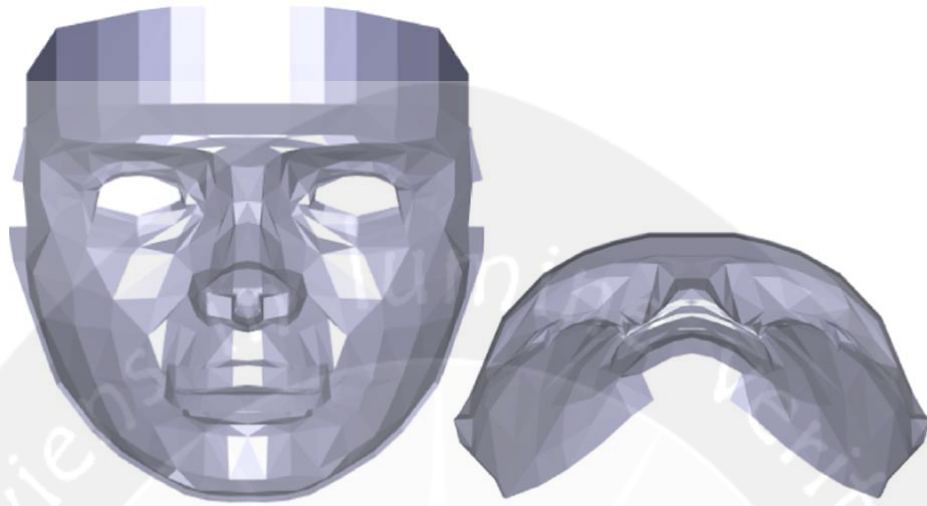
## 3. Titik Fitur

Terdapat 33 *marker* yang digunakan untuk menandai titik fitur dalam citra wajah 2D (Gambar 3). Jumlah ini disesuaikan pada pengaturan *motion capture* khusus wajah menggunakan OptiTrack (NaturalPoint, Inc., 2008).

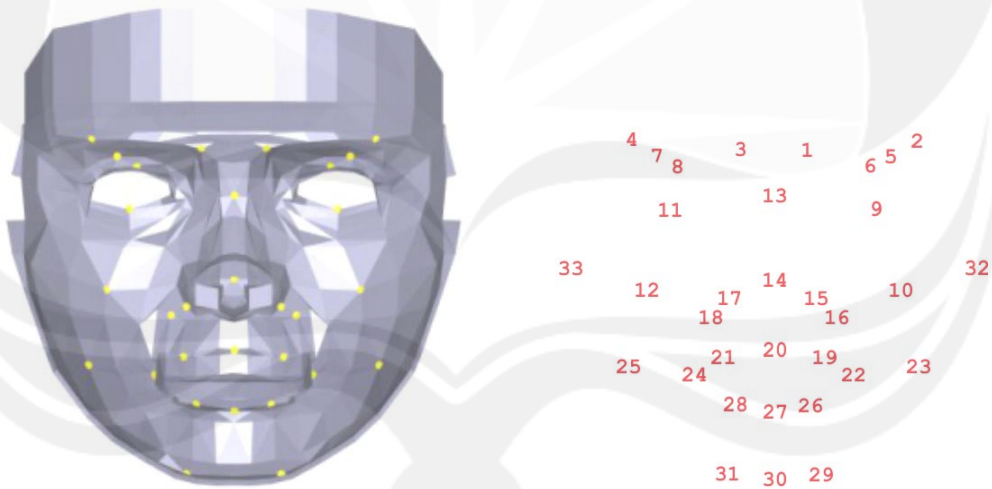
Penempatan *marker* pada citra wajah 2D dikenali pada lokasi koordinat (x, y), sedangkan titik fitur pada model wajah 3D (Gambar 4) diletakkan pada koordinat (x, y, z). *Marker* pada wajah sumber akan berkorelasi dengan 33 titik fitur pada model wajah 3D (Gambar 5). Area gerak wajah untuk menampilkan ekspresi dihasilkan secara adaptif berdasarkan sebaran titik fitur pada model wajah 3D (Gunanto et al., 2016).



Gambar 3. Wajah manusia dan titik *marker*



Gambar 4. Wajah model 3D



Gambar 5. Wajah model 3D dan titik fitur

#### 4. Pemetaan Ulang Titik Fitur

Proses pemetaan ulang adalah proses transformasi *marker* berbasis pada ruang. Pemetaan ulang dapat didefinisikan sebagai proses pemetaan titik fitur dari wajah sumber ke wajah model 3D. Pemetaan ulang berusaha untuk menciptakan ekspresi pada wajah model 3D sesuai dengan ekspresi sumber animasi dengan menghubungkan titik fitur pada sumber animasi ke wajah model 3D (Pighin & Lewis, 2006). Terdapat tiga teknik untuk melakukan pemetaan titik fitur:

a) *Linear mapping*

Teknik paling sederhana untuk proses pemetaan ulang. Gerakan posisi *marker* pada sumber animasi akan diikuti secara linear oleh wajah model 3D. Pemetaan linear rentan mengalami kegagalan jika wajah model 3D memiliki ukuran dan bentuk (morfologi) yang berbeda dengan wajah sumber animasi.

b) *Scatter data interpolation*

Merupakan pendekatan non-linear yang mampu menangani berbagai masalah dalam proses pemetaan ulang. Proses interpolasi ini dapat memperkirakan lokasi titik baru pada wajah model 3D jika terdapat perubahan pada wajah sumber dengan memperhatikan nilai bobot (*weight*) antara titik fitur pada wajah sumber animasi dengan wajah model 3D. Teknik yang paling sering diterapkan dalam proses pemetaan ini adalah interpolasi *Radial Basis Function* (RBF).

c) *Art direction*

Tidak seperti pada kedua teknik di atas, teknik ini membutuhkan campur tangan animator untuk menentukan perubahan titik fitur pada wajah model 3D. Korelasi dan kesesuaian titik fitur antara wajah animasi sumber dengan wajah target animasi didefinisikan oleh animator.

Dengan kondisi wajah manusia dan wajah model 3D yang memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda, transformasi ruang RBF dapat menentukan pergerakan titik fitur pada wajah model 3D sesuai dengan pergerakan titik fitur pada wajah sumber animasi. Gerak titik fitur yang terjadi pada wajah model 3D disesuaikan pada skala relatif antara titik *marker* pada wajah sumber dan titik fitur pada wajah target animasi (Lorenzo et al., 2003) (Song et al., 2011). Titik *marker* pada wajah sumber animasi mendefinisikan ruang sumber sedangkan titik fitur pada wajah model 3D mendefinisikan ruang target (Dutreuve et al., 2008) (Li et al., 2013).

Pemetaan berbasis radial memiliki keunggulan dalam kecepatan untuk menentukan titik pemetaan ulang, terutama jika pemetaan dilakukan pada data *marker*. Penggunaan titik fitur bertujuan untuk meringankan komputasi, dibandingkan jika komputasi dilakukan pada seluruh titik pada permukaan wajah model 3D.



## 5. Metode RBF

Penelitian ini menggunakan citra wajah 2D sebagai sumber animasi dan melakukan proses pemetaan ulang pada wajah model 3D menggunakan transformasi ruang. Proses pemetaan ulang menggunakan metode interpolasi RBF. Diharapkan dengan penggunaan transformasi ruang RBF dari 2D ke 3D ini proses menangkap gerak wajah sumber dapat dilakukan dengan menggunakan satu kamera akan tetapi dapat tetap membangun ekspresi yang tepat dan emosi yang natural pada wajah model 3D.

Pada tahun 1970-an, metode RBF dikembangkan dan menjadi metode yang handal untuk membangun fungsi dan untuk memecahkan persamaan diferensial berdasarkan data yang tersebar (Hubbert et al., 2015). Empat rumus RBF yang paling umum adalah *Gaussian* (1), *Inverse Quadratic* (2) *Inverse Multiquadric* (3) dan *Multiquadric* (4). Multiquadric merupakan RBF yang paling populer dan digunakan dalam berbagai aplikasi (Chenoweth, 2012).

$$\phi(r, \varepsilon) = e^{-\varepsilon^2 r^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi(r, \varepsilon) = 1/(1 + \varepsilon^2 r^2) \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi(r, \varepsilon) = 1/\sqrt{1 + \varepsilon^2 r^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\phi(r, \varepsilon) = \sqrt{1 + \varepsilon^2 r^2} \dots\dots\dots (4)$$