ANIMASI 3D EKSPRESI WAJAH MENGGUNAKAN TEKNIK MARKERLESS MOTION CAPTURE

Muhammad Idham Rusdi[1], M. Suyanto[2], Sukoco[3]
Muhammad.idham.unm@gmail.com[1], yanto@amikom.ac.id[2], pak_koco@yahoo.com[3]
Universitas Amikom Yogyakarta[1,2,3]
Jl. Ring Road Utara, Condong Catur, Sleman Yogyakarta[1,2,3]

ABSTRAK

Markerless mocap merupakan teknik pengambilan gerakan ekspresi manusia tetapi tidak memerlukan alat atau penanda khusus yang digunakan aktor. Teknik ini hanya menggunakan kamera kedalaman yang akan secara otomatis menentukan titik–titik sendi manusia. Selain menghemat biaya juga dapat mempercepat hasil produksi. Dalam penelitian ini dilakukan mocap ekspresi wajah menggunakan teknik markerless menggunakan kinect lalu membandingkan ekspersi aktor dengan hasil mocap yang diimplementasikan ke objek 3D. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode FACS dan AU untuk membandingkan gerakan otot wajah yang terjadi serta meminta penilaian dari para pakar animator. Setelah pengujian didapat hasil bahwa mocap ekspresi wajah menggunakan teknik markerless dapat digunakan, namun ekspresi yang terjadi masih kurang ekspresif sehingga harus diadakan proses editing untuk membuat hasil yang sempurna.

Kata kunci: *Mocap, FACS, Ekspresi wajah, Kinect, Animasi 3D*

1. Latar Belakang

Untuk membuat suatu karakter yang meyakinkan, hal utama yang perlu diperhatikan adalah gerakan dan ekspresi wajah yang nyata dan realistis, karena wajah adalah sumber identitas dan penunjuk situasi mood yang sedang terjadi. Pemodelan tradisional dalam membuat animasi karakter mimik wajah dibentuk dengan cara menggerakkan otot-otot wajah secara manual. Meskipun pembentukan ekspresi mimik wajah yang dibuat satu persatu dengan detil secara manual akan menghasilkan kualitas ekspresi yang baik, namun cara ini membutuhkan biaya yang mahal dan prosesnya berjalan lambat dan lama.

Dalam riset dibidang inilah ekspresi mimik wajah karakter diharapkan sebisa mungkin membentuk kesesuaian yang tinggi dalam hal ekspresi dan dapat mewakili emosi sesungguhnya yang terjadi pada model yang dijadikan acuan. *Facial motion capture* umumnya menyediakan beberapa tipe pengambilan wajah resolusi rendah menggunakan 32 sampai 300 penanda dengan sistem penanda aktif maupun pasif. Semua solusi ini dibatasi oleh waktu yang dibutuhkan untuk memasang penanda, menyesuaikan posisi, dan memproses data.

Marker MoCap merupakan teknik pengambilan gerakan manusia yang menggunakan alat pada aktor dalam pakaian khususnya seperti contohnya dalam penelitian Brien dkk (2000) yang menggunakan sensor magnetis untuk teknik *marker* MoCap. Sedangkan *markerless* MoCap merupakan teknik pengambilan gerakan manusia tetapi tidak memerlukan alat atau pakaian khusus yang digunakan aktor. Teknik ini hanya menggunakan kamera kedalaman yang akan secara otomatis menentukan titik–titik sendi manusia. Untuk dapat menghasilkan animasi wajah yang lebih cepat, maka diperlukan penelitian yang dapat menangkap data ekspresi wajah dengan teknologi motion capture dengan menggunakan Microsoft kinect. Salah satu alat yang digunakan untuk menentukan emosi dasar manusia melalui ekspresi wajah ialah *Facial Action Coding System* (FACS) dan *action units* (AUs).

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan maka perumusan masalah yang

akan diteliti yaitu membuat animasi ekspresi wajah tiga dimensi secara realistis menggunakan teknik *markerless motion capture*, serta menguji kemiripan ekspresi yang terjadi antara aktor dengan model animasi.

2. Landasan Teori

Motion Capture adalah proses perekaman dan penterjemahan informasi gerakan dan lokasi subjek dari waktu ke waktu menjadi model digital.Tujuan teknis *motion capture* adalah untuk mendapatkan data gerak dari titik-titik tertentu subjek, sehingga beberapa parameter gerakan (misalnya, kecepatan, sudut, jarak, posisi, dan lain-lain) dapat dihitung atau data dapat digunakan untuk mengontrol suatu alat.

Ekspresi emosi adalah suatu upaya mengkomunikasikan status perasaan individu, berorientasi pada tujuan (Planalp, Safaria & Saputra, 2009). Sementara menurut Paul Ekman (Goleman, 2002) ekspresi emosi merupakan keadaan kesiapan kita untuk menanggapi peristiwa-peristiwa mendesak saat bereaksi dan merespon situasi.

Goleman (2002) sendiri merujuk istilah ekspresi (pengungkapan) emosi sebagai suatu perasaan dan pikiran-pikiran khas, suatu keadaan biologis dan psikologis, dan serangkaian kecenderungan untuk bertindak. Gross dan John (dalam Safaria & Saputra, 2009) menjelaskan bahwa pengungkapan emosi berkaitan dengan penilaian terhadap situasi dan status internal. Individu yang tidak mampu menilai hubungan antara situasi dan perasaannya tidak akan mampu mengungkapkan emosinya.

Facial Action Coding System (FACS) adalah sistem untuk mengukur taksonomi gerakan wajah manusia dengan penampilan mereka di wajah, berdasarkan sistem yang awalnya dikembangkan oleh seorang ahli anatomi Swedia bernama Carl-Herman Hjortsjo. Kemudian diadopsi oleh Paul Ekman dan Wallace V. Friesen, dan diterbitkan pada tahun 1978. Ekman, Friesen, dan Joseph C. Hager menerbitkan pembaruan signifikan untuk FACS pada tahun 2002. Pergerakan otot wajah individu dikodekan oleh FACS dari sedikit perubahan instan yang berbeda dalam penampilan wajah. Ini adalah standar umum untuk secara sistematis mengkategorikan ekspresi fisik emosi , dan telah terbukti bermanfaat bagi psikolog dan animator . Leon Rothkrantz (2009) Dalam FACS, setiap ekspresi wajah di gambarkan dalam Action Unit (AU). AU adalah elemen dasar dari setiap gerakan wajah.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*). Sebagaimana yang dikatakan oleh Borg and Gall (Sugiyono, 2012) bahwa penelitian dan pengembangan (research and development) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Penelitian ini mengacu pada langkah-langkah yang dilakukan oleh Borg & Gall dengan beberapa tahap yaitu tahap identifikasi masalah, tahap perencanaan, tahap proses , tahap pengujian.

Dalam penelitian ini metode untuk mengumpulkan data dilakukan dengan cara eksperimen yaitu dengan melakukan proses *motion capture*. Proses dilakukan dengan metode *markerless motion capture* kemudian menghasilkan file BVH. *File* tersebut dapat digunakan untuk penggerakan objek 3D dalam beberapa *software* 3D.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *face motion capture* Metode ini digunakan untuk melakukan *motion capture* dengan penangkapan gerakan pada muka atau wajah manusia. Kemudian memperlihat hasil yang telah jadi kepada responden atau pakar untuk dinilai.

4. Hasil Penelitian

Pengolahan data pada penelitian dilakukan dengan mengamati perubahan dan membandingkan gerak otot wajah ekspresi aktor dengan model 3D animasi yang telah direkam menggunakan Brekel. Kemudian ekspresi diukur menggunakan *Facial Action Coding System* (FACT). Perbandingan gerakan otot wajah aktor

dengan obyek 3D wajah manusia dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Perbandingan Bagian Wajah Aktor dan Model 3D

No	Ekspresi	Bagian Diuji	Bagian Kesalahan pada model 3D
1	Marah	*Brow lowerer, lid Tightener, lip Tightener, Lip Pressor*	Bagian mulut masih terbuka, pergerakan mata tidak terdeteksi
2	Jijik	*Nose winkler, Upper Lip Raiser, Chin Raiser, Lip Pressor*	Bagian alis dalam masih kurang keatas, mulut masih bergetar dan terbuka, pergerakan mata tidak terdeteksi
3	Takut	*Inner Brow Raiser, Brow Lowerer, Upper Lid Raiser, Lip Strecher, Lip Part, Jaw Drop*	Bagian alis masih kurang ke atas, bagian mulut bergetar, pergerakan mata tidak terdeteksi
4	Gembira	*Cheeck Raiser, Lip Corrner Puller, Lip Part*	Pergerakan mata tidak terdeteksi
5	Sedih	*Inner Brow Raiser, Brow Lowerer, Check Raiser, Nasolabial Fold Deepener, Lip Corner Deppresor, Chin Raiser*	Lipatan nasolabial (garis-garis dari senyum) dan sudut bibir yang tertekan ke bawah tidak terdeteksi, bagian mulut yang masih bergetar, pergerakan mata tidak terdeteksi
6	Terkejut	*Inner Brow Raiser, Outer Brow Raiser, Upper Lid Raiser, Lip Part, Jaw Drop*	Pergerakan mata tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa perubahan gerakan otot wajah dalam proses perekaman ekspresi aktor ke dalam model 3D masih banyak kesalahan. Gerakan yang sering terjadi kesalahan yaitu pada bagian mulut yang masih terbuka dan bergetar, hal ini ditemukan pada ekspresi marah, jijik, takut dan sedih. Kemudian kesalahan pada bagian alis yang kurang ke atas, hal ini ditemukan pada ekspresi jijik dan takut. Untuk kesalahan sudut bibi yang tertekan kebawah dan lipatan nasolabial dapat ditemukan pada ekspresi sedih. Kesalahan pada pergerakan bagian mata yang tidak terdeteksi ada pada semua ekspresi, hal ini disebabkan oleh faktor *hardware* dan *software* yang belum support terhadap gerakan mata.

Tahapan analisis hasil pada penelitian ini merupakan proses pengujian data ekspresi hasil rekaman aktor dengan data hasil MoCap yang telah diekspor ke model animasi 3D. Metode yang digunakan untuk mengukur sebuah ekspresi adalah *Facial Action Coding System* (FACS) dengan menggabungkan data grafik hasil MoCap yang diambil pada Software Maya.

Pada tahapan ini, membanding ekspresi aktor dengan hasil MoCap yang telah di implementasikan kedalam model 3D wajah manusia menggunakan kode AU pada gambar di frame tertentu berdasarkan beberapa kode ekspresi dari penelitian sebelumnya, yang ditunjukkan pada Tabel 2

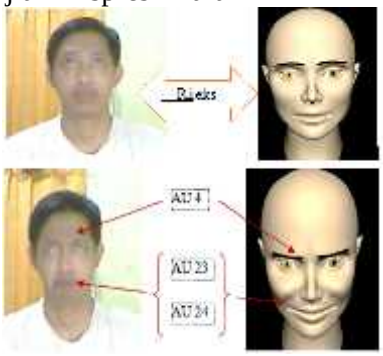
Tabel 2. Macam Emosi dalam kode AU

Ekspresi	Action Unit (AU)
Marah	4+7+23+24
Jijik	9+10+17+24
Takut	1+4+5+20+25+26
Gembira	6+12+25
Sedih	1+4+15+6+11+17
Terkejut	1+2+5+25+26

(Sumber Compound Facial Expressions Of Emotion 2014)

Salah satu kelemahan dalam software brekel ini yaitu karena sensor belum bisa membaca gerakan mata aktor, sehingga kode AU bagian mata tidak bisa digunakan.

a. Pengujian Ekspresi Marah



Gambar 1. Pengujian ekspresi marah menggunakan FACS

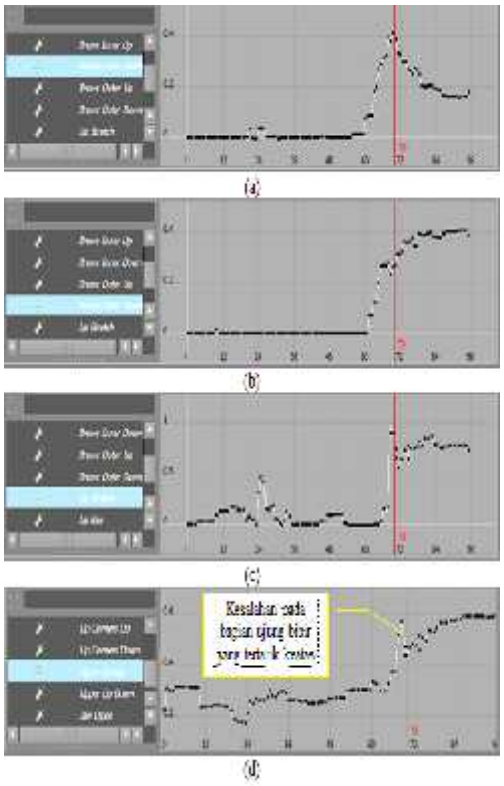
Berdasarkan gambar 1, pengujian menggunakan metode FACS pada frame tertentu didapat hasil, bahwa perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi marah menunjukkan kode AU 4 = *Brow Lowerer* (alis bergerak kebawah), AU 23 = *Lip Tightener* (bibir ketat), AU 24 = *Lip Pressor* (bibir saling menekan). Kode AU ditunjukkan

oleh tanda panah merah. Menurut hasil penelitian sebelumnya seperti dalam tabel 4.3 kode AU yang terjadi pada ekspresi marah ada empat macam yaitu AU 4, AU 7, AU 23, AU 24, akan tetapi sensor blum bisa membaca pergerakan bagian mata sehingga kode AU 7 = *Lid Tightener* (kelopak mata menyipit) tidak dapat digunakan. Perbandingan hasil ekspresi marah pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi marah

Ekspresi	*Action Unit* (AU)	Keterangan	Hasil Pada Aktor	Hasil Pada Model 3D
Marah	4 = Brow Lowerer	Alis bergerak kebawah	Bergerak kebawah	Bergerak mengikuti aktor
	7 = Lid Tightener	Kelopak mata menyipit	Bergerak menyipit	Tidak bergerak
	23 = Lip Tightener	Bibir ketat	Bibir ketat	Bergetar
	24 = Lip Pressor	Bibir saling menekan	Bibir saling menekan	Bergetar

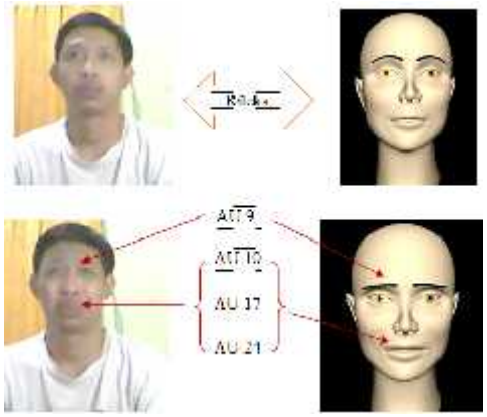
Berdasarkan Tabel 3, hasil pergerakan model 3D pada bagian alis telah mengikuti gerakan aktor, pada bagian kelopak mata tidak ada pergerakan dikarenakan alat sensor belum mampu membaca gerakan mata dari aktor, pada bagian bibir model 3D dapat mengikuti gerakan aktor namun terjadi kesalahan yaitu banyaknya gerakan berulang sehingga bagian bibir model terlihat bergetar. Untuk memperhalus getaran yang terjadi pada bagian bibir maka solusi yang dilakukan adalah melakukan proses editing pada bagian yang bergetar sehingga gerakan terlihat lebih halus. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi marah

Berdasarkan Gambar 2. (a,b) menunjukkan pergerakan alis bagian dalam dan luar bergerak kebawah pada frame 70. Pada Gambar 3. (c) menunjukkan pergerakan bagian bibir yang bergerak terbuka. Pada Gambar 3. (d) menunjukkan bagian bibir atas bergerak keatas. Solusi untuk memperbaiki kesalahan tersebut adalah melakukan proses editing secara manual dengan memindahkan titik-titik pada bagian *tools graph* ini.

b. Pengujian Ekspresi Jijik



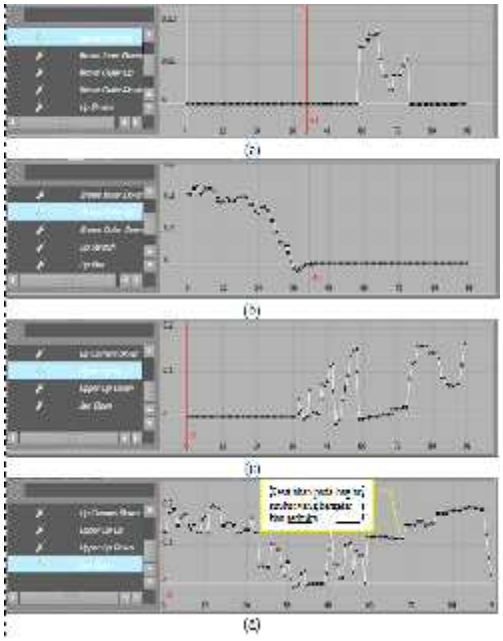
Gambar 3. Pengujian ekspresi jijik menggunakan FACS

Pada Gambar 3 di frame tertentu menunjukkan hasil, bahwa perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi jijik menunjukkan kode AU 9 = *Nose Wrinkler* (hidung berkerut), AU 10 = *Upper Lip Raiser* (bibir terangkat), AU 17 = *Chin Raiser* (dagu terangkat), AU 24 = *Lip Pressor* (bibir saling menekan). Kode AU ditunjukkan oleh tanda panah merah. Menurut hasil penelitian sebelumnya seperti dalam tabel 4.3 kode AU yang terjadi pada ekspresi jijik ada empat macam yaitu AU 9, AU 10, AU 17, AU 24, semua kode bisa terpakai. Perbandingan hasil ekspresi jijik pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi jijik

Ekspresi	***Action Unit* (AU)**	**Keterangan**	**Hasil Pada Aktor**	**Hasil Pada Model 3D**
Jijik	9 = Nose Wrinkler	Hidung berkerut	Hidung berkerut	Bergerak mengikuti aktor
	10 = Upper Lip Raiser	Bibir atas terangkat	Bibir atas terangkat	Bergerak mengikuti aktor
	17 = Chin Raiser	Dagu terangkat	Dagu terangkat	Bergerak mengikuti aktor
	24 = Lip Pressor	Bibir saling menekan	Bibir saling menekan	Bergetar

Berdasarkan Tabel 4, hasil pergerakan model 3D pada bagian hidung atas antara dua alis telah mengikuti gerakan aktor, pada bagian bibir atas telah mengikuti gerakan aktor , pada bagian bibir atas model 3D dapat mengikuti gerakan aktor namun terjadi kesalahan yaitu banyaknya gerakan berulang sehingga bagian bibir model terlihat bergetar, pada bagian dagu telah mengikuti gerakan aktor dengan bergerak keatas, pada bagian ke dua bibir saling menekan juga terlihat bergetar. Untuk memperhalus getaran yang terjadi pada bagian bibir maka solusi yang dilakukan adalah melakukan proses editing pada bagian yang bergetar sehingga gerakan terlihat lebih halus. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 5.

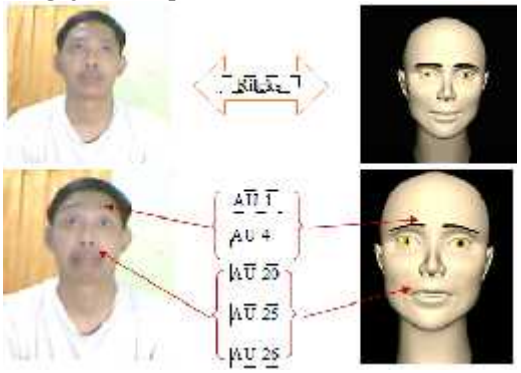


Gambar 4. grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi jijik

Berdasarkan Gambar 4 (a) menunjukkan pergerakan alis bagian dalam dan luar bergerak keatas pada frame 60. Pada Gambar 5 (b) menunjukkan alis bagian luar yang yang tidak bergerak, namun di frame awal terjadi gerakan sehingga termasuk dalam kesalahan deteksi. Pada Gambar 5 (c) menunjukkan bagian bibir atas bergerak keatas tetapi bergetar. Pada Gambar 5 (d) menunjukkan kesalahan deteksi dimana bagian mulut yang seharusnya tidak terbuka namun hasilnya mulut terbuka dan bergetar. Solusi untuk memperbaiki kesalahan tersebut adalah melakukan proses editing secara

manual dengan memindahkan titik-titik pada bagian *tools graph* ini.

c. Pengujian Ekspresi Takut



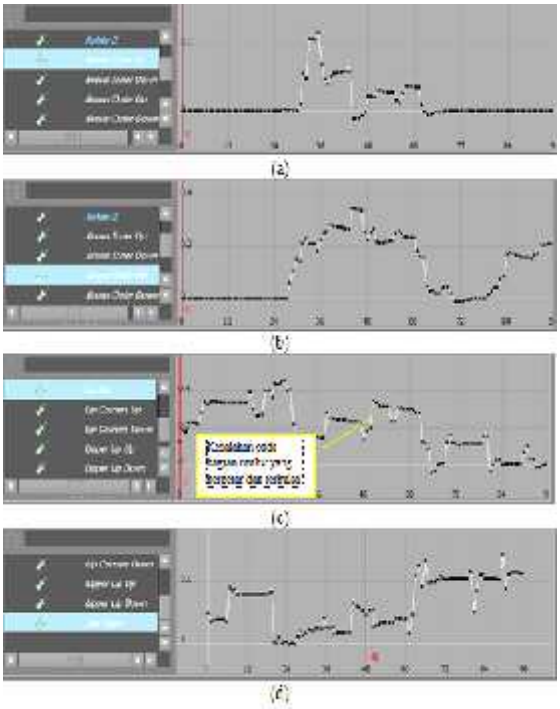
Gambar 5. Pengujian ekspresi takut menggunakan FACS

Berdasarkan gambar 5, pengujian menggunakan metode FACS pada frame tertentu didapat hasil bahwa, perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi takut menunjukkan kode AU 1 = *Inner Brow Raiser* (alis bagian dalam terangkat), AU 4 = *Brow Lowerer* (alis bergerak kebawah), AU 20 =*Lip Stretcher* (bibir melebar), AU 25 = *Lip Part* (bibir terpisah), AU 26 = *Jaw Drop* (dagu bergerak kebawah). Kode AU ditunjukkan oleh tanda panah merah. Menurut hasil penelitian sebelumnya seperti dalam tabel 4.3 kode AU yang terjadi pada ekspresi takut ada enam macam yaitu AU 1, AU 4, AU 5, AU 20, AU 25, AU 26, akan tetapi sensor blum bisa membaca pergerakan bagian mata sehingga kode AU 5 = *Upper Lid Raiser* (kelopak mata terangkat) tidak dapat digunakan. Perbandingan hasil ekspresi takut pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi takut

Ekspresi	*Action Unit* (AU)	Keterangan	Hasil Pada Aktor	Hasil Pada Model 3D
Takut	1 = Inner Brow Raiser	Alis bagian dalam terangkat	Alis bagian dalam terangkat	Bergerak mengikuti aktor
	4 = Brow Lowerer	Alis bergerak kebawah	Alis bergerak kebawah	Bergerak mengikuti aktor
	5 = Upper Lid Raiser	Kelopak mata atas terangkat	Kelopak mata atas terangkat	Tidak bergerak
	20 = Lip Stretcher	Bibir melebar	Bibir melebar	Bergerak mengikuti aktor
	25 = Lip Part	Bibir terpisah	Bibir terpisah	Bergerak mengikuti aktor
	26 = Jaw Drop	Dagu bergerak kebawah	Dagu bergerak kebawah	Bergerak mengikuti aktor

Berdasarkan Tabel 5 pengujian dilakukan pada ekspresi takut, hasil pergerakan model 3D pada bagian alis yaitu AU 1 dan AU 4 telah mengikuti gerakan aktor, pada bagian mata yaitu AU 5 tidak terdeteksi oleh sensor , pada bagian bibir yaitu AU 20 dan AU 25 model 3D dapat mengikuti gerakan aktor namun terjadi kesalahan yaitu banyaknya gerakan berulang sehingga bagian bibir model terlihat bergetar, pada bagian dagu telah mengikuti gerakan aktor dengan bergerak kebawah. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 7.

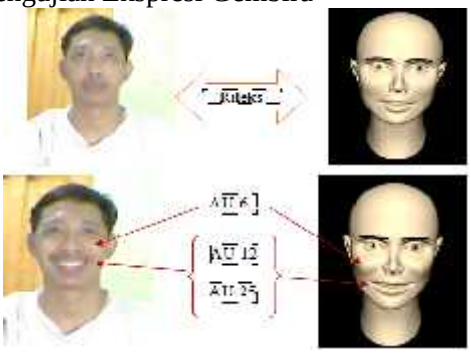


Gambar 6. grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi takut

Berdasarkan Gambar 6 (a,b) pada frame 48 pergerakan bagian alis dalam dan bagian luar sudah mengikuti aktor dengan bergerak keatas. Pada Gambar 7 (c) bagian bibir bergerak terbuka namun terjadi banyak getaran. Begitu juga

dengan Gambar 7 (d) bagian mulut atau dagu terjadi banyak getaran. Selain getaran yang terjadi pergerakan pada masing-masing bagian wajah masih kurang jelas, terlihat pada bagian skala yang ditunjukan masih sangat rendah. Solusi untuk memperbaiki kesalahan tersebut adalah melakukan proses editing secara manual dengan memindahkan titik-titik pada bagian *tools graph* ini.

d. Pengujian Ekspresi Gembira



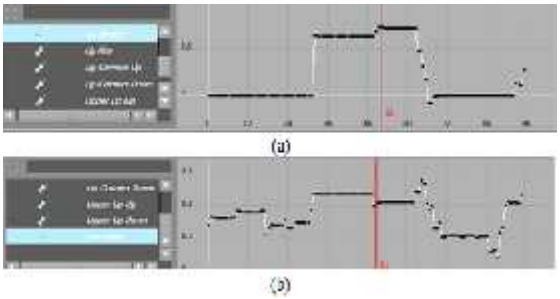
Gambar 7. Pengujian ekspresi gembira menggunakan FACS

Berdasarkan gambar 7, pengujian menggunakan metode FACS pada frame tertentu didapat hasil bahwa, perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi gembira menunjukkan kode AU 6 = *Cheeck Raiser* (pipi bergerak keatas), AU 12 = *Lip Corner Puller* (sudut bibir tertarik keluar), AU 25 = *Lip Part* (bibir terpisah). Kode AU ditunjukkan oleh tanda panah merah. Menurut hasil penelitian sebelumnya seperti dalam tabel 4.3 kode AU yang terjadi pada ekspresi marah ada tiga macam yaitu AU 6, AU 12, AU 25, semua kode bisa terpakai. Perbandingan hasil ekspresi gembira pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi gembira

Ekspresi	*Action Unit* (AU)	Keterangan	Hasil Pada Aktor	Hasil Pada Model 3D
Gembira	6 = Cheeck Raiser	Pipi bergerak keatas	Pipi bergerak keatas	Bergerak mengikuti aktor
	12 = Lip Corner Puller	Sudut bibir tertarik keluar	Sudut bibir tertarik keluar	Bergerak mengikuti aktor
	25 = Lip Part	Bibir terpisah	Bibir terpisah	Bergerak mengikuti aktor

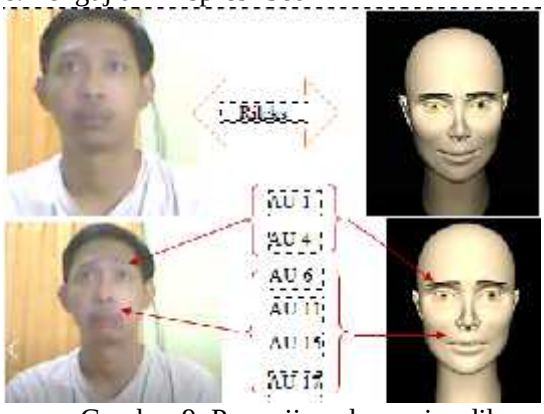
Berdasarkan Tabel 6 pengujian dilakukan pada ekspresi gembira, hasil pergerakan model 3D pada bagian pipi yaitu AU 6 telah mengikuti gerakan aktor, pada bagian bibir yaitu AU 12 dan AU 25 model 3D dapat mengikuti gerakan aktor namun terjadi kesalahan yaitu banyaknya gerakan berulang sehingga bagian bibir model terlihat bergetar. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi gembira

Berdasarkan Gambar 8 (a) pada frame 52 pergerakan bagian sudut bibir sudah mengikuti aktor dengan tertarik keluar. Pada Gambar 9 (b) bagian bibir bergerak terbuka namun masih terjadi banyak getaran. Solusi untuk memperbaiki kesalahan tersebut adalah melakukan proses editing secara manual dengan memindahkan titik-titik pada bagian *tools graph*.

e. Pengujian Ekspresi Sedih



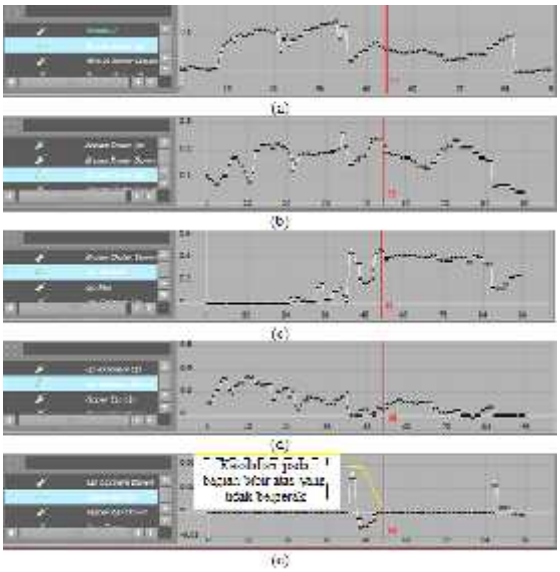
Gambar 9. Pengujian ekspresi sedih menggunakan FACS

Berdasarkan gambar 9, pengujian menggunakan metode FACS pada frame tertentu didapat hasil bahwa, perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi sedih menunjukkan kode AU 1 = *Inner Brow Raiser* (alis bagian dalam terangkat), AU 4 = *Brow Lowerer* (alis bergerak kebawah), AU 6 = *Cheeck Raiser* (pipi bergerak keatas), AU 11 = *Nasolabial Fold Deepener* (lipatan nasolabial garis-garis senyum), AU 15 = *Lip Corner Depressor* (sudut bibir tertekan kebawah), AU 17 = *Chin Raiser* (dagu terangkat). Kode AU ditunjukkan pada tanda panah merah. Kode AU yang terjadi pada ekspresi sedih ada enam macam yaitu AU 1, AU 4, AU 6, AU 11, AU 15, AU 17 semua kode bisa terpakai. Perbandingan hasil ekspresi sedih pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi sedih

Ekspresi	*Action Unit* (AU)	Keterangan	Hasil Pada Aktor	Hasil Pada Model 3D
Sedih	1 =Inner Brow Raiser	Alis bagian dalam terangkat	Alis bagian dalam terangkat	Bergerak mengikuti aktor
	4 = Brow Lowerer	Alis bergerak kebawah	Alis bergerak kebawah	Bergerak mengikuti aktor
	6 = Cheeck Raiser	Pipi bergerak keatas	Pipi bergerak keatas	Tidak bergerak

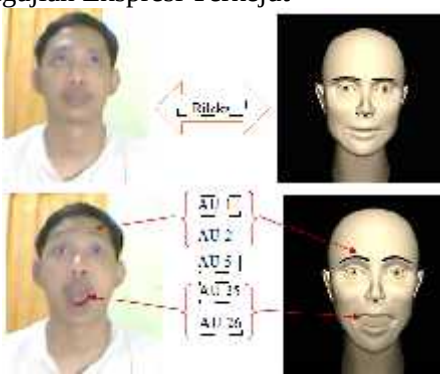
Berdasarkan Tabel 7 pengujian dilakukan pada ekspresi sedih, hasil pergerakan model 3D pada bagian alis yaitu AU 1 dan AU 4 telah mengikuti gerakan aktor. Pada bagian pipi dan mulut yaitu AU 6, AU11, AU 15, AU 17 terjadi kesalahan deteksi oleh sensor sehingga gerakan model 3D tidak mengikuti gerakan aktor. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 10. grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi sedih

Berdasarkan Gambar 10 (a,b) pada frame 53 pergerakan bagian alis dalam dan bagian luar sudah mengikuti aktor dengan bergerak keatas. Pada Gambar 11 (c) terjadi kesalahan pada bagian sudut bibir yang bergerak tertarik kebelakang sedangkan pada aktor bagian sudut bibir bergerak kebawah. Gambar 11 (d,e) bagian mulut dan bibir terjadi tidak terjadi gerakan. Pergerakan pada masing-masing bagian wajah masih kurang jelas, terlihat pada bagian skala yang ditunjukan masih sangat rendah. Solusi untuk memperbaiki kesalahan tersebut adalah melakukan proses editing secara manual dengan memindahkan titik-titik pada bagian *tools graph* ini.

f. Pengujian Ekspresi Terkejut



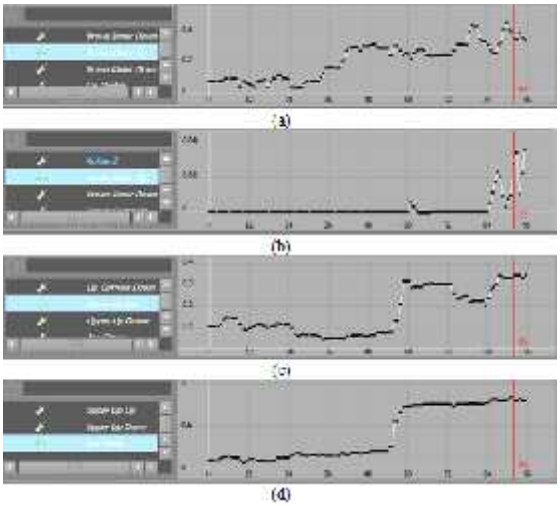
Gambar 11. Pengujian ekspresi terkejut menggunakan FACS

Berdasarkan gambar 11, pengujian menggunakan metode FACS pada frame tertentu didapat hasil bahwa, perbandingan ekspresi aktor dan model 3D pada ekspresi rileks ke ekspresi terkejut menunjukkan kode AU 1 = *Inner Brow Raiser* (alis bagian dalam terangkat), AU 2 = *Outer Brow Raiser* (alis bagian luar terangkat), AU 5 = *Upper Lid Raiser* (kelopak mata atas terangkat), AU 25 = *Lip Part* (bibir terpisah), AU 26 = *Jaw Drop* (dagu bergerak kebawah), kode AU ditunjukkan tanda panah merah. Menurut hasil penelitian sebelumnya seperti dalam tabel 4.3 kode AU yang terjadi pada ekspresi marah ada lima macam yaitu AU 1, AU 2, AU 5, AU 25, AU 26, akan tetapi sensor blum bisa membaca pergerakan bagian mata sehingga kode AU 5 = *Upper Lid Raiser* (kelopak mata atas terangkat) tidak dapat digunakan. Perbandingan hasil ekspresi sedih pada aktor dengan model 3D dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU ekspresi terkejut

Ekspresi	**Action Unit (AU)**	**Keterangan**	**Hasil Pada Aktor**	**Hasil Pada Model 3D**
Terkejut	1 = Inner Brow Raiser	Alis bagian dalam terangkat	Alis bagian dalam terangkat	Bergerak mengikuti aktor
Ekspresi	**Action Unit (AU)**	**Keterangan**	**Hasil Pada Aktor**	**Hasil Pada Model 3D**
Terkejut	2 = Outer Brow Raiser	Alis bagian luar terangkat	Alis bagian luar terangkat	Bergerak mengikuti aktor
	5 = Upper Lid Raiser	Kelopak mata atas terangkat	Kelopak mata atas terangkat	Tidak bergerak
	25 = Lip Part	Bibir terpisah	Bibir terpisah	Bergerak mengikuti aktor
	26 = Jaw Drop	Dagu bergerak kebawah	Dagu bergerak kebawah	Bergerak mengikuti aktor

Berdasarkan Tabel 8 pengujian dilakukan pada ekspresi terkejut, hasil pergerakan model 3D pada bagian alis yaitu AU 1 dan AU 2 telah mengikuti gerakan aktor. Pada bagian mata yaitu AU 5 tidak terdeteksi oleh sensor sehingga gerakan pada model 3D tidak terjadi. Pada bagian bibir yaitu AU 25 telah mengikuti gerakan dari aktor. Pada bagian dagu yaitu AU 26 juga telah mengikuti gerakan aktor. Gerakan bagian wajah model 3D dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 12. grafik pergerakan bagian wajah model 3D pada ekspresi terkejut

Berdasarkan Gambar 12 (a,b) pada frame 60 pergerakan bagian alis dalam dan bagian luar sudah mengikuti aktor dengan bergerak keatas. Pada Gambar 13 (c) bagian bibir atas bergerak keatas mengikuti pergerakan aktor. Gambar 13 (d) bagian mulut bergerak terbuka mengikuti gerakan aktor.

Hasil pengujian menggunakan FACS dan AU diatas maka didapat hasil bahwa gerakan otot bagian wajah pada model animasi 3D tidak selalu sama dengan aktor pada ekspresi tertentu. Dari semua ekspresi yang diuji, ekspresi terkejutlah yang paling mirip dengan aktor.

Setelah pengujian menggunakan FACS dan AU dilakukan pengujian kemiripan hasil MoCap ekspresi antara aktor dan model 3D menggunakan teknik markerless ini, dengan cara penyebaran kuesioner kepada pakar. Pakar yang dimaksud adalah para animator animasi 3D di MSV Picture. Kuesioner diperlukan untuk mengetahui hasil penilaian kemiripan antara aktor dan model 3D dari enam ekspresi wajah menurut para pakar. Kuesioner yang disebar sebanyak 14 kuesioner. Dari 14 kuesioner yang kembali terdapat 5 kuesioner yang tidak diisi

lengkap sehingga kuesioner yang dapat diolah sebanyak 9 eksemplar. Responden akan memberikan jawaban kualitatif yang akan diukur dengan skala likert untuk setiap pertanyaan kuesioner. Skala yang digunakan adalah empat skala likert dengan ketentuan: Tidak Setuju (TS), Kurang Setuju (KS), Setuju (S), dan Sangat Setuju (SS).

Tabel 9. Jawaban Responden

No	Indikator	Jawaban Responden				Jumlah
		SS	S	KS	TS	
1	Ekspresi jijik pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	3	4	2	9
		0%	33%	45%	22%	100%
2	Ekspresi marah pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	3	4	2	9
		0%	33%	45%	22%	100%
3	Ekspresi takut pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	5	3	1	9
		0%	56%	33%	11%	100%
4	Ekspresi sedih pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	3	6	0	9
		0%	33%	67%	0%	100%
5	Ekspresi gembira pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	4	5	0	9
		0%	44%	56%	0%	100%
6	Ekspresi terkejut pada model 3D sudah mirip dengan aktor	0	6	3	0	9
		0%	67%	33%	0%	100%
7	Ekspresi yang terjadi sudah menyerupai aktornya	0	3	6	0	9
		0%	33%	67%	0%	100%
8	Penggunaan markerless motion capture dapat mempermudah dalam melakukan proses pembuatan animasi ekspresi wajah	1	6	1	1	9
		11%	67%	11%	11%	100%
9	Ekspresi emosi model 3D sudah dapat dikenali	0	3	6	0	9
		0%	33%	67%	0%	100%

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa sebanyak 45% responden memberikan jawaban kurang setuju, 22% memberikan jawaban tidak setuju dan sebanyak 33% responden memberikan jawaban setuju terhadap pernyataan tentang ekspresi jijik pada model 3D sudah mirip dengan aktor. Hal ini berarti tampilan 3D yang dihasilkan masih kurang sesuai atau tidak mirip dengan aktor. Dari proses MoCap penangkapan aktor ke dalam model 3D mengalami kesalahan deteksi seperti sudut bibir dan mulut yang terbuka. Pernyataan tentang ekspresi marah pada model 3D sudah mirip dengan aktor, dijawab kurang setuju oleh responden sebanyak 45%, sebanyak 22% menjawab tidak setuju dan 33% responden menjawab setuju, sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 9. Hal ini berarti ekspresi aktor dengan hasil MoCap yang diimplementasikan dalam model 3D tidak mirip. Pada ekspresi yang dihasilkan terjadi kesalahan deteksi, sehingga menyebabkan kesalahan pada bagian bibir yang terbuka.Selanjutnya untuk pernyataan tentang ekspresi takut pada model 3D sudah mirip dengan aktor berdasarkan Tabel 9 di atas, sebanyak 56% responden menjawab setuju, 33% responden menjawab kurang setuju dan sebanyak 11% menjawab tidak setuju. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden setuju bahwa ekspresi model 3D yang dihasilkan mirip dengan aktornya. Meskipun mayoritas responden setuju dengan kemiripan 3D model dengan aktornya, tetapi masih terdapat kealahan dalam menangkap ekspresi seperti bagian mulut yang terbuka dan bergetar, serta pergerakan mata yang tidak terdeteksi. Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa mayoritas responden sebanyak 67% menjawab kurang setuju dengan kemiripan ekspresi sedih aktor dengan 3D modelnya. Hal ini berarti bahwa terjadi kesalahan dalam mendeteksi ekpresi tersebut, seperti lipatan nasolabial yang tidak nampak, pergerakan pipi yang tidak ada, pergerakan sudut bibir yang tidak mengikuti aktor, dan bagian dagu yang tidak bergerak ke atas.

Selanjutnya untuk kemiripan ekspresi gembira aktor dengan model 3D berdasarkan Tabel 9 di atas menunjukkan 56% responden menjawab kurang setuju dan 44% menjawab setuju. Hal ini berarti bahwa ekspresi gembira pada aktor kurang mirip dengan ekspresi gembira pada model 3D yang dihasilkan. Kesalahan yang terjadi ada pada pergerakan mata yang tidak terdeteksi. berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa mayoritas responden sebanyak 67% menjawab setuju dengan kemiripan aktor dan 3D model untuk ekspresi terkejut dan sebanyak 33% menjawab kurang setuju. Kesalahan yang terjadi hanya ada pada

gerakan mata yang tidk terdeteksi. Sedangkan untuk pernyataan tentang keseluruhan ekspresi sudah menyerupai aktornya, mayoritas responden sebanyak 67% menjawab kurang setuju. Hal ini berkaitan dengan pernyatan pertama sampai dengan pernyataan keenam yang menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa kesalahan yang dihasilkan sehingga kemiripan aktor dengan model 3D yang dihasilkan kurang sesuai.

Untuk pernyataan tentang penggunaan markerless motion capture dapat mempermudah dalam melakukan proses pembuatan animasi ekspresi wajah berdasarkan Tabel 9, mayoritas responden sebanyak 67% menjawab setuju. Hal ini berarti markerless motion capture membantu animator dalam membuat sebuah gerakan ekspresi wajah model animasi seperti aslinya tanpa perlu menggunakan penanda, make up dan kalibrasi wajah terlebih dahulu pada aktor. Kemudian untuk penyataan tentang ekspresi model 3D sudah dapat dikenali, mayoritas responden sebanyak 67% menjawab kurang setuju. Hal ini berkaitan dengan pernyataan pertama sampai ketujuh yang masih megalami kesalahan dalam penangkapan ekspresi aktor ke dalam model 3D.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan beberapa pengujian dari penelitian ini maka dapat disimpulkan seperti berikut ini:

a. Ekspresi yang paling minim kesalahan adalah ekspresi terkejut, kemudian ekspresi takut dan gembira yang memiliki kesalahan hanya pada gerakan bagian mata, sedangkan ekspresi sedih, marah dan jijik merupakan ekspresi yang paling banyak kesalahan pada proses MoCap yaitu pada bagian bibir, ujung bibir, pipi dan mulut.
b. Mayoritas kesalahan pada proses MoCap terjadi pada bagian bibir, ujung bibir dan mulut yang bergetar.
c. Pergerakan bagian mata ternyata mempunyai peran yang cukup besar dalam membuat sebuah ekspresi terlihat nyata.
d. Pengeditan dalam tools graph editor diperlukan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi pada proses MoCap.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa kemungkinan yang dapat digali lebih lanjut oleh peneliti selanjutnya, berikut merupakan beberapa saran yang dapat menjadi pertimbangan peneliti selanjutnya.

1. Dalam penelitian selanjutnya dapat mendalami bagaimana latar dan pencahayaan yang paling bagus saat melakukan proses MoCap.
2. Pemakaian *software* dan *hardware* versi yang lebih baru agar semua gerakan wajah dapat terdeteksi secara maksimal.
3. Penambahan Kinect atau sensor lain kemungkinan menambah tingkat akurasi dan kecepatan saat proses MoCap.
4. Penggunaan spesifikasi aktor untuk ekspresi berdasarkan gender, umur, dan bentuk wajah.

Daftar Pustaka

[1] Adam W, Aneta G, Moszczak, 2014, *Detection of The Selected, Basic Emotions Based on Face Expression Using Kinect*, stc.fs.cvut.cz
[2] Andrew O, Terence .J.T, 1990, *What's Basic About Basic emotions*, Psychological Review
[3] Anung R, Vincent S, Yuliman P, 2010, *Agen Cerdas Animasi Wajah Untuk Game Tebak Kata*,Jurnal Teknologi Informasi
[4] Atthariq, 2012, *Pendeteksian dan Penangkapan Gerakan Fitur Wajah Secara 3D menggunakan Active Appearance Model (AAM)*, Semnas dan Expo Teknik Elektro
[5] Brien, J. F. O., Hodgins, J. K., Brostow, G. J., & Hodgins, J. K., 2000, *Automatic Joint Parameter Estimation from Magnetic Motion Capture Data*, Jurnal ACM
[6] Chuang, Erika S. 2004, *Analysis, Synthesis, and Retargeting of Facial Expressions.* Stanford University, Jurnal ACM

[7] Du S, Tao Y, Martinez AM, 2014, Compound facial expressions of emotion. Proceedings of the National Academy of Science, Jurnal PNAS
[8] Ega H, Haris S, Bheta A.W, 2014, *Membangun Penangkap Gerakan Manusia Dengan Menggunakan 8 Kamera untuk Menghasilkan Model Animasi 3 Dimensi*, KOMMIT
[9] Guerra, Filho G, 2005, *Optical Motion Capture Theory and Implementation*, Journal of Theoretical and Aplied Informatics
[10] Hartono, liliana, Rolly I, 2015, *Pendeteksian Gerak Menggunakan Sensor Kinect for Windows*, Jurnal Infra
[11] Hasibuan, Zainal A., 2007, *Metode penelitian pada Bidang Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi : Konsep, Teknik dan Aplikasi*, Jakarta : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia
[12] Maya Maselia, 2012, *Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Film Animasi Kartun Pada Pengenalan Perangkat Keras Komputer Dalam Pembelajaran TIK Di Kelas VII*, Universitas Pendidikan Indonesia
[13] I Dewa B.S, Emma U, Sukoco, 2015 *Optimalisasi teknik markerless motion capture menggunakan multisensor pada pembuatan animasi 3D*, Konferensi Nasional Sistem & Informatika
[14] Matahari B. N, Samuel G. G, 2014 *Animasi Ekspresi Wajah Pada Avatar Berbasis Feature Point Cluster*, Prosiding SENTIA
[15] Rahul A, Aditya N, Phalguni G, 2014, *3D Face Recognition Using Kinect*, Jurnal ACM
[16] Rena L, 2012, *Psikologi Emosi*, Dirjen Pendidikan Islam, Jakarta
[17] Rizki L. B, *Jurnal Ekspresi Wajah Karakter Animasi 3D Sikancil Yang Terlalu Percaya Diri*, Jurnal Eproc
[18] Shingade, A., & Ghotkar, A., 2014, *Animation of 3D Human Model Using Markerless Motion Capture Applied To Sports*, Jurnal ACM
[19] Supriadi, Pasiak,Wangko, 2015, *Profil Musculi Facialis Pada Ekspresi Wajah Dan Emosi Dengan Menggunakan Facial Action Coding System Pada Calon Presiden Prabowo*, jurnal eBm
[20] Victoria M, Joe G, 2016, *Automatic Bland Shape Creation for Facial Motion Capture*, Jurnal ACM
[21] Vineetha G R, Sreeji C, Lentin J, 2012, *Face Expression Detection Using Microsoft Kinect with the Help of Artificial Neural Network*, Trends in Innovative Computing
[22] Yoon, H., & Park, J., 2013, *Avatar Animation Using Skeleton Tracking With Kinect Sensor*, Jurnal ACM