

Tingginya permintaan produktivitas industri animasi di Indonesia menuntut adanya perubahan di sektor produksi. Teknologi motion capture merupakan penerapan prinsip visi komputer yang mengadaptasi indera mata manusia untuk mengenali fenomena gerakan yang tertangkap kamera dan memetakannya dalam pola gerak virtual. Buku ini akan membahas ragam riset dan metode teknologi motion capture atau lebih dikenal dengan Mocap berbasis penanda di wajah manusia untuk mendapatkan informasi mengenai ekspresi wajah dan memetakannya di wajah karakter virtual 3D. Teknik penjejakan penanda menggunakan penerapan prinsip koherensi temporal di citra sekuensial yang mampu menyederhanakan perhitungan komputasi di setiap frame-nya. Kumpulan hasil penjejakan parameter fitur penanda secara sekuensial akan membentuk sebuah basis data ekspresi visual dari wajah manusia yang mampu membangkitkan animasi ekspresi wajah karakter virtual 3D secara otomatis dan natural.

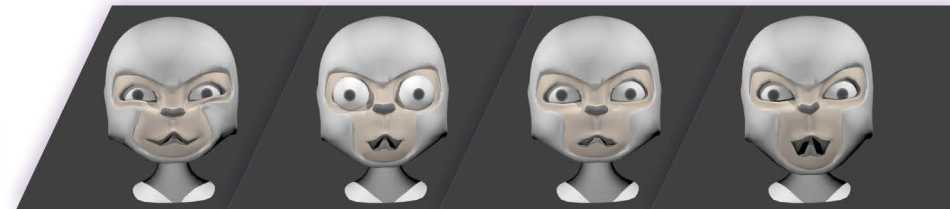


Samuel Gandang Gunanto, Pria kelahiran Pringsewu, Lampung pada tanggal 16 Oktober 1980 ini lulusan pendidikan tinggi S-1 Fisika di Universitas Gadjah Mada dan S-1 Teknik Informatika di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta pada tahun 2004. Program Pascasarjana S-2 Teknik Elektro dengan bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia (Teknologi Permainan) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2010. Saat ini sedang menyelesaikan Program Doktorat S-3 Teknik Elektro di kampus yang sama, yaitu Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017. Bidang keahlian yang diminati sebagai seorang dosen di Program Studi Animasi, Institut Seni Indonesia Yogyakarta sejak tahun 2005 sampai sekarang adalah komputasi seni dan teknologi media, teknologi animasi dan game, humaniora digital, dan visi komputer. Alamat email yang dapat dihubungi: gandang@isi.ac.id dan gandang@gmail.com.

ANIMASI EKSPRESI WAJAH KARAKTER VIRTUAL 3D - SAMUEL GANDANG GUNANTO

ANIMASI EKSPRESI WAJAH KARAKTER VIRTUAL 3D

Tinjauan Riset dan Metode Teknologi Mocap



Samuel Gandang Gunanto



Badan Penerbit ISI Yogyakarta 2017

ISBN: 978-602-6509-10-9

UPT Perpustakaan ISI Yogyakarta

ANIMASI EKSPRESI WAJAH KARAKTER VIRTUAL 3D

Tinjauan Riset dan Metode Teknologi MOCAP

SAMUEL GANDANG GUNANTO



Badan Penerbit ISI Yogyakarta

**Animasi Ekspresi Wajah Karakter Virtual 3D: Tinjauan Riset
dan Metode Teknologi MOCAP
Oleh: Samuel Gandang Gunanto**

Hak Cipta @ 2017 pada Penulis

Editor: Zulisih Maryani
Desain Sampul: Troy

Diterbitkan pertama kali: 2017
ISBN: 978-602-6509-10-9

Ukuran: 15,5 x 23 cm
Jumlah Halaman: viii + 158

Diterbitkan oleh:
Badan Penerbit ISI Yogyakarta
Jl. Parangtritis KM 6,5 Sewon Bantul Yogyakarta 55187
Telp/Fax : 0274-384106

Penyandang dana: DIPA ISI Yogyakarta,
No.042.01.2.400980/2017 tanggal 7 Desember 2016
MAK: 5742.001.002.052.K.521219

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

Kata Pengantar

Tingginya permintaan produktivitas industri animasi di Indonesia menuntut adanya perubahan di sektor produksi. Teknologi *motion capture* merupakan penerapan prinsip visi komputer yang mengadaptasi indera mata manusia untuk mengenali fenomena gerakan yang tertangkap kamera dan memetakannya dalam pola gerak virtual. Buku ini akan membahas ragam riset dan metode teknologi *motion capture* atau lebih dikenal dengan MOCAP berbasis penanda di wajah manusia untuk mendapatkan informasi mengenai ekspresi wajah dan memetakannya di wajah karakter virtual 3D. Teknik penjejakan penanda menggunakan penerapan prinsip koherensi temporal di citra sekuensial yang mampu menyederhanakan perhitungan komputasi di setiap *frame*-nya. Kumpulan hasil penjejakan parameter fitur penanda secara sekuensial akan membentuk sebuah basis data ekspresi visual dari wajah manusia yang mampu membangkitkan animasi ekspresi wajah karakter virtual 3D secara otomatis dan natural.

Pada Bab 1, pembaca akan dihantarkan pada perkembangan teknologi animasi berbasis komputer yang berusaha mengadopsi fenomena perkembangan teknologi, riset dan permasalahan yang dihadapi oleh sektor industri. Pada Bab 2, perkembangan riset dan metode yang berkembang dijelaskan secara historis dan detail yang akan menggiring kemanfaatan teknologi animasi yang berkembang, termasuk kebutuhan akan teknologi MOCAP. Bab 3 menjelaskan tentang teknologi MOCAP beserta komponen yang berguna bagi perekaman data ekspresi pada wajah yang dilanjutkan pada pembahasan teknik penjejakan fitur penanda dengan metode koherensi temporal pada Bab 4. Bab 5 secara khusus membahas pembentukan area gerak pada wajah dengan otomatisasi segmentasi berdasarkan lokasi penanda. Bab 6 merupakan pemetaan gerak yang dihitung dengan transformasi radial 2D ke 3D guna menghasilkan

pembangkitan perubahan acuan gerak per-*frame* yang hasilnya akan dipergunakan dalam pembangkitan perubahan bentuk wajah secara linier dan dibahas pada Bab 7. Penulis secara pribadi mohon maaf jika masih ada kekurangan yang dijumpai, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan mampu menjadi acuan bagi pembaca dalam mengembangkan riset di bidang animasi.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas rahmat Tuhan yang telah memberikan kesempatan untuk berbagi ilmu dalam bentuk tulisan ini. Terima kasih juga untuk Mami, Elisabet Nanik Wardhani, dan Papi, Yuventius Basuki Sujarwo, atas bimbingan dan kesabarannya selama ini. Istriku tercinta, Luisa Diana Handoyo, beserta keempat anakku yang selalu mencerikan hidupku dan tak henti-hentinya mendukungku: Anastasia Saraswati Widiningtyas, Klara Putri Arumningtyas, Maria Caroline Ayuningtyas, dan Laurensia Kirana Adiningtyas. Arif Sulistiyono, Agnes Karina Pritha Atmani, Troy, Rio Caesar, Matahari Bhakti Nendya dan Joannes Satrio Pamungkas selaku partner penelitian di bidang animasi serta seluruh kolega di Program Studi Animasi, Fakultas Seni Media Rekam, ISI Yogyakarta serta seluruh teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Samuel Gandang Gunanto

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1 Rangkuman	15
1.2 Pengayaan	15
Bab 2. Perkembangan Teknik Animasi Ekspresi Wajah 3 Dimensi Berbasis Komputer	17
2.1 Blend Shapes atau Interpolasi Shape	21
2.2 Parameterization	24
2.3 Facial Action Coding System	25
2.4 Deformation Based Approaches	27
2.4.1 Morphing 2D dan 3D	27
2.4.2 Free Form Deformation	29
2.5 Spline Pseudo Muscles	30
2.6 Physics Based Muscle Modeling	33
2.6.1 Spring Mesh Muscle	33
2.6.2 Vector Muscle	34
2.6.3 Layered Spring Mesh Muscles	35
2.7 3D Face Modeling	36
2.7.1 Person Specific Model	37
2.7.2 Anthropometry	39
2.8 Performance Driven Facial Animation	40
2.8.1 Snakes dan Marking	42
2.8.2 Optical Flow Tracking	42
2.8.3 Facial Motion Capture Data	43
2.9 MPEG-4 Facial Animation	44
2.10 Visual Speech Animation	46
2.10.1 Pendekatan Viseme-Driven	47
2.10.2 Pendekatan Data-Driven	49
2.10.2.1 Sample Based	51
2.10.2.2 Learning Based	52
2.11 Facial Animation Editing	53
2.12 Facial Animation Transferring	55
2.13 Facial Gesture Generation	58

2.14 Rangkuman	59
2.15 Pengayaan	59
Bab 3. Teknologi MOTion CAPture(MOCAP) Sebagai	
Basis perekaman Data Ekspresi Wajah 3D	61
3.1 Data Ekspresi Wajah	65
3.2 Pemetaan Ulang Gerak Wajah 3D	67
3.3 Rangkuman	69
3.4 Pengayaan	70
Bab 4. Penjejakan Marker Berbasis Koherensi Temporal	
pada Sistem Animasi Ekspresi Wajah	71
4.1 Rangkuman	78
4.2 Pengayaan	78
Bab 5. Otomatisasi Segmentasi Area Gerak pada Model Wajah	
Virtual 3D	79
5.1 Segmentation dengan Pendekatan Nearest Neighbor....	80
5.2 Facial Animation	81
5.3 Konversi Koordinat dan Penghitungan Jarak	83
5.4 Evaluasi Penerapan Segmentasi	85
5.5 Rangkuman	89
5.6 Pengayaan	90
Bab 6. Metode Retargeting pada Animasi Wajah Virtual 3D	
Berbasis Data Marker Menggunakan Radial Basis Function	91
6.1 Pelatihan dan Analisa	95
6.2 Pengujian dan Validasi	100
6.2.1 Ekspresi Sedih	100
6.2.2 Ekspresi Senang	102
6.2.3 Ekspresi Marah	103
6.2.4 Ekspresi Jijik	105
6.2.5 Ekspresi Takut	107
6.2.6 Ekspresi Terkejut	109
6.3 Rangkuman	111
6.4 Pengayaan	112

Bab 7. Deformasi Linier pada Model Wajah Virtual 3D Untuk Pembangkitan Animasi Ekspresi Wajah	113
7.1 Permodelan bentuk 3D (3D Modelling)	117
7.2 Sistem Koordinat 3D	120
7.3 Skinning	123
7.4 Clustering pada Model Wajah 3D	125
7.5 Linear Blend Skinning	126
7.6 Penerapan Algoritma Deformasi Linier	130
7.7 Pengujian dan Validasi	134
7.8 Rangkuman	136
7.9 Pengayaan	136
Daftar Pustaka	137
Indeks	153



Bab 1

Pendahuluan

Produksi film animasi 3D yang berbantuan teknologi komputer semakin berkembang pesat. Industri hiburan telah memainkan peran penting yang mendorong terjadinya perkembangan teknologi komputer grafis. Saat ini setidaknya satu buah film animasi dapat diproduksi dalam waktu satu tahun oleh sebuah studio besar. Bahkan penggunaan karakter digital dalam sebuah produksi film animasi sudah menjadi hal yang umum dijumpai, baik yang berwujud menyerupai aktor manusia maupun aktor kartun.

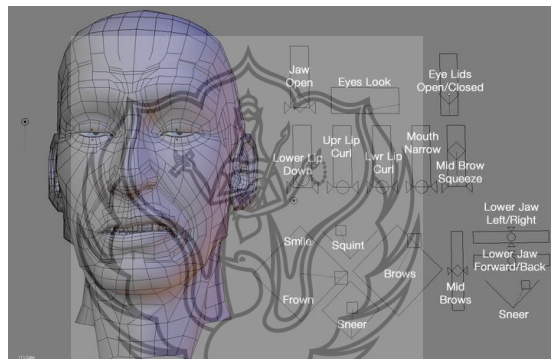
Permintaan produktivitas animasi yang tinggi dan cepat oleh rumah produksi dan stasiun-stasiun televisi menuntut terjadinya perubahan yang signifikan di dalam proses produksi animasi. Hal ini merupakan permasalahan utama yang dihadapi oleh para studio animasi Indonesia. Kecepatan produksi animasi berbanding lurus dengan biaya produksi yang tinggi, sehingga hanya sedikit produk animasi yang bisa dihasilkan.

Kelangkaan sumber daya animasi yang ada sekarang menjadi kendala utama jika dikehendaki percepatan dalam proses produksi animasi, khususnya dikarenakan proses pembuatan gerakan pada animasi saat ini masih banyak menggunakan teknik manual dengan mengandalkan pengubahan *frame-by-frame*. Hal ini akan banyak menyita waktu dan membutuhkan sumber daya manusia yang besar.

Pendekatan tradisional untuk menganimasikan ekspresi model wajah bergantung pada seorang seniman untuk menciptakan gerakan kunci dan kemudian menggabungkannya menjadi serangkaian gerakan ekspresi wajah. Game dengan aturan permainan yang interaktif membutuhkan adanya animasi wajah dalam melakukan komunikasi atau interaksi dengan area permainannya. Karena sumber daya yang terbatas, animasi wajah dalam game sering ditiadakan. Namun akhir-akhir ini dengan munculnya sistem permainan game yang diselingi film animasi didalamnya menuntut keberadaan animasi ekspresi wajah yang mutlak ada untuk memberikan aspek hiburan dan cerita bagi si pemain. Problematika yang dijumpai bagi produsen adalah penggunaan kerangka dan gerakan wajah yang sama dalam model yang berbeda adalah tugas yang sangat menghabiskan waktu bagi para animator (Orvalho, Zacur, & Susin, 2006). Problematika ini juga terjadi pada pembuatan gerakan animasi wajah dikarenakan penyesuaian gerakan yang alami dan detail diperlukan untuk membuat ekspresi wajah menjadi menarik dan membuat karakter menjadi lebih hidup. Oleh karena itu pencarian sebuah solusi yang mampu menangani permasalahan itu menjadi prioritas utama untuk dikerjakan, terlebih yang mampu memunculkan sebuah desain teknologi tepat guna di sektor industri animasi.

Animasi wajah merupakan aspek penting di lingkungan virtual 3D yang menghadirkan keberadaan karakter, baik manusia maupun yang menyerupainya. Pemanfaatannya meliputi industri game 3D, perangkat lunak interaktif, dan film animasi 3D. Bagaimanapun juga

untuk menghasilkan animasi wajah yang baik diperlukan waktu yang lama bagi seorang animator ahli dikarenakan kompleksitas ekspresi wajah manusia yang merupakan bagian penting dalam pergerakan secara alamiah (Parke, 1972). Bahkan sampai saat ini perkembangan penelitian animasi wajah masih banyak dihasilkan, terutama untuk dua aspek penting: proses *rigging*¹ wajah dan pemindahan ekspresi antar dua buah karakter virtual 3D atau antar manusia ke karakter 3D.



Gambar 1.1 Proses *rigging* wajah model 3D

Proses *rigging* membutuhkan waktu pengerjaan manual yang lama bagi seniman. Bahkan bagi metode sederhana seperti *Shape-blending*², seorang seniman perlu membuat sebuah bentuk acuannya. Pendekatan teknik *skinning*³ secara umum memerlukan pendefinisian manual tentang persendian yang mempengaruhi pergerakan pada wajah, seperti pada alis, dahi, pipi/rahang, dan

¹ Pembuatan acuan kerangka gerak

² Gabungan bentuk geometri

³ Pembuatan kulit geometri

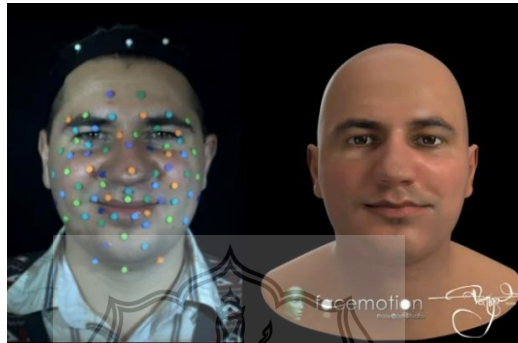
mulut. Jika animasi wajah menggunakan pendekatan simulasi kulit wajah dan otot, intervensi seniman selaku animator terdapat pada pengaturan kulit wajah terhadap tulang/tengkorak kepala dan konfigurasi sambungan-sambungan otot gerak di wajah. Sehingga hal inilah yang menyebabkan produksi animasi wajah untuk satu wajah tidak dapat digunakan ulang secara langsung untuk wajah lainnya karena kompleksitas dan kekhususannya tersebut.

Aspek penelitian yang kedua di bidang animasi wajah adalah mengenai ide produksi animasi wajah yang alamiah dengan melakukan pemindahan gerak dari satu wajah ke wajah karakter yang baru. Hal ini dapat dilakukan dengan cara panduan gerak tangkapan kamera video 2D dari aktor manusia secara langsung ataupun dengan pemindahan gerak dari karakter virtual yang telah ada. Dengan cara kedua ini, manajemen memori dan bagi pengguna animasi di sektor industri game dapat dilakukan. Sehingga manajemen penyimpanan gerak cukup menyimpan informasi gerak satu buah saja untuk gerakan yang sama. Namun selain keuntungan teknik ini, kesulitan yang dijumpai juga cukup besar, yaitu proses pembuatan model target animasi yang diupayakan menyerupai aktor aslinya supaya dapat optimal menangkap detail ekspresi wajah sang aktor, khususnya titik-titik wajah yang mempengaruhi ekspresi. Sehingga diperlukannya sebuah teknik pemindahan ekspresi yang mampu mengadaptasi perubahan sumber/aktor dan perubahan bentuk morfologi model targetnya.

Pemanfaatan teknologi visi komputer sudah ada di berbagai bidang ilmu, salah satunya yang sedang berkembang saat ini adalah

4

pengembangan di ranah ilmu seni kreatif digital, seperti animasi dan game. Di bidang ini, teknologi visi komputer berperan di area produksi (Perales, 2002). Waktu produksi yang pada umumnya memakan waktu lama dapat dipersingkat secara signifikan.



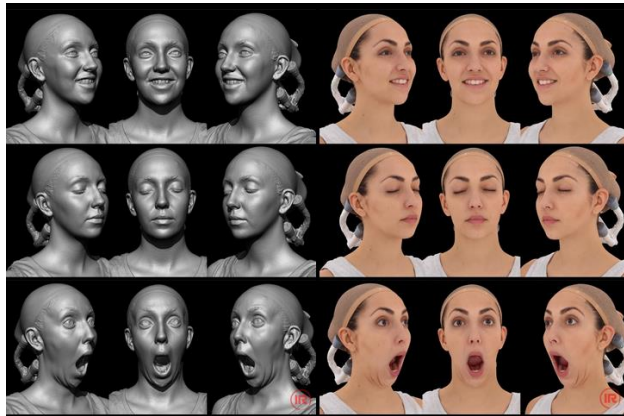
Gambar 1.2 Transfer gerakan wajah menggunakan fitur titik

Teknologi visi komputer yang berperan penting di bidang animasi dan game sebagai pengatur gerak model virtual adalah penangkapan gerak manusia atau *human motion capture*. Teknologi ini mengadopsi indera mata manusia untuk mengenali fenomena tangkapan kamera. Gerakan manusia yang ditangkap dapat dipetakan ke dalam sebuah model figur kerangka gerak. Hal ini juga berlaku bagi gerakan pada wajah dengan mengandalkan fitur penanda. Letak fitur penanda ditempatkan pada sendi gerak wajah dan otot yang memiliki pergerakan signifikan dalam perubahan ekspresi. Hal ini digunakan supaya penangkapan gerak pada wajah dapat optimal, sehingga pemetaannya nanti pada model virtual dapat menyerupai aslinya. Prinsip utama dari penangkapan gerak manusia adalah pembangkitan animasi gerak model 3D oleh model manusia sesungguhnya melalui penangkapan kamera (Aggarwal & Cai,

1999). Keandalan sistem ini ditentukan oleh ketepatan estimasi dari pose model, sehingga penentuan tiap segmen tubuh manusia di tahapan awal merupakan kunci keberhasilannya. Semakin akurat proses deteksi obyeknya, makin handal sistem yang dibangun (Perales, 2002) (Moeslund, 1999).

Pemanfaatan teknologi ini sudah digunakan secara industri di bidang animasi dan game. Keterlibatannya berperan dalam sektor produksi dan bahkan juga dimanfaatkan sebagai antarmuka dengan pengguna atau pemain. Namun karena mahalnya implementasi dan operasional dalam sektor produksi (Shiple & Brumberg, 2005) (Perales, 2002), teknologi ini menjadi jarang digunakan dan tidak dimiliki oleh studio-studio animasi di Indonesia yang tergolong masih dalam kriteria studio kecil.

Metode pembuatan ekspresi wajah 3D secara prinsip ada 2 buah, yaitu: dengan penggunaan data hasil pemindai 3D atau hasil dari pahatan seniman. (Faigin, 2008) (Joshi, Tien, Desbrun, & Pighin, 2003) Pada pembuatan animasi menggunakan *blend-shapes*, setiap bentuk ekspresi wajah membutuhkan kesamaan geometri model wajah pada posisi netral. Hal ini membutuhkan waktu 2-3 minggu dan lebih dari 100 *shapes* dibuat untuk mewujudkan ekspresi wajah dan fonem dari sebuah karakter yang kompleks. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan transfer otomatis bentuk dari model sumber ke model target yang dikendaki (Orvalho, Zacur, & Susin, 2008).

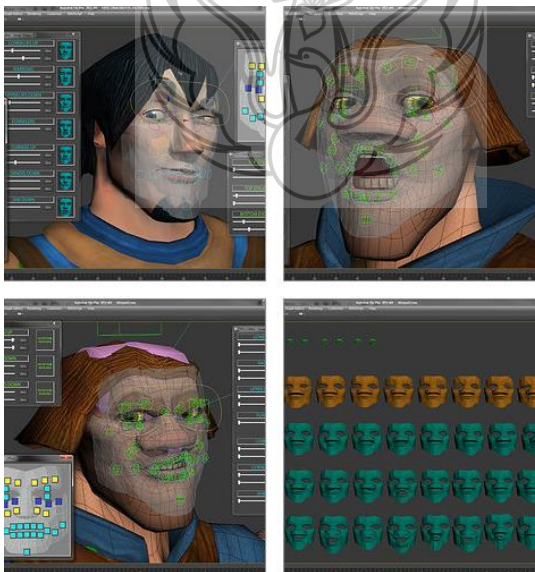


Gambar 1.3 Ekspresi wajah yang dihasilkan dari mesin pemindai 3D

Ekspresi wajah manusia terbentuk dari adanya kontraksi otot wajah. Kulit berubah bentuknya dari kondisi awal dikarenakan adanya perubahan bentuk otot dan pergerakan tulang. Untuk menghidupkan ekspresi karakter virtual merupakan tantangan yang besar karena wajah mampu menghasilkan sekitar 5000 ekspresi. Karakter seperti Shrek, film animasi tahun 2001, memiliki lebih dari 500 perintah yang diatur oleh fitur wajah. Dick Walsh menjelaskan bahwa untuk alis kanan ada kondisi dinaikkan, marah, sedih dengan setidaknya 15 kemungkinan perintah untuk mengaktifkan alis dan bagian lain dari wajah yang harus bergerak untuk menghasilkan ekspresi yang meyakinkan (Orvalho, Zacur, & Susin, 2008).

Jika dibandingkan dengan perkembangan animasi gerak tubuh yang telah lebih dahulu berkembang, penelitian di bidang animasi gerak wajah masih memerlukan banyak penyempurnaan. Saat ini pengendalian animasi gerak wajah masih tergantung pada keahlian pengolahan manual animator atau hasil peniruan aksi aktor yang

sesungguhnya. *Facial Action Coding System* atau FACS⁴ (Ekman & Friesen, 1978) merupakan perangkat yang berguna untuk membantu melakukan analisis dan simulasi ekspresi gerak wajah serealistik mungkin, namun hal ini masih kurang dalam menggambarkan ekspresi wajah karakter animasi yang seharusnya seperti layaknya karakter kartun. Prinsip animasi dipandang sebagai salah satu solusi dan panduan untuk pembuatan animasi gerak wajah yang ekspresif dan hidup. Tanpa penerapan prinsip tersebut, makna gerak karakter secara keseluruhan akan terasa hilang (Chung, 2010). Sehingga dengan melakukan pengembangan sistem animasi gerak wajah yang mampu mengadaptasi prinsip animasi akan meningkatkan aspek nilai animasi yang sesungguhnya.



Gambar 1.4 Implementasi antarmuka pengaturan FACS di perangkat lunak

⁴ Sistem kodifikasi unit ekspresi wajah

Tabel 1.1 Matrik perkembangan penelitian animasi ekspresi wajah

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kamera	Kalibrasi	Marker	Penjejakan Fitur	Transformasi	Transfer Rigging	Mesh Deformasi	Real-time	Target
2012	Tamas Umenhoffer & Balazs Toth “Facial Animation Retargeting Framework Using Radial Basis Function” Sixth Hungarian Conference on Computer Graphics and Geometry.	Marker-less Mocap Data	Tunggal	Ya	-	Constrained Local Models (CLM)	RBF basis metode regresi	Geometry Mapping	Blend-shape Weights	Ya	Model wajah 3D manusia
2011	Thibaut Weise, Sofien Bouaziz, Hao Li & Mark Pauly “Realtime Performance-	Citra 2D dan peta Depth 3D	Kinect (Stereo)	Ya	-	Temporal Koheren	Linier	-	Blend-shape Weights	Ya	Model wajah 3D manusia dan kartun

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kame- ra	Kali- brasi	Marker	Penjejakan Fitur	Trans- formasi	Transfer Rigging	Mesh Defor- masi	Real- time	Target
	Based Facial Animation” Journal ACM Transactions on Graphics.										
2010	Ludovic Dutreve, Alexandre Meyer, Veronica Orvalho & Saida Bouakaz “Easy Rigging of Face by Automatic Registration and Transfer of Skinning Parameters” Proceedings of the 2010 International Conference on	Model 3D	-	-	Ya	Lucas-Kanade	RBF	Otomatis	LBS	-	Model wajah 3D manusia dan kartun

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kame-ra	Kali-brasi	Marker	Penjejakan Fitur	Trans-formasi	Transfer Rigging	Mesh Deformasi	Real-time	Target
	Computer Vision and Graphics.										
2010	Hao Li, Thibaut Weise & Mark Pauly “Example-Based Facial Rigging” ACM Transactions on Graphics. Proc. Of the 37th ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition.	Pose model wajah 3D manusia	-	-	-	Semantic Correspondence	Template Blend-shapes	-	Weighted Deformation with gradient optimization	-	Pose model wajah 3D kartun
2009	Ludovic Dutreve, Alexandre Meyer & Saida Bouakaz “Real-Time Dynamic	Skeleton pose & wrinkle maps	-	-	-	-	Radial Basis Function (RBF)	-	Large-scale Deformation & Referen	-	Model wajah 3D manusia

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kame-ra	Kali-brasi	Marker	Penjejakan Fitur	Trans-formasi	Transfer Rigging	Mesh Defor masi	Real-time	Target
	Wrinkles of Face for Animated Skinned Mesh”								ce Poses		
2008	Ludovic Dutreve, Alexandre Meyer & Saida Bouakaz “Feature Points Based Facial Animation Retargetting” 15th ACM Symposium on Virtual Reality Software & Technology.	Mocap	Stereo	Ya	Ya	Lucas-Kanade	RBF	Manual	LBS	Ya	Model Wajah 3D Manusi a
2008	Veronica Costa Orvalho, Ernesto Zacur	Model Wajah 3D	-	-	Land-mark	-	Thin Plate Splines	Manual	Dense Correspondence Map	-	Model Wajah 3D Manusi

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kame- ra	Kali- brasi	Marker	Penjejakan Fitur	Trans- formasi	Transfer Rigging	Mesh Defor- masi	Real- time	Target
	& Antonio Susin “Transferring the Rig and Animations from a Character to Different Face Models” Computer Graphics Forum Volume 27, Number 8 hal 1997-2012	Manusi a							Berbasi s Bobot		a dan Kartun
2006	Curio, C., Breidt, M., Kleiner, M., Vuong, QC., Giese, MA. & Bulthoff, HH. “Semantic 3D Motion Retargetting for	Mocap	Multi- kamera	Ya	Ya	Ya	Weights Based dan RBF	-	Weight Skinnin g	-	Model Wajah 3D Manusi a

Tahun	Pengarang & Judul Publikasi	Data	Kame- ra	Kali- brasi	Marker	Penjejakan Fitur	Trans- formasi	Transfer Rigging	Mesh Defor- masi	Real- time	Target
	Facial Animation” Proc, of the 3rd Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization,										
2003	Prashant Chopra & Joerg Meyer “Modeling an Infinite Emotion Space for Expressionistic Cartoon Face Animation”. Computer Graphics & Imaging, IASTED/ACTA Press	Model Wajah 3D Kartun	-	-	-	-	Object Space Transformations	Vector Space Correspondence	Object Space Motion Vector	-	Infinite Emotion Space Model

1.1 Rangkuman

Animasi wajah merupakan aspek penting di lingkungan virtual 3D yang menghadirkan keberadaan karakter, baik manusia maupun yang menyerupainya. Ekspresi wajah manusia terbentuk dari adanya kontraksi otot wajah. Kulit berubah bentuknya dari kondisi awal dikarenakan adanya perubahan bentuk otot dan pergerakan tulang. Untuk menghidupkan ekspresi karakter virtual merupakan tantangan yang besar karena wajah mampu menghasilkan beragam ekspresi.

1.2 Pengayaan

1. Jelaskan alasan pentingnya penggunaan teknologi dalam proses pembangkitan ekspresi wajah virtual 3D!
2. Sebutkan 2 buah metode pembuatan ekspresi wajah 3D berdasarkan prinsip pembuatannya!

