



Tesis - TE142599

**DETEKSI GERAK OTOT FRONTALIS BERBASIS
CITRA 3 DIMENSI MENGGUNAKAN GRAY LEVEL
CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)**

Hardianto Wibowo

2213205009

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng.

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T, M.T.

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSITITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016



Tesis - TE142599

**FRONTALIS MUSCLE MOTION DETECTION BASED
ON 3 DIMENSIONAL IMAGE USED GRAY LEVEL CO-
OCCURRENCE MATRIX (GLCM)**

Hardianto Wibowo

2213205009

SUPERVISOR

Prof. Dr. Ir. Mauridi Hery Purnomo, M. Eng.

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T, M.T.

MAGISTER PROGRAM

INTELLIGENT NETWORK EXPERTISE MULTIMEDIA

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2016

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)

di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Hardianto Wibowo
NRP. 2213205009

Tanggal Ujian : 20 Juni 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh :

1. Prof. Dr. Ir. Maun^{idhi} Hery Purnomo, M. Eng (Pembimbing I)
NIP : 195809161986011001
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIP. 196806011995121009
3. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T. (Penguji)
NIP. 196907301995121001
4. Dr. Adhi Dharma Wibawa, S.T., M.T. (Penguji)
NIP. 197605052008121003

Direktorat Program Pasca Sarjana



Prof. Ir. Dja^{uhar} Manfaat M.Sc., Ph.D.

NIP. 196012021987011001

DETEKSI GERAK OTOT FRONTALIS BERBASIS CITRA 3D MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO- OCCURRENCE MATRIX (GLCM)

Student Name : Hardianto Wibowo
NRP : 2213205009
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng
Co-Supervisor : Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST, MT

ABSTRAK

Ekspresi wajah atau mimik merupakan salah satu dari hasil gerak otot pada wajah. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, ekspresi merupakan pengungkapan atau proses menyatakan, yaitu memperlihatkan atau menyatakan maksud, gagasan perasaan dan lain sebagainya. Ekspresi wajah atau mimik dipengaruhi oleh saraf tujuh atau nervuse facialis. Dalam penelitian yang dilakukan paul ekman didapat sebuah standarisasi ekspresi dalam format pergerakan yang disebut dengan Facial Action Coding System (FACS). Dalam penelitiannya paul ekman menyatakan enam ekspresi dasar yaitu bahagia, sedih, terkejut, takut, marah dan jijik. Dalam anatomy otot, bahwa setiap otot yang bergerak pasti terjadi kontraksi, dan pada saat terjadi kontraksi, otot akan mengembang atau menggelembung. Otot dibagi menjadi tiga bagian yaitu origo dan insersio sebagai ujung otot dan belly sebagai titik tengah otot, jadi setiap terjadi gerak maka otot bagian belly akan mengembang atau menggelembung. Teknik pengambilan data yaitu dengan merekam data dalam bentuk 3D, setiap terjadi kontraksi maka otot bagian belly akan menggelembung dan data inilah yang akan diolah dan dibandingkan. Dari pengolahan data ini akan didapat kekuatan maksimum kontraksi yang akan dipakai sebagai acuan untuk besaran pergeseran otot khususnya pada otot frontalis. Dalam deteksi pergerakan akan menggunakan metode gray level co-occurrence matrix (GLCM), dan akan didapatkan pula besaran pergeseran otot secara maksimal. Dari hasil pengujian didapatkan nilai pergeseran pergerakan otot sebesar 1,367 – 4,460.

Kata Kunci: *Frontalis, gray level co-occurrence matrix (GLCM), Ekpresi*

FRONTALIS MUSCLE MOTION DETECTION BASED ON 3 DIMENSIONAL IMAGE USED GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)

Student Name : Hardianto Wibowo
NRP : 2213205009
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng
Co-Supervisor : Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST, MT

ABSTRACT

Facial expressions or gestures is one of the results of facial muscle movement. In a large dictionary Indonesian, an expression of the disclosure or the claimed process, namely shows or declared intent, ideas and feelings of others. Facial expressions or gestures affected by seven or nervuse facial nerve. In a study by Paul Ekman obtained an expression in the format standardization movement called the Facial Action Coding System (FACS). Paul Ekman stated in his research six basic expressions are happy, sad, surprised, scared, angry and disgusted. In muscle anatomy, that every muscle that moves the inevitable contraction, and in the event of contraction, the muscle will expand or mengembang. Muscle divided into three parts, namely Origo and insersio as the end of the muscle and belly as the midpoint of the muscles, so each occurs move the muscles of the purchase will expand or bulging. Data retrieval technique is to record data in 3D, each contraction, the muscles of the purchase will mengembang and this data will be processed and compared. From the processing of this data will be obtained the maximum force of contraction that will be used as a reference to the amount of muscle shift, especially in the frontalis muscles. In the movement detection will be using gray level co-occurrence matrix (GLCM), and will be found also to the maximum amount of muscle shift. From the test results obtained by muscle movement shift value from 1.367 to 4.460.

Key words: *Frontalis, gray level co-occurrence matrix (GLCM), Expression*

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrac	iii
Absraksi	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Facial Expression	5
2.1.1 Expression Strength	5
2.2 Face Anatomy	6
2.2.1 Facial Mask.....	9
2.2.2 Otot Untuk Animasi.....	10
2.3 Moving Picture Experts Group (MPEG)-4	14
2.4 Transformasi	15
2.4.1 Translasi (Pergeseran).....	15
2.4.2 Refleksi (Pencerminan).....	16
2.4.3 Rotasi	16
2.4.4 Dilatasi	16
2.5 Golden Ratio	17
2.6 Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)	18
2.7 Confidence Interfal.....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23

3.1 Metodologi Penelitian	23
3.2 Intel Realsense	24
3.3 Landmark Wajah 2D	24
3.4 Kalibrasi Kamera 2D dan 3D	25
3.5 Ploting data Landmark	26
3.6 Normalisasi Data	27
3.7 Deteksi Pergerakan Otot	28
3.8 Perhitungan Pergeseran gerak Otot Menggunakan Metode Confidence Interfal.....	31
3.9 Canberra Distance	32
BAB 4 PENGUJIAN	33
4.1 Pengambilan Data Otot	33
4.2 Ekstraksi Features	34
4.3 Pengujian Pergerakkan Otot.....	36
4.3.1 Interfal Pergerakkan Otot.....	37
4.4 Pengujian.....	39
4.4.1 Sekenario Pengujian.....	39
4.4.2 Hasil Pengujian	49
BAB 5 KESIMPULAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi dari Pengikat Pada Animasi Wajah	11
Tabel 2.2 FAPs dalam Group	15
Tabel 2.3 Z Tabel	21
Tabel 3.1 Landmark Wajah 2D	25
Tabel 4.1 matrik GLCM pangujian 1	41
Tabel 4.2 matrik GLCM pengujian 2	42
Tabel 4.3 matrik GLCM pengujian 3	44
Tabel 4.4 matrik GLCM pengujian 4	45
Tabel 4.5 matrik GLCM pengujian 5	46
Tabel 4.6 matrik GLCM pengujian 6	47
Tabel 4.7 matrik GLCM pengujian 7	48
Tabel 4.8 Perhitungan Jarak Energy per Image	49
Tabel 4.9 Perhitungan Jarak Entropy per Image	49
Tabel 4.10 Perhitungan Jarak Contrass per Image	50
Tabel 4.11 Perhitungan Jarak Corelation per Image	50
Tabel 4.12 Canberra Distance Pengujian	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Expression Strenght.....	6
Gambar 2.2 Struktur Otot Rangka	7
Gambar 2.3 Anatomi Otot Miofibrin	7
Gambar 2.4 Anatomi Kontraksi Otot	8
Gambar 2.5 Anatomi Otot Wajah	8
Gambar 2.6 Facial Mask	9
Gambar 2.7 Otot Wajah Dalam Animasi	10
Gambar 2.8 Otot Wajah Sebagian dalam Animasi	10
Gambar 2.9 Wire on Mask	12
Gambar 2.10 Wire on Mask 2	13
Gambar 2.11 Arah Pergerakkan Otot Wajah	13
Gambar 2.12 MPEG-4 Facial Animation Parameter	14
Gambar 2.13 Golden Ratio Wajah	17
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	23
Gambar 3.2 Kamera Senz3D.....	24
Gambar 3.3 Raw data gambar 2.5 Dimensi Kamera Intel Realsense	27
Gambar 3.3 Data gambar 2.5 Dimensi hasil perbaikan	28
Gambar 3.4 (a)data image 2.5 Dimensi (b)perubahan dari data 3D ke grayscale	29
Gambar 3.5 (a)data image dalam RGB (b)perubahan dari data RGB ke grayscale	29
Gambar 3.6 Sudut GLCM.....	30
Gambar 3.7 Perhitungan Sudut GLCM.....	31
Gambar 4.1 Data Grayscale Otot	33
Gambar 4.2 Grafik Energy per Image.....	34
Gambar 4.3 Grafik Contras per Image.....	35
Gambar 4.4 Corelation per Image.....	35
Gambar 4.5 Entropy per Image.....	36
Gamber 4.6 Grafik Pergerakkan Otot dari Diam ke Bergerak.....	37
Gambar 4.7 Grafik Data Otot Diam.....	38

Gambar 4.8 Grafik Data Otot Bergerak	38
Gambar 4.9 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum	29
Gambar 4.10 (a) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis bergerak maksimu	40
Gambar 4.11 (a) data wajah grayscale dengan otot frontalis normal (b) data wajah grayscale dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah grayscale dengan otot frontalis bergerak maksimum	40
Gambar 4.12 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum	42
Gambar 4.13 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimal	43
Gambar 4.14 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimal	44
Gambar 4.15 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimal	45
Gambar 4.16 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimal	46
Gambar 4.17 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimal	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekspresi wajah atau mimik merupakan salah satu hasil dari hasil gerak otot pada wajah. Dalam kamus besar bahasa Indonesia ekspresi merupakan pengungkapan atau proses menyatakan, yaitu memperlihatkan atau menyatakan maksud, gagasan, persasaan dan lain sebagainya. Dalam ilmu komunikasi antar manusia terdapat tiga cara berkomunikasi antar manusia yaitu dengan lisan, tulisan dan ekspresi. Dalam ekspresi dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu ekspresi tubuh atau sering disebut gerak tubuh dan ekspresi wajah. Pada penelitian Ekman 1976 menghasilkan penelitian terkini dengan pengakuan global enam ekspresi wajah berdasarkan geometris dan penampilan yaitu bahagia, sedih, terkejut, takut, marah dan jijik [1].

(MPEG-4 FBA) [ISO14496] merupakan standar internasional yang menangani animasi untuk tubuh dan wajah terutama penentuan parameter seperti Face Animation Parameter (FAPs) dan Body Animation Parameter (BAPs). Dalam ISO14496 dijelaskan cara yang digunakan untuk membuat sebuah animasi. Ada beberapa hal yang menarik dari sebuah animasi yang akan digunakan, yaitu bagaimana cara pengambilan data dengan baik dan cepat dari sebuah model dan dapat ditranfer ke semua model animasi yang ada, bukan dalam bentuk manusia saja, melainkan data yang ada bisa digunakan untuk semua model animasi. Salah satu cara pengambilan data yaitu dengan penggabungan anatomi wajah, MPEG-4 dan Facial Action Coding System (FACS).

Dalam anatomi wajah terdapat otot-otot yang digunakan untuk ekspresi wajah, otot-otot tersebut dipengaruhi oleh Nervus 7 atau sering disebut Nervus Facialis[2]. Dalam ilmu kedokteran otot ini sering disebut dengan Mimetic Muscles, yaitu otot yang digunakan untuk melakukan ekspresi. Dari pergerakan otot-otot tersebut akan menghasilkan sebuah ekspresi wajah. Secara sederhana anatomi otot terdiri dari ujung otot yang disebut dengan origo dan insersio serta

titik tengah otot yang disebut dengan belly. Dari anatomi tersebut pergerakan otot hanya bisa kontraksi dan titik yang paling banyak bergerak adalah bagian belly.

Penggunaan rumus kontraksi otot untuk menghitung maksimum besaran pergerakan otot, dengan rumus kontraksi otot tersebut maka akan didapat *Expression Strenght*. Dalam perhitungan kontrksi otot akan menggunakan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM). (IgorJuricevic1 and MichaelA.Webster) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ekspresi wajah merupakan hal yang penting dalam simulai untuk tahapan emosional yang mempuyai hubungan yang erat dalam banyak fungsi sosial [4].

Dari latar belakan diatas penulis menyimpulkan perlu adanya deteksi pergerakan pada otot frontalis dengan judul penelitian, **Deteksi Gerak Otot Frontalis Berbasis Citra 3 Dimensi Menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)**.

1.2 Rumusan Masalah

Secara tradisional, ekspresi wajah manusia telah dipelajari baik menggunakan 2D statis gambar atau urutan video 2D. Analisis berbasis 2D sulit untuk menangani variasi dan perilaku wajah halus. Analisis ekspresi wajah 3D akan memfasilitasi pemeriksaan perubahan struktural baik yang melekat di ekspresi spontan atau biasa. Tujuannya adalah untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi saat mengidentifikasi berbagai ekspresi wajah, dan pada penelitian ini salah satu otot yang mempengaruhi ekspresi wajah adalah otot frontalis. Dengan menggunakan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix akan dilakukan perhitungan pergerseran gerak otot frontalis.

1.3 Batasan Masalah

1. Deteksi pergeseran gerak otot hanya pada otot frontalis
2. Features pada metode Gray Level Co-Occurrence Matrik adalah Entropy, Energy, Corelation dan Contras.

1.4 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga tujuan yang diharapkan,

1. Untuk mendeteksi pergerakan pada otot wajah pada citra 3 dimensi.
2. Untuk mendapatkan nilai pergeseran pada otot frontalis.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dalam dunia animasi dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan gerak animasi.
2. Dapat diketahui pergeseran maksimum pada otot pada setiap orang.

<< Halaman ini sengaja dikosongkan >>

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Facial Exspression

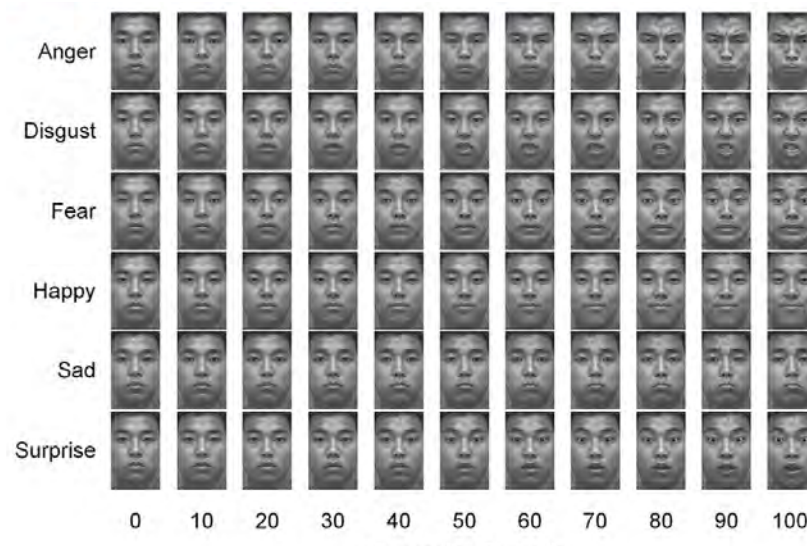
Ekspresi wajah atau mimik adalah hasil gerak otot wajah yang dipengaruhi oleh nervus facialis atau nervuse 7. Ekspresi wajaha merupakan salah satu bentuk komunikasi nonverbal yang dapat menyampaikan emosi dari seseorang ke orang yang mengamatina. Dengan ekspresi wajah dapat menyampaikan pesan secara emosional yang disampaikan, buka hanya manusia akan tetapi hewan juga dapat berekspresi ketika mendapatkan rangsangan.

Manusia dapat mengalami ekspresi wajah tertentu secara sengaja, namum pada umumnya ekspresi wajah yang dilakukan oleh manusia dilakukan dengan tidak sengaja karena dipengaruhi oleh emosi manusia tersebut. Manusia biasanya sulit untuk menyembunyikan emosi atau perasaan tertentu dari wajah, walaupun banyak orang yang ingin melakukannya. Contohnya orang yang ingin menyembunyikan perasaan bencinya terhadap seseorang, pada saat tertentu orang tersebut akan menunjukkan perasaannya tersebut di wajahnya, walaupun manusia tersebut berusaha menunjukkan ekspresi netral. Hubungan ekspresi dan emosi juga bisa berjalan sebaliknya.

Pada penelitian paul Ekman 1976 menyimpulkan enam ekspresi dasar yang telah diakui secara global yaitu bahagia, sedih, terkejut, takut, marah dan jijik.

2.2.1. Exspression Strength

(IgorJuricevic1 and MichaelA.Webster) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ekspresi wajah merupakan hal yang penting dalam simulai untuk tahapan emosional yang mempuyai hubungan yang erat dalam banyak fungsi sosial [4]. Setiap ekspresi mempunyai kekuatan yang berbeda-beda seperti halnya emosional. Ketika kita bahagia ada tahapan kebahagiaan, seperti sedikit bahagia atau sangat bahagia, hal ini menjadi penting ketika diaitkan dengan hubungan sosial masyarakat. Pada exspression strength sebuah ekspresi dapat diklasifikasikan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Expsression Strenght [4]

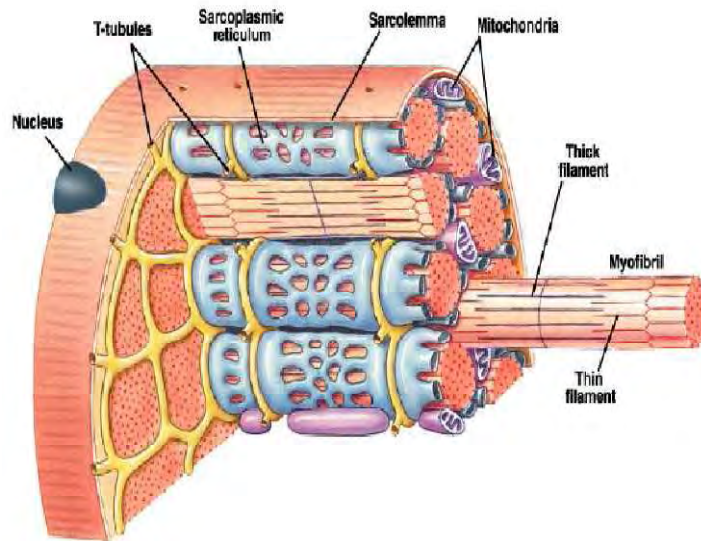
Pada Tabel dapat kita lihat bahwa setiap ekspresi mempunyai tingkatan dalam pemodelannya, dari tahapan ini dapat kita lihat seberapa ekspresif orang tersebut. Hal ini menjadi penting karena ekspresi merupakan bentuk komunikasi non verbal.

2.2. Face Anatomy

Otot wajah atau disebut juga dengan Mimetic Muscle merupakan rangkaian otot yang digunakan untuk melakukan ekspresi pada wajah [2]. Otot-otot ini dipengaruhi oleh nervus facialis atau nervus tujuh. Anatomy otot secara garis besar terdiri dari origo, insersio dan belly. Dengan origo dan insersio adalah ujung-ujung otot yang menempel pada tulang atau pada ligamen, sedangkan belly adalah bagian otot yang berkontraksi. Serat otot rangka merupakan kumpulan fasciculus (sel otot berbentuk silindris yg diikat oleh jaringan ikat).Seluruh serat otot dihimpun menjadi satu oleh jaringan ikat yg disebut epimysium (fascia).

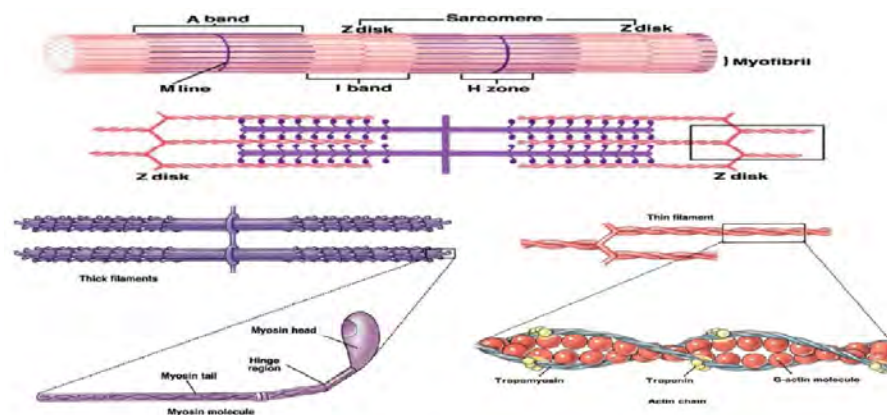
Pada struktur otot rangka, unit struktural jaringan otot ialah serat otot. Serat otot rangka berdiameter 0,01-0,1 mm dgn panjang 1-40 mm. Besar dan jumlah jaringan, terutama jaringan elastik, akan meningkat sejalan dengan penambahan usia. Setiap 1 serat saraf dilapisi oleh jaringan elastik tipis yg disebut sarcolemma. Protoplasma serat otot yang berisi materi semicair disebut sarkoplasma. Di dalam matriks serat otot terbenam unit fungsional otot

berdiameter 0,001 mm yg disebut miofibril. Struktur otot rangka seperti terlihat pada Gambar 2.2.



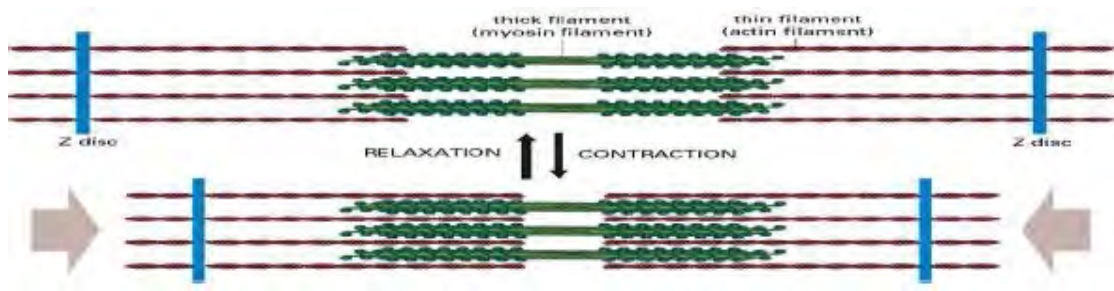
Gambar 2.2 Struktur Otot Rangka[2]

Pada Gambar 2.2 merupakan truktur rangkaian otot rangka yang terdiri dari myofibrin yang terbungkus oleh sarcolemma. Di bawah mikroskop, miofibril akan tampak spt pita gelap & terang yang bersilangan. Pita gelap (thick filament) dibentuk oleh miosin, dan pita terang (thin filament) dibentuk oleh aktin, troponin & tropomiosin). Seperti terlihat pada Gambar 2.3.



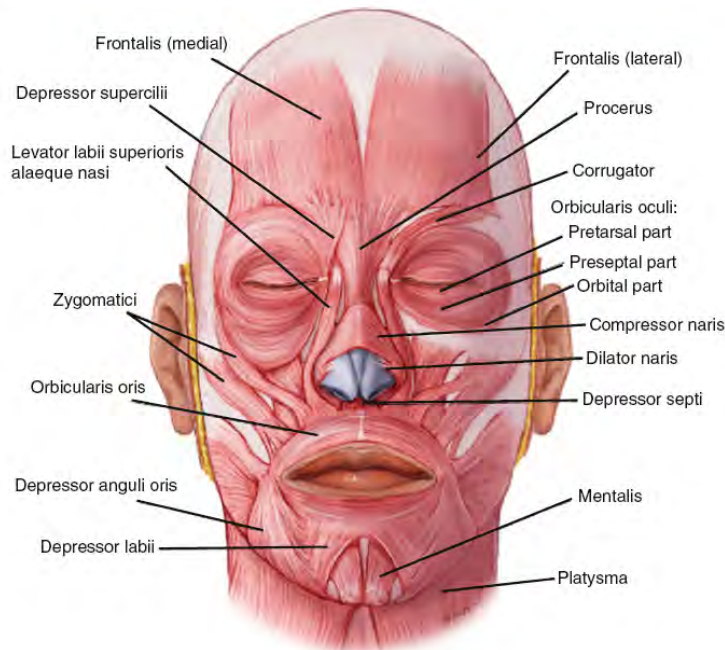
Gambar 2.3 Anatomi Otot Miofibrin [2]

Otot yang berkontraksi akan menarik Z line lebih berdekatan, seperti dapat digambarkan pada Gambar 2.4 pada gambar pertama adalah kondisi otot sebelum kontraksi dan pada gambar kedua adalah kondisi otot yang mengalami kontraksi. Ketika kondisi kontraksi maka akan terjadi perubahan Z line, yang menyebabkan perubahan bentuk otot. Simulasi kontraksi dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Anatomi Kontraksi Otot[2]

Pada wajah terdapat berbagai otot yang ada, hal yang menarik dalam otot wajah adalah otot yang ada pada wajah termasuk kompleksitas lebih tinggi dibanding dengan bagian tubuh otot yang lain, karena dalam otot wajah terdapat tumpang tindih pada beberapa otot, yang menyebabkan akan sulitnya mendeteksi pergerakan otot tersebut. Pada anatomi otot wajah dapat terlihat pada Gambar 2.5.



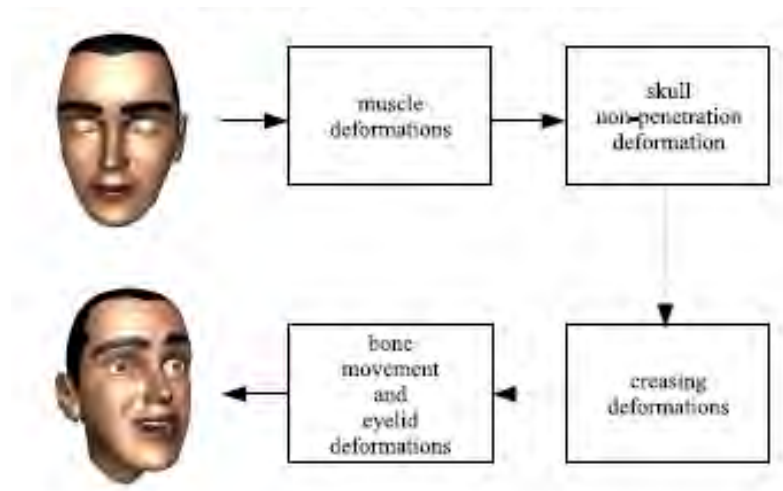
Gambar 2.5 anatomy otot wajah [2]

Pada Gambar 2.5 merupakan anatomy otot wajah yang dipengaruhi oleh nervuse facialis. Dari Gambar 2.5 terlihat kompleksitas struktur jaringan otot wajah yang sangat rumit, antar otot saling mempengaruhi otot yang lain yang akan menjadikan sebuah ekspresi berbeda.

2.2.1. Facial Mask

Facial mask merupakan lapisan wajah yang hampir 95% merupakan pergerakan ekspresi pada wajah [5]. Facial mask bertanggung jawab untuk simulasi semua kontraksi otot, lipatan kulit, leher dan rahang.

Deformasi sederhana pada sebuah animasi yang berdasarkan facial mask. Secara konseptual rantai pengikat mask dibagi menjadi empat bagian. Deformasi pada awalnya mewakili kontraksi otot yang dilakukan menggunakan kulit atau otot model. Karena model tidak memperhitungkan pergerakan kulit terhadap tulang. Berikutnya, deformasi dari kulit yang berkerut, dipicu oleh otot tertentu, lebih meningkatkan ekspresi dari dahi dan daerah mata. Tahap terakhir, deformasi digunakan untuk mengendalikan kepala dan rahang untuk rotasi dan membuka atau menutup mata. Seperti terlihat pada Gambar 2.6.

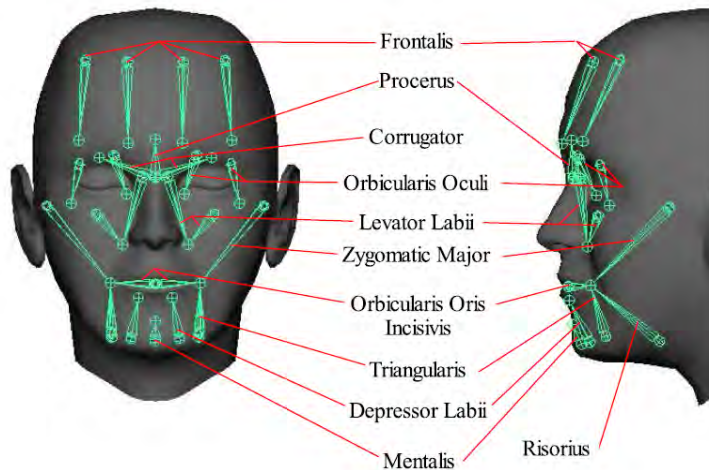


Gambar 2.6 Facial Mask [5]

Pada Gambar 2.6 merupakan deformasi yang disimulasikan pada sebuah objek animasi. Setiap pergerakan otot yang dipengaruhi oleh nervuse facialis akan membentuk sebuah ekspresi yang berbeda-beda.

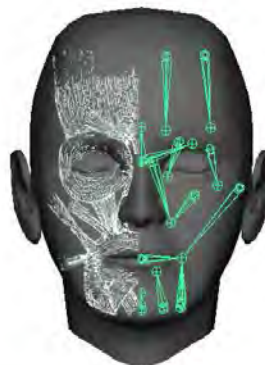
2.2.2. Otot Untuk Animasi

Dalam pembembutan model animasi berdasarkan otot wajah, facial mask mengacuh pada nervus facialis, dan otot yang dipengaruhi oleh nervus facialis adalah frontalis, procerus, corugator, orbicularis oculi, levator labi, zygomatic major, orbicularis oris incisivis, triangularis, depressor labi, mentalis, risorius. Pada pembuatan model animasi struktur otot wajah akan dapat diimplementasikan pada objek wajah 3D seperti terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Otot Wajah dalam Animasi [5]

Pada Gambar 2.7 merupakan pemodelan otot pada karakter 3D merupakan model animasi yang dirancang berdasarkan otot wajah yang dipengaruhi oleh Nervus Facialis atau Nervus Tujuh. Transformasi perbandingan antara otot wajah dan implementasi pada model 3D dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Otot Wajah Sebagian dalam Animasi[5]

Pada Gambar 2.8 anatomi karakter 3D disimulasikan bentuk otot wajah yang membentuk wajah manusia secara real dan bentuk otot wajah secara animasi. Dari Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa setiap otot digambarkan dengan membentuk rangkaian simulasi otot wajah. Mimetic Muscle terdapat otot-otot penggerak facial mask maka dibuat Tabel pergerakan otot seperti terlihat pada Tabel 2.1.

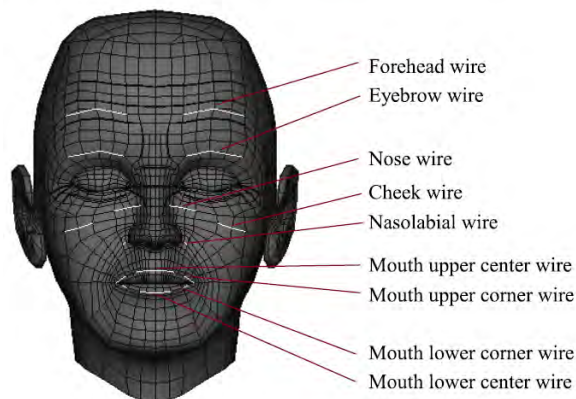
Tabel 2.1 fungsi dari pengikat pada animasi wajah [5]

Wire	Muscles
Forehead	Frontalis (both components) Procerus Corrugator
Eyebrow	Frontalis (both components) Procerus Corrugator
Nose	Orbicularis Oculi (inner)
Cheek	Orbicularis Oculi (outer)
NasoLabial	Levator Labii (nasal) Levator Labii (mid)
Mouth Upper Center	Levator Labii (nasal, both sides) Levator Labii (mid, both sides) Zygomatic Major (both sides) Orbicularis Oris Incisivis (both sides)
Mouth Upper Corner	Levator Labii (nasal) Levator Labii (mid)
Mouth Lower Corner	Zygomatic Major Risorius Triangularis Orbicularis Oris Incisivis
Mouth Lower Corner	Zygomatic Major Risorius Triangularis

Lanjutan Tabel 2.1 fungsi dari pengikat pada animasi wajah

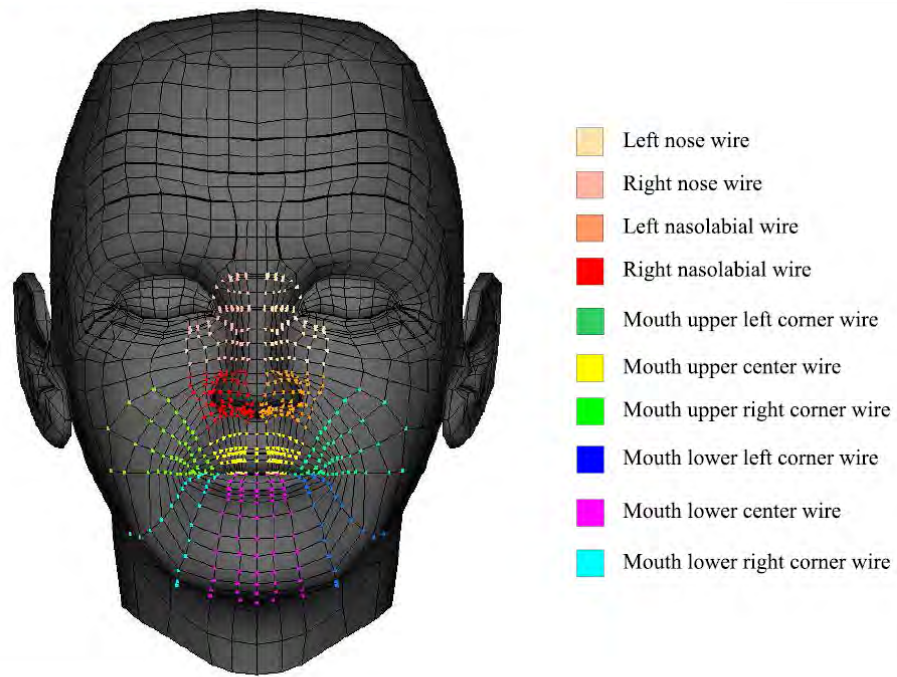
Wire	Muscles
Mouth Lower Corner	Depressor Labii Mentalis Orbicularis Oris Incisivis
Mouth Lower Center	Zygomatic Major (both sides) Risorius (both sides) Mouth Lower Center Triangularis (both sides) Depressor Labii (both sides) Mentalis Orbicularis Oris Incisivis (both sides)

Pada Tabel 2.1 fungsi pengikat pada animasi wajah dijelaskan pergerakan animasi dan otot apa aja yang mempengaruhinya. Wire atau pengikat ini akan diletakkan pada facial mask agar animasi dapat bergerak mengikuti pergerakan gerak model dan berikut ini adalah peletakan wire atau pengikat pada ficial mask seperti pada Gambar 2.10



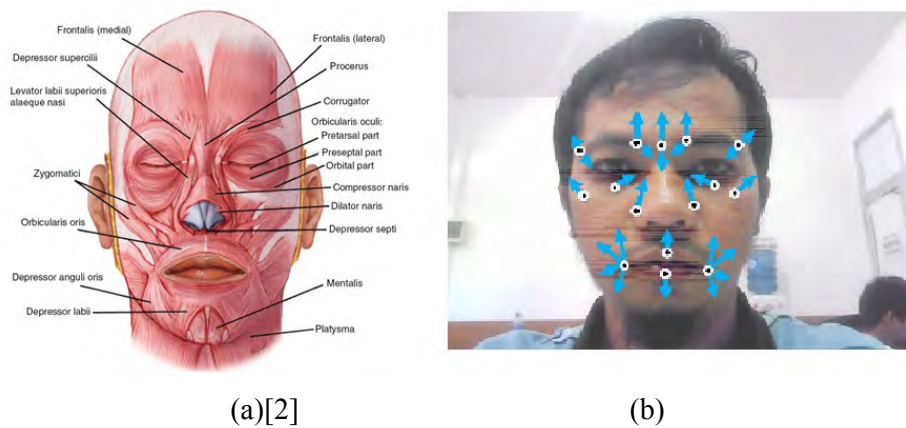
Gambar 2.9 Wire On Mask [5]

Pada Gambar 2.9 wire on mask menunjukkan letak wire yang akan dilekatkan pada model, dengan lebih detail dari are pergerakan dari setiap wiere dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Wire on Mask 2 [5]

Pada Gambar 2.10 wire on mask terlihat efek pergerakan dari setiap wire yang dilekatkan pada facial mask, jika wire itu digerakkan maka gambar dengan warna sejenis akan ikut bergerak. Dari anatomy otot wajah, maka didapatkan sebuah gerakan dari setiap otot yang ada pada wajah. Setiap otot yang ada di wajah memiliki arah gerak yang jika digabungkan akan membentuk sebuah ekspresi. Dan berikut adalah arah setiap gerak mimetic muscle, seperti terlihat pada Gambar 2.11.

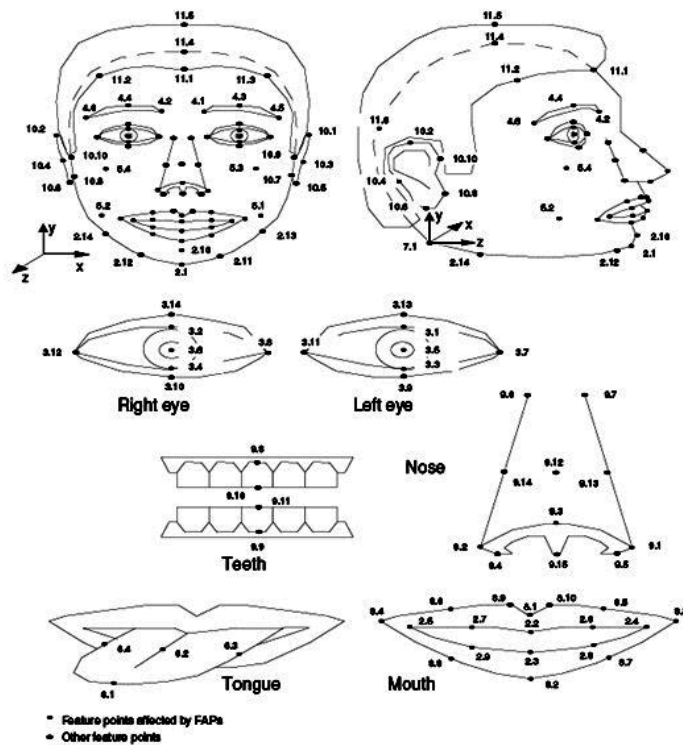


Gambar 2.11 (a) anatomi otot wajah (b) arah pergerakan otot wajah

Pada Gambar 2.11 merupakan arah pergerakan otot wajah didapat gerakkan otot yang akan membentuk animasi ekspresi wajah. Gambar 2.11 tersebut didasarkan dari bentuk fisiologi otot dan cara kerja otot yang hanya dapat berkontraksi. Oleh sebab itu pergerakan dapat digambar kan pada Gambar 2.11

2.3. Moving Picture Experts Group (MPEG) – 4

MPEG-4 muncul sebagai standar spesifikasi objek yang berbasis pada kerangka representasi audiovisual, dengan pengabuanan antara sintesis dan alamiah[6]. Hasil dari MPEG-4 berupa hasil standarisasi data yang bisa digunakan dalam pembuatan animasi yang berupa titik acuan untuk pergerakan. Data pembentuk MPEG-4 berasal dari pengujian otot wajah sehingga didapat sebuah kesimpulan dengan data seperti pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 MPEG-4 Facial Animation Parameter [6]

Pada Gambar 2.12 merupakan MPEG-4 Facial Animation Parameter menunjukkan sebuah hasil standarisasi yang dilakukan dengan hasil seperti data tersebut. Dari Gambar 2.12 dikelompokkan berdasarkan gerak ekspresi wajah seperti terlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 FAPs dalam group [6]

Group	Number of FAPs in the group
1: visemes and expressions	2
2: jaw, chin, inner lowerlip, cornerlips, midlip	16
3: eyeballs, pupils, eyelids	12
4: eyebrow	8
5: cheeks	4
6: tongue	5
7: head rotation	3
8: outer lip positions	10
9: nose	4
10: ears	4

Pada Tabel 2.2 merupakan Group FAPs dilakukan pengkelompokan berdasarkan gerak otot yang ada pada wajah. Terdapat 10 kelompok yang telah didapat pada data MPEG-4.

2.4. Transformasi

Transformasi merupakan suatu pemetaan titik pada suatu bidang ke himpunan titik pada bidang yang sama. Dalam transformasi terdapat empat jenis transformasi yaitu Translasi (pergeseran), Refleksi (pencerminan), Rotasi (perputaran), Dilatasi (perkalian).

2.4.1. Translasi (Pergeseran)

Translasi merupakan pergeseran garis lurus suatu objek sepanjang garis lurus dengan arah dan jarak tertentu. Fungsi ini digunakan pada saat melakukan template matching. Dan rumus translasi bisa dituliskan sebagai berikut,

$$T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} : P(x, y) \rightarrow P'(x + a, y + b) \quad [2.1]$$

a = titik x'

b = titik y'

p' = titik transformasi

2.4.2. Refleksi (Pencerminan)

Pada fungsi pencerminan terdapat beberapa fungsi pencerminan yang bisa digunakan, yaitu pencerminan terhadap sumbu x, terhadap sumbu y, pencerminan $y = x$, dan lain sebagainya. rumus utama dari refleksi bisa digambarkan jika $y = mx + c$, jika $m = \tan \theta$ maka :

$$\sin 2\theta = \frac{2m}{1+m^2} \text{ dan } \cos 2\theta = \frac{1-m^2}{1+m^2} \quad [2.2]$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x-0 \\ y-c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ c \end{bmatrix}$$

2.4.3. Rotasi

Rotasi merupakan perputaran sebuah objek terhadap suatu titik tertentu. Rumus umum rotasi bisa dituliskan sebagai berikut,

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x-a \\ y-b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad [2.3]$$

Rumus rotasi merupakan rumus rotasi sejauh θ dengan pusat (a,b)

2.4.4. Dilatasi (penskalaan)

penskalaan adalah prosedur dalam menentukan letak stimulus atau respon pada suatu garis kontinum. Dengan demikian dapat dikatakan, penskalaan merupakan fasilitas yang sengaja dibuat untuk menghasilkan angka pada kontinum. Rumus dari penskalaan seperti Rumus 2.4,

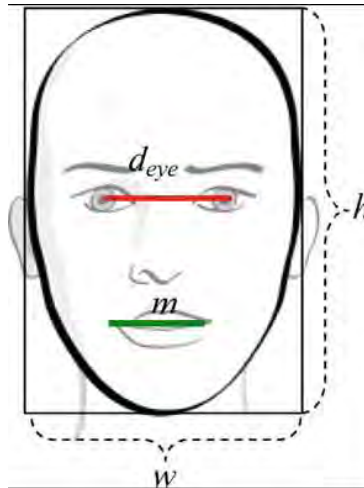
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x-a \\ y-b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad [2.4]$$

Pada rumus dilatasi dengan pusat (a,b) dan faktor skala k.

2.5. Golden Ratio

Golden ratio adalah bilangan irasional yang mendekati 1,618, angka ini sering muncul dalam konsep geometri, seni, arsitektur, hingga struktur makhluk hidup. Golden ratio pertama kali digunakan oleh Martin OHM (1792-1872).

Dalam tubuh manusia juga dikenal golden ratio, yang berartikan bahwa dalam tubuh manusia terdapat sebuah perbandingan matematis dalam penciptaannya. Terdapat perbandingan dalam wajah manusia, mulai dari perbandingan antara panjang outer mata dan panjang mulut. Perbandingan wajah manusia dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Golden ratio wajah [9]

Pada Gambar 2.13 terlihat terdapat sebuah golden ratio yang terdapat pada wajah manusia dengan perbandingan yang dapat dihitung secara manual.

$$w \approx 0.70 \times \frac{d_{eye}}{1.618} + d_{eye} + 0.70 \times \frac{d_{eye}}{1.618} = 1.865 \times d_{eye} \quad [2.5]$$

$$\begin{aligned} \frac{h}{w} &= 1.618, \text{ then } h = 1.618 \times w \\ &= 1.618 \times 1.865 \times d_{eye} = 3.018 \times d_{eye} \end{aligned} \quad [2.6]$$

$$w = 1.865 \times d_{eye}, \text{ and } h = 3.018 \times d_{eye} \quad [2.7]$$

Dari perhitungan yang terdapat diatas akan menghasilkan letak secara akurat bagian-bagian tubuh manusia yang lain, seperti pada penelitian ini yaitu otot frontalis. Dengan posisi letak otot berada diatas mata

2.6. Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

Metode GLCM merupakan suatu metode yang melakukan analisis terhadap suatu piksel pada citra dan mengetahui tingkat keabuan (Xie, 2010). Metode ini juga untuk tabulasi tentang frekuensi kombinasi nilai piksel yang muncul pada suatu citra. Untuk melakukan analisis citra berdasarkan distribusi statistic dari intensitas pikselnya, dapat dilakukan dengan mengesktrak fitur teksturnya (Pullaperuma & Dharmaratne, 2013).

GLCM merupakan metode untuk melakukan ekstraksi ciri berbasis statistikal, perolehan ciri diperoleh dari nilai piksel matrik, yang mempunyai nilai tertentu dan membentuk suatu sudut pola (Kasim & Harjoko, 2014). Dari piksel – piksel tersebut terbentuk matrik ko-okurensi dengan pasangan pikselnya. Adanya matrik tersebut berdasarkan kondisi bahwa suatu matrik piksel akan mempunyai nilai perulangan sehingga terdapat pasangan aras keabuannya (Thakare & Patil, 2014). Kondisi nilai piksel tersebut dinotasikan sebagai matrik dengan jarak dua posisi (X1, Y1) dan (X2, Y2) dan Θ tetha didefinisikan sebagai sudut antara keduanya. Berikut adalah beberapa fitur yang bisa dihitung menggunakan GLCM yaitu terdiri dari 7 fitur utama dan 7 fitur tambahan yang diturunkan dari 7 fitur utama. Namun dalam sistem perhitungan pergerakan akan menggunakan 4 fitur utama, yaitu :

1. Energy

Energy digunakan untuk mengukur keseragaman nilai piksel. Energy akan bernilai tinggi ketika nilai pixel mirip satu sama lain. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai energy adalah :

$$Energy = \sum_{i,j=0}^{L-1} P^2(i, j, d, \theta) \quad [2.8]$$

2. Contrast

Contrast digunakan untuk untuk menghitung tingkat keabuan citra. Citra dengan tekstur halus akan menghasilkan nilai contrast rendah. Dan sebaliknya citra dengan tekstur yang tajam akan menghasilkan nilai contrast tinggi. Persamaan untuk mendapatkan nilai contrast adalah :

$$Contrast = \sum_{i,j=0}^{L-1} (i-j)^2 \cdot P(i,j,d,\theta) \quad [2.9]$$

3. Correlation

Correlation digunakan untuk mengukur hubungan linear antar piksel. Persamaan yang digunakan untuk menghitung correlation adalah :

$$Correlation = \sum_{i,j=0}^{L-1} \frac{(i - \mu_x) - (j - \mu_y)P(i,j,d,\theta)}{\sigma_x \sigma_y} \quad [2.10]$$

4. Entropy

Entropy digunakan untuk mengukur kompleksitas / keacakan citra. Entropy akan bernilai tinggi ketika citra tidak seragam. Persamaan yang digunakan untuk menghitung entropy adalah :

$$Entropy = \sum_{i,j=0}^{L-1} P(i,j,d,\theta) \cdot \log P(i,j,d,\theta) \quad [2.11]$$

2.7. Confidence Interval

Pada tahap ini metode confidence interval digunakan untuk menentukan nilai penduga pada sebuah data. Jika nilai pada data tersebut masih dalam range nilai penduga maka data tersebut dinyatakan benar, dan jika nilai tersebut diluar range nilai penduga maka data tersebut dinyatakan error. Langkah dalam pembentukan Confidence Interval adalah menentukan nilai mean pada setiap data,

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad [2.12]$$

\bar{x} = mean

$\sum x$ = data values

n = sample size

Nilai mean digunakan untuk me

menentukan rata-rata sebuah data yang akan diolah, pada penelitian ini nilai mean akan diambil dari data selisih seluruh jarak wajah normal dikurangi wajah kontraksi, hasil dari selisih data tersebut akan dicari nilai mean nya, untuk diolah pada rumus standart deviation.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \quad [2.13]$$

Setelah menentukan standart deviation maka menentukan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dalam penelitian ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Setelah itu menghitung *margin of error* dengan rumus sebagai berikut,

$$Z_{a/2} \cdot \frac{\delta}{\sqrt{(n)}} \quad [2.14]$$

$Z_{a/2}$ = koefisien kepercayaan

a = tingkat kepercayaan

σ = deviasi standar

n = ukuran sampel

Margin of error digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawah sebuah rentang data, untuk menentukan margin of error maka diperluka z Tabel, pada z Tabel kita dapat menentukan koefisien kepercayaan yang telah kita tentukaan, pada umumnya koefisien kepercayaan mencapai 98%. dari Tabel tersebut maka batas atas dan batas bawah dapat ditentukan, z Tabel dapat dilihat pada Tabel 2.3. pada z tabel, baris adalah nilai digit ke dua setelah hasil perhitungan nilai kepercayaan, dan pada kolom adalah digit pertama dibelakang koma. Dari nilai z tabel akan dikalihkan dari hasil standart deviasi. Z tabel dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Z Tabel

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999

Pada Tabel 2.3 merupakan hasil perhitungan nilai Z, jika hasil perhitungan menghasilkan nilai 2 digit dibelakang koma, maka nilai tersebut yang akan digunakan sebagai nilai koefisien kepercayaan. Sebagai contoh nilai Z adalah 1.23 maka nilai koefisien kepercayaannya adalah 0,3907.

$$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\delta}{\sqrt{(n)}} \quad [2.15]$$

Hasil dari perhitungan confidence interval adalah batas nilai yang digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawah dari sebuah data, jika wajah normal berada pada koordinat 0 maka batas atas adalah antara negatif nilai confidence interfal hingga nilai confidence interfal.

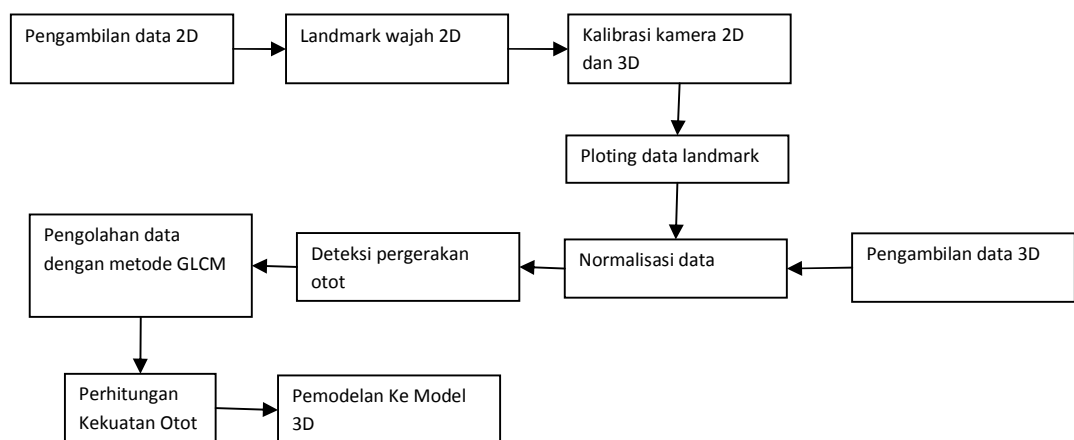
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian akan dirancang sebuah sistem yang akan digunakan untuk melakukan pengolahan data 2D dan 3D sebagai data primer. Data tersebut berfungsi sebagai data acuan yang akan digunakan untuk menganalisa gerak otot pada wajah. Sedangkan data 3D digunakan untuk mengambil gerakan yang akan diuji.

3.1. Metodologi Penelitian

Pada tahap ini, perancangan perangkat lunak secara diagram agar didapat model yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan perancangan diagram ini juga akan terlihat alur dari kerangka kerja pengolahan data. Tahapan awal dari penelitian ini adalah pengambilan data 2D beserta landmark wajah 2D, hasil dari data 2D akan dilakukan kalibrasi, karena letak kamera 2D dan kamera 3D tidak berada pada tempat yang sama atau terdapat selisih koordinat kamera 2D dan 3D. Setelah data terkalibrasi maka akan dilakukan plotting data landmark terhadap data 3D. Pada tahap berikutnya akan dilakukan deteksi pergerakan otot dengan algoritma GLCM yang akan menghasilkan nilai besaran pergeseran otot. Dengan sekema metodologi dapat terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Dari sekema metodologi penelitian pada Gambar 3.1 dibagi menjadi dua hal utama yaitu pengolahan data 2D untuk mendapatkan landmark wajah 2D dan pengolahan data 3D untuk menghasilkan prediksi pergeseran gerak otot dan besaran pergeseran gerak otot.

3.2. Intel Realsense

Kebutuhan non fungsional dari penelitian ini adalah kamera Intel realsense yang diproduksi oleh Creative dengan nama SENZ3D dengan kode model VF0780. Fitur yang telah disediakan oleh kamera SENZ3D adalah gesture control, 3D Face Sensing, Voice Control dan Dual Microphone. Dengan kamera seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Kamera Senz3D

Pada Gambar 3.2 kamera yang digunakan memerlukan spesifikasi minimum untuk menjalankan kamera ini yaitu PC atau laptop telah menggunakan generasi ke-2 Intel® Core™ Processor atau lebih tinggi dari ini. Menggunakan Microsoft Windows 8 atau 7 dengan service pack 1 atau lebih. 4GB RAM. USB 2.0 Port atau 3.0 Port. Dan 4GB free hardisk.

3.3. Landmark Wajah 2D

Pengambilan data landmark 2D dilakukan dengan menggunakan library yang disediakan oleh Intel realsense. Library yang digunakan dalam penelitian ini adalah Perceptual Computing Software Development Kit (PCSDK). Dari library tersebut akan didapat 7 titik data landmark wajah 2D seperti terlihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Landmark Wajah 2D

No	Kode Data Lanmark	Nama Landmark Wajah 2D
1	ldata[0]	Outer Left Eye
2	ldata[1]	Inner Left Eye
3	ldata[2]	Outer Right Eye
4	ldata[3]	Inner Left Eye
5	ldata[4]	Left Mouth
6	ldata[5]	Right Mouth
7	ldata[6]	Nose

Pada Tabel 3.1 landmark Wajah 2D akan diolah sebagai data acuan untuk penentuan titik otot wajah frontalis. Dari data landmark wajah 2D ukuran gambar dengan resolusi 640 x 480, dan akan dilakukan kalibrasi dengan data 3D agar data bisa digunakan.

Untuk mendeteksi wajah dalam sebuah gambar yang mungkin memiliki latar belakang non seragam, variasi kondisi dan ekspresi wajah, sehingga membuat tugas yang kompleks. Secara tradisional, metode yang berfokus pada landmark wajah (seperti mata), yang mendeteksi wajah-seperti warna di daerah lingkaran, atau bahwa template menggunakan fitur standar, digunakan untuk mendeteksi wajah. Oleh sebab itu landmark wajah merupakan komponen utama dalam pengolahan wajah 2D maupun 3D.

3.4.Kalibrasi Kamera 2D dan 3D

Kamera merupakan seperangkat perlengkapan yang memiliki fungsi untuk mengabadikan suatu objek menjadi sebuah gambar yang merupakan hasil proyeksi pada sistem lensa. Kamera 2 dimensi adalah sebuah kamera dengan hasil panangkapan gambar hanya berisi array 2D, array tersebut berisikan range warna antara 0 hingga 255. Sedangkan kamera 3D berisikan array dengan perbedaan dengan kamera 2D adalah pada kamera 3D terdapat informasi kedalaman dan koordinat dari kedalaman tersebut, jadi kamera 3D lebih menyimpan informasi kedalaman dari hasil capture.

Kalibrasi kamera 2D dan 3D dilakukan karena ada perbedaan posisi antara kedua kamera tersebut dan juga besar resolusi yang dihasilkan juga berbeda, jika pada kamera 2D hasil dari capture image sebesar 640x480 maka pada kamera 3D hasil capture image 320x240. Resolusi dari gambar 3D setengah dari gambar 2D dan agar data dapat digunakan maka gambar 2D akan di compress menjadi 320x240 agar data bisa diolah. Selain pada besaran resolusi gambar terdapat perbedaan pergeseran titik antara data 2D dan 3D, agar data 2D bisa digunakan pada data 3D maka perlu dilakukan kalibrasi kamera dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$(x', y') = \begin{cases} x' = \frac{x \cdot x_2}{x_1} \\ y' = \frac{y \cdot y_2}{y_1} \end{cases} \quad [3.1]$$

- x_1 = koordinat (X) pada kamera 2D
- x_2 = koordinat (X) pada kamera 3D
- y_1 = koordinat (Y) pada kamera 2D
- y_2 = koordinat (Y) pada kamera 3D

Pada kalibrasi 2 kamera ini didapatkan sebuah nilai besaran yang didasarkan pengujian titik pada kamera 2D dan 3D. Titik pada kamera 3D dengan koordinat x,y,z (165,122,305) sama dengan titik pada koordinat wajah 2D pada titik x,y (190,131). Dari kedua titik tersebut maka didapatkan sebuah rumus untuk kalibrasi data pada kamera 2D ke kamera 3D seperti pada rumus 3.1

3.5. Plotting Data Landmark

Plotting data landmark dilakukan pada data landmark 2D ke data 3D, data landmark yang ada pada data kamera 2D akan diolah pada data 3D. Oleh karena itu diperlukan plotting data 2D ke data 3D. Plotting data dilakukan untuk penyamaan data yang berada pada informasi data 2D dan informasi data 3D. Dengan rumus sebagai berikut,

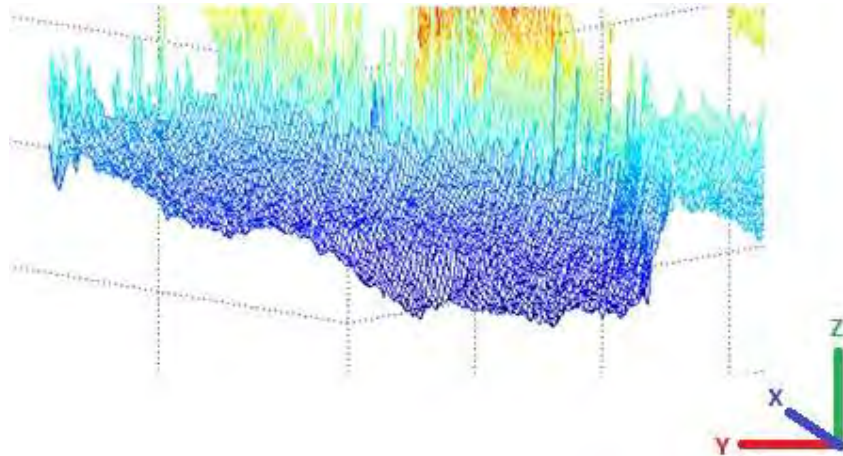
$$\sum \text{Lenmark 2D. Rumus Kalibrasi} \quad [3.2]$$

Dengan rumus 3.2 maka akan didapatkan data landmark pada citra 3D, dari data tersebut akan dilakukan prediksi letak otot wajah frontalis. Untuk

penelitian ini data landmark yang digunakan adalah data landmark 0 hingga ke-3, hal ini dikarenakan letak otot frontalis berada dibagian atas otot tersebut sesuai dengan anatomy pada Gambar 2.2.

3.6. Normalisasi Data

Hasil capture kamera 3D masih berbentuk raw data. Hasil dari pencitraan data 3D masih menunjukkan adanya perbedaan pada countur yang tidak rata. Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan data 3D wajah. Data diambil menggunakan kamera Senz3D dengan menggunakan tool Unity Game Engine. Data yang diambil dapat dilihat pada Gambar 3.3.

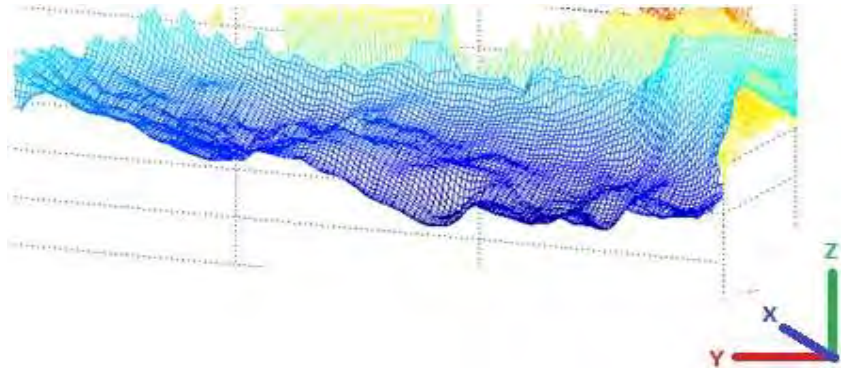


Gambar 3.3 Raw data Gambar 2.4 Dimensi Kamera intel Realsense
 Pada Gambar 3.3 raw data gambar 3D awal adalah hasil dari pengambilan data menggunakan kamera Senz3D, hasil capture masih terlihat kasar, pada tahapan berikutnya akan dilakukan normalisasi data dengan menggunakan persamaan 3.3,

$$\bar{m} = \sum \frac{((x-N:x+N),(y-N:y+N))}{\sum N} \quad [3.3]$$

N = panjang data yang akan dinormalisasi

Dengan menggunakan persamaan Rumus 3.3 dengan iterasi sebanyak 2 kali hasil dari perbaikan data dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Data Gambar 2.4 Dimensi hasil perbaikan

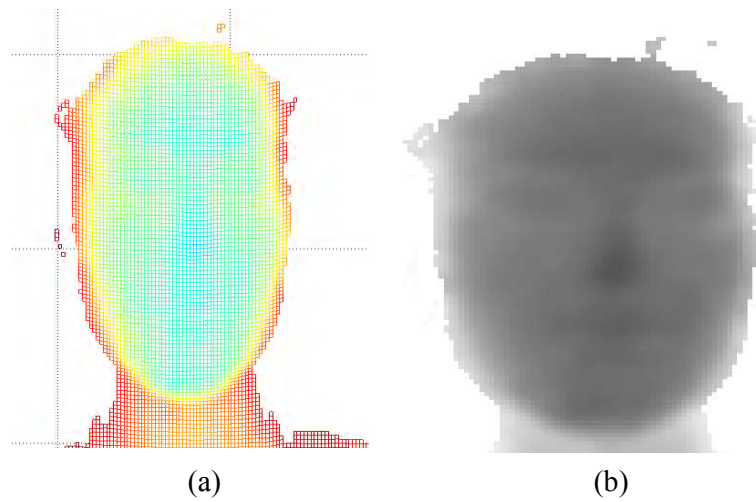
Pada Gambar 3.4 didapatkan data yang lebih halus. Dari data pada Gambar 3.4 akan diambil data untuk otot frontalis.

3.7. Deteksi Pergerakan Otot

Pada tahapan ini akan dirancang untuk penentuan pergerakan otot. Deskripsi dari pergerakan otot pada penelitian ini adalah adanya jarak antara data wajah normal. Jika data dari perhitungan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) ada terdapat selisih maka data wajah tersebut akan dinyatakan bergerak. Tahapan yang dalam perhitungan deteksi pergerakan otot adalah melakukan normalisasi data dengan normalisasi jarak pada data.

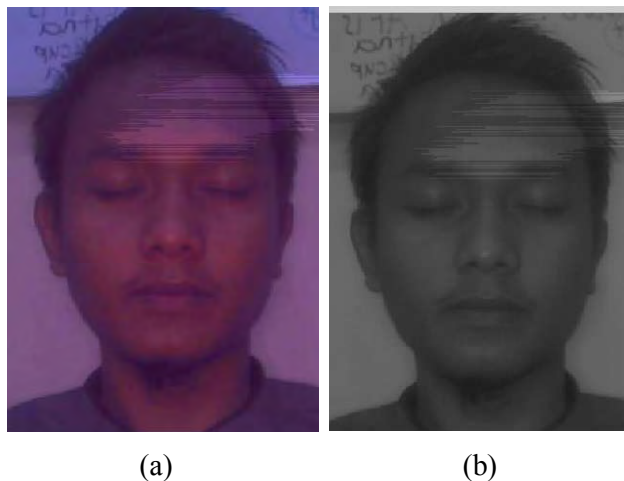
$$d' = \sum d - \min(d) \quad [3.4]$$

Dari rumus [3.4] data yang akan diolah berada dalam koordinat yang sama, setelah normalisasi jarak tahapan selanjutnya adalah melakukan mengubah bentuk data dalam bentuk matrik grayscale.



Gambar 3.5 (a) data image 2.5 Dimensi (b) perubahan dari data 3D ke grayscale

Gambar 3.5 menunjukkan perubahan data dari data 3D ke data grayscale, pada data grayscale terlihat contour wajah. Dari data grayscale ini yang akan diolah menggunakan metode GLCM. Perbandingan data pada data 3D yang dilakukan perubanan grayscale dengan data RGB yang dilakukan perubanan grayscale dapat dilihat pada Gambar 3.6

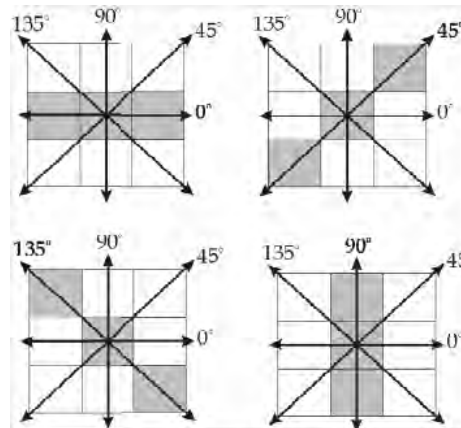


Gambar 3.6 (a) data image dalam RGB (b) perubahan dari data RGB ke grayscale

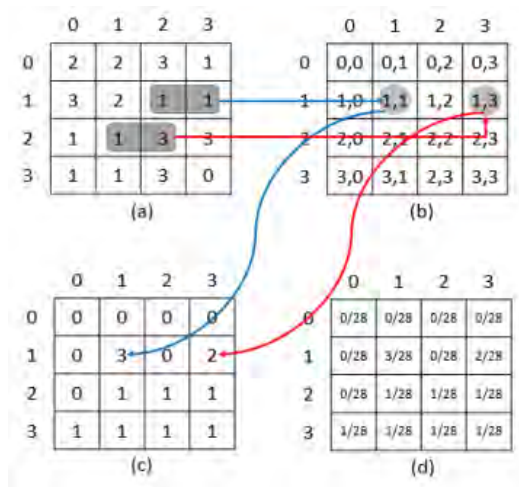
Pada Gambar 3.6 akan digunakan sebagai pembandingan dari data 3D image, pembuatan data grayscale dilakukan dari data RGB, dan data grayscale akan digunakan sebagai pembandingan dari data 3D.

Hasil dari grayscale akan dilakukan pemototngan data pada otot frontalis untuk dilakukan pengujian, tahapan selanjutnya adalah melakukan penskalaan image, hal ini dilakukan karena data yang akan diolah dalam GLCM harus memiliki besar matrik yang sama. Pada penelitian ini matrik akan dirubah ke ukuran 255 x 255. Tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan metode GLCM, dengan mengitung besar matrik yang telah dirubah dalam bentuk data grayscale untuk mendapatkan energy, entropy, kontras dan correlation.

Metode GLCM menggunakan matriks derajat keabuan untuk mengambil contoh bagaimana suatu derajat keabuan tertentu terjadi dalam hubungannya dengan derajat keabuan yang lain. Oleh karena itu proses awal pada GLCM adalah mengubah citra menjadi *grayscale*. Setelah citra diubah menjadi *grayscale*, nilai pada piksel – piksel citra dihitung kesamaan nilainya berdasarkan posisi sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° seperti pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8



Gambar 3.7 Sudut GLCM [8]



Gambar 3.8 Perhitungan Sudut GLCM [8]

Nilai masing – masing derajat akan digunakan untuk menghasilkan 4 fitur dari GLCM yaitu *energy*, *contrast*, *correlation*, dan *entropy*. Untuk mendapatkan hasil dari tiap fitur, nilai dari tiap piksel akan diproses menggunakan beberapa rumus yang berbeda. Sebelum dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai tiap fitur, nilai dari hasil perhitungan sudut GLCM dihitung untuk mendapatkan matriks normalisasi dan nilai *energy* per theta. Nilai dari sudut GLCM, matriks normalisasi, dan *energy* per theta akan digunakan untuk perhitungan 4 fitur.

3.8.Perhitungan Pergeseran Gerak Otot Menggunakan Metode Confident Interfal

Dari hasil pengambilan data untuk data wajah normal dan berberak akan dilakukan perhitungan interfal atau tolereansi kesalahan gerak. Pada tahap ini jika data masih dalam jangkauan perhitungan makan data akan masuk dalam kondisi diam atau lebih tepatnya otot tidak sedang dalam keadaan bergerak. Untuk mengetahui data tersebut bergerak atau tidak maka harus ada toleransi pergerakan, oleh sebab itu diperlukan metode untuk perhitungan pergerakan. Pada perhitungan pergerakan otot akan digunakan metode confident interfal. Tahapan perhitungan confident interfal yang pertama adalah penentuan nilai mean pada data tersebut. Dengan menggunakan rumus,

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad [3.5]$$

Nilai mean digunakan untuk menentukan rata-rata sebuah data yang akan diolah, pada penelitian ini nilai mean akan diambil dari data selisih seluruh jarak wajah normal dikurangi wajah kontraksi, hasil dari selisih data tersebut akan dicari nilai mean nya, untuk diolah pada rumus standart deviation.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \quad [3.6]$$

Setelah menentukan standart deviation maka menentukan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dalam penelitian ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Setelah itu menghitung *margin of error* dengan rumus sebagai berikut,

$$Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\delta}{\sqrt{(n)}} \quad [3.7]$$

Margin of error digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawan sebuah rentang data, untuk menentukan margin of error maka diperluka z Tabel, dari Tabel tersebut maka batas atas dan batas bawah dapat ditentukan.

3.9.Canberra Distance

Kesamaan antara citra query dan citra pada database diukur menggunakan Canberra Distance. Prosesnya adalah mencari selisih dari fitur objek pertama dan objek kedua, kemudian dibagi dengan jumlah fitur pertama pada objek pertama dan kedua. Dan seterusnya dilakukan penjumlahan dengan fitur kedua hingga fitur ke – n. Persamaan Canberra Distance adalah :

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{|x_{ik}| + |x_{jk}|} \quad [3.8]$$

Keterangan :

d_{ij} = tingkat perbedaan

n = jumlah vector

X_{ik} = vector citra input

X_{jk} = vector citra output

BAB 4

PENGUJIAN

Pada bab ini akan dilakukan beberapa pengujian dari perancangan yang telah dilakukan pada bab 4. Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian pergerakan otot, pengujian besaran pergeseran gerak otot dan pengujian pada model 3D. Dari pengujian yang telah dilakukan akan diambil sebuah kesimpulan keakurasian metode yang digunakan pada implementasi data wajah 3D.

4.1. Pengambilan Data Otot

Data pada pengujian ini adalah data otot frontalis, data awal dari pengolahan data ini berupa data 3D wajah. Dalam pengujian pergerakan otot ini, data yang diambil sebagai data sample adalah otot frontalis seperti terlihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Data Grayscale Otot

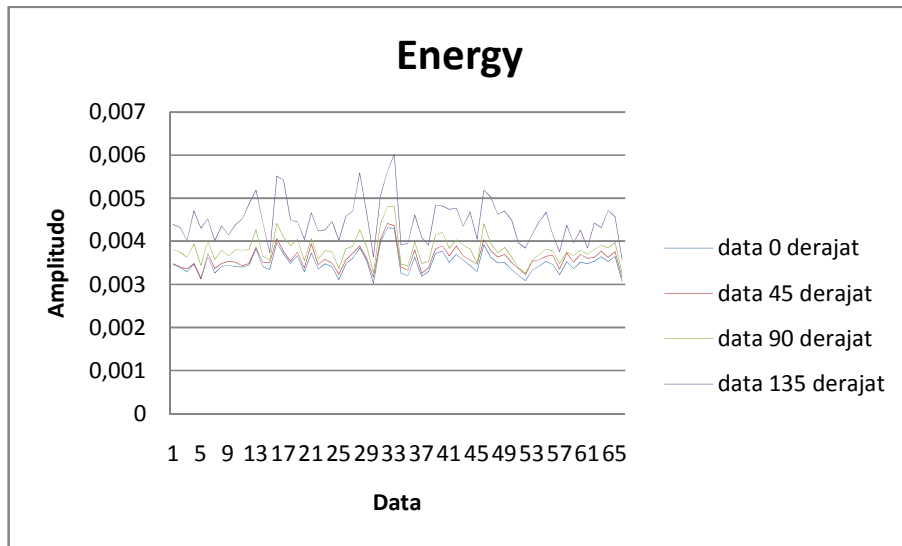
Pada Gambar 4.1 data otot frontalis dirubah kedalam image grayscale. Hasil dari perubahan data kedalam grayscale akan digunakan sebagai data training pergerakan otot.

4.2. Ekstraksi Features

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan metode GLCM, dengan mengitung besar matrik yang telah dirubah dalam bentuk data grayscale untuk mendapatkan energy, entropy, kontras dan corelation.

Energy

Energy digunakan untuk mengukur keseragaman nilai piksel. Energy akan bernilai tinggi ketika nilai pixel mirip satu sama lain. Pada pengujian data energy pada image dilakukan pada 4 arah derajat yaitu, 0 derajat, 45 derajat, 90 derajat dan 135 derajat. Hasil dari perhitungan energy dapat dilihat pada Gambar 4.2

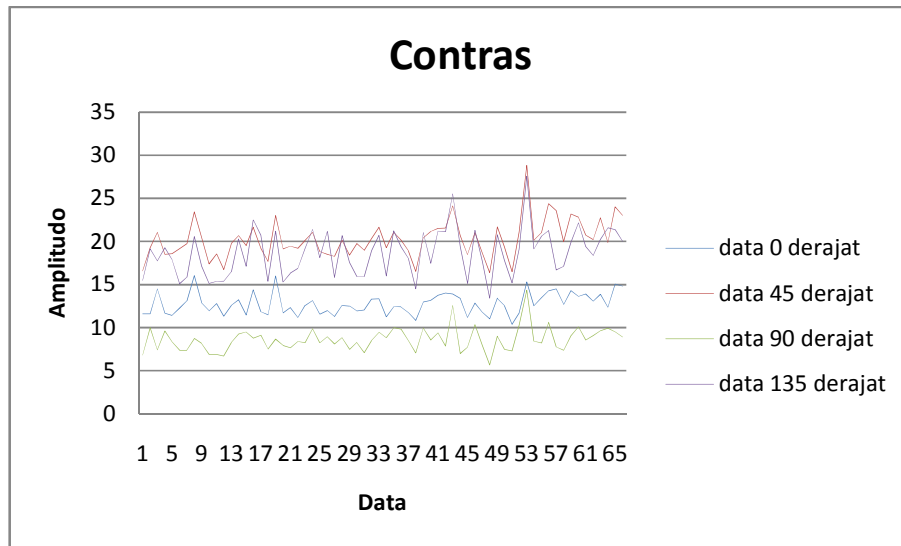


Gambar 4.2 grafik energy per image

Pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari perhitungan energy pada data simple, dari perhitungan ini akan digunakan sebagai features untuk mencari kedekatan data pada kontraksi otot.

Contras

Contrast digunakan untuk untuk menghitung tingkat keabuan citra. Citra dengan tekstur halus akan menghasilkan nilai contrast rendah. Dan sebaliknya citra dengan tekstur yang tajam akan menghasilkan nilai contrast tinggi seperti terlihat pada Gambar 4.3

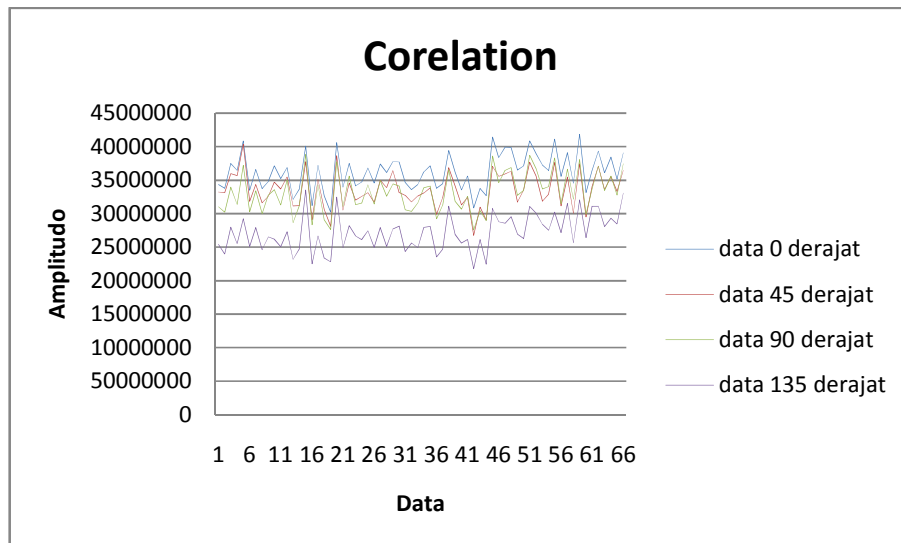


Gambar 4.3 grafik kontras per image

Pada Gambar 4.3 merupakan hasil dari perhitunga kontras perimage akan digunakan sebagai features penentu yang digunakan untuk membandingkan keseragaam data.

Corelation

Correlation digunakan untuk mengukur hubungan linear antar piksel. Pada perhitungan corelation ini dapat dilihat pada Gambar 4.4

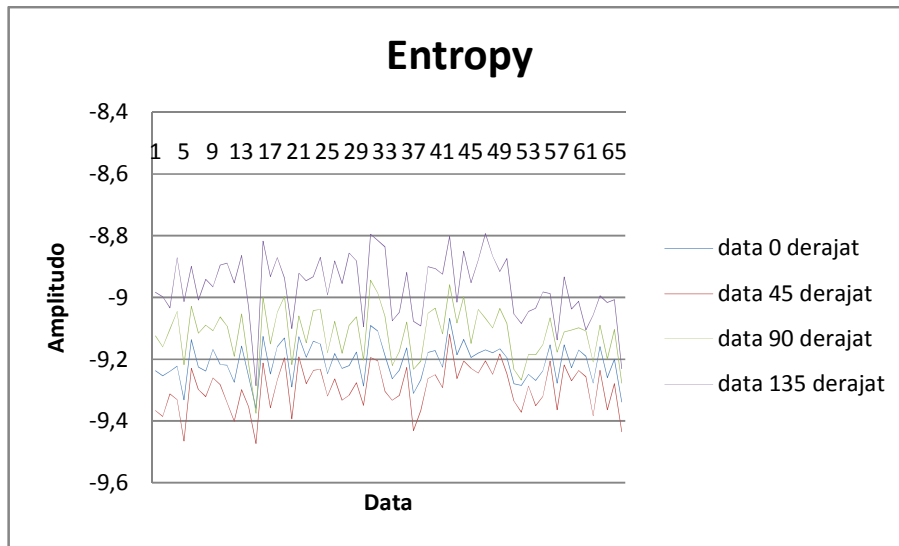


Gambar 4.4 corelation per image

Pada Gambar 4.4 menunjukkan hasil dari perhitungan cerelation per image. Data corelation per image akan digunakan untuk menghitung kedekatan dan akan digunakan sebagai salah satu features untuk menghitung pergerakan otot.

Entropy

Entropy digunakan untuk mengukur kompleksitas / keacakan citra. Entropy akan bernilai tinggi ketika citra tidak seragam. Hasil dari perhitungan entropy dapat dilihat pada Gambar 4.5

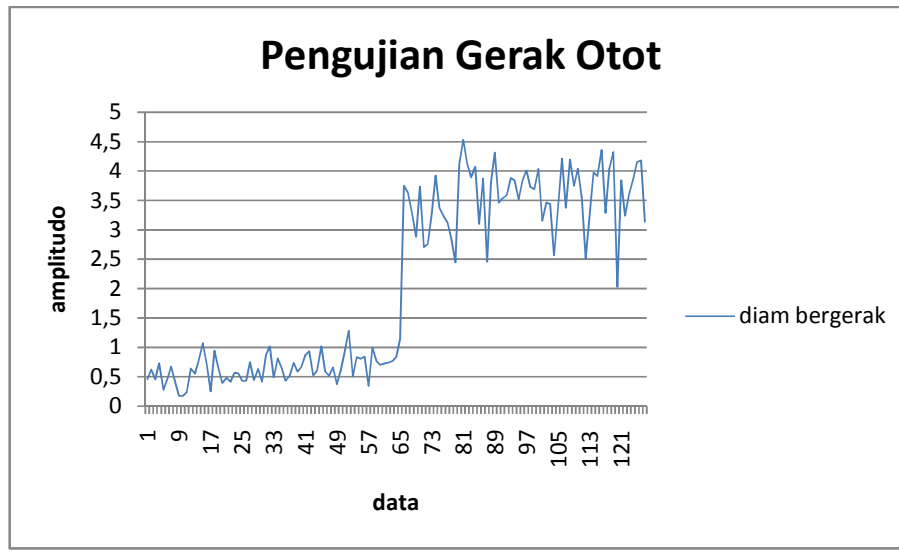


Gambar 4.5 entropy per image

Gambar 4.5 menunjukkan hasil dari perhitungan entropy per image yang akan digunakan sebagai salah satu features yang akan digunakan untuk mengukur pergerakan otot.

4.3. Pengujian Pergerakan Otot

Pada perhitungan pergeseran gerak otot akan dilakukan perhitunga menggunakan metode canberra distance. Pada perhitunga pergeseran gerak otot ini akan menghitung selisih antara data diam dan data bergerak. Dari hasil perhitungan tersebut akan didapatkan selisih atara pergerakan otot. Pada perhitungan selisih tersebut akan menggunakan metode canberra distance. Hasil dari pengujian pada data diam dan data berbergerak dapat dilihat pada Gambar 4.6

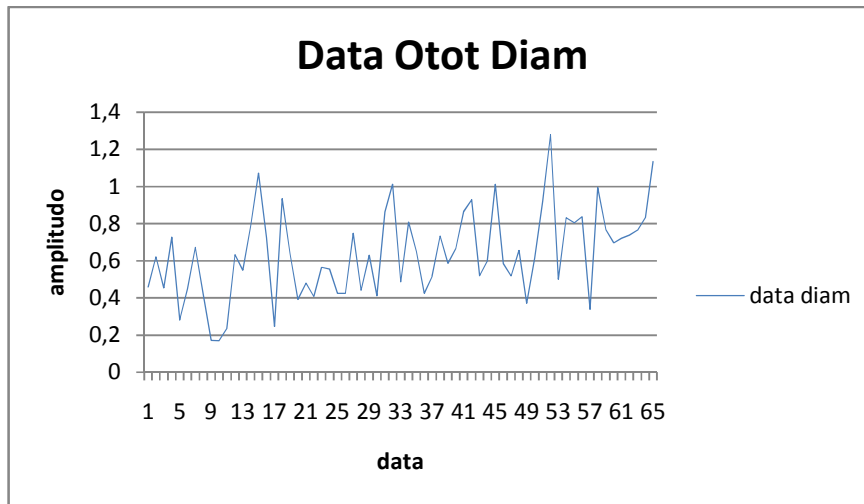


Gambar 4.6 grafik pergerakan otot dari diam ke bergerak

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat selisih pergerakan. Perhitungan yang dilakukan pada 4 features dasar energy, kontras correlation dan entropy menggunakan Canberra distance.

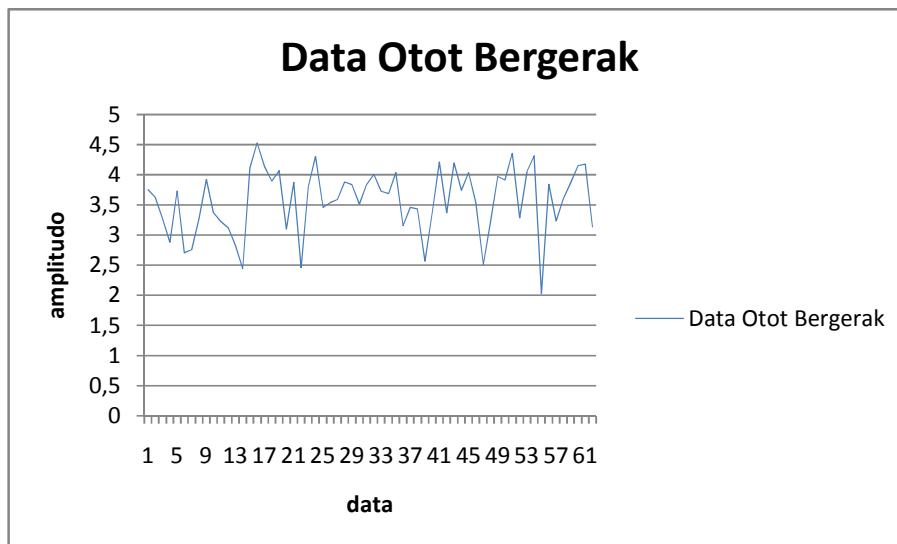
4.3.1. Interval Pergerakan Otot

Pada tahap ini akan dilakukan penyempurnaan data menggunakan metode confidence interval. Pada tahap ini akan ditentukan interval pada data otot diam dan otot bergerak. Data ini digunakan untuk menyatakan otot tersebut bergerak atau dalam keadaan diam. Hasil dari perhitungan ini akan diujikan pada pengujian model. Perhitungan untuk menentukan interval data yang pertama dilakukan adalah menentukan nilai mean data data tersebut. Dalam pengujian data pada otot bergerak data berada pada interval 0,18 hingga 1,24. Dari data tersebut akan ditentukan interval sebuah otot dalam keadaan diam atau bergerak. Data otot diam dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Data Otot Diam

Pada Gambar 4.7 adalah data latih untuk pengujian otot tidak bergerak pada pengujian diatas standart deviasi dari otot tidak bergerak adalah 0,236 dengan confidence intervalnya “ $Sy * 1,96$ ” dengan asumsi kepercayaan 95%. Didapatkan hasil 0,463. Jadi interfal dari otot diam adalah $\pm 0,463$ dengan titik tengah 0,635. Jadi jika data masih dalam area ini maka data masih dinyatakan tidak bergerak. Perhitungan interfal otot bergerak juga menghitung interfal pergerakan otot tersebut. Data otot dalam keadaan bergerak dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Data Otot Bergerak

Pada Gambar 4.8 adalah data latih untuk pengujian otot bergerak pada pengujian diatas standart deviasi dari otot tidak bergerak adalah 0,545 dengan confidence intervalnya “ $Sy * 1,96$ ” dengan asumsi kepercayaan 95%. Didapatkan hasil 1,069. Jadi interfal dari otot diam adalah $\pm 1,069$ dengan titik tengah 3,563. Jadi jika data masih dalam area ini maka data masih dinyatakan tidak bergerak

4.4.Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada beberapa model berbeda, pada pengujian akan diujian implementasi metode GLCM dengan perhitungan jarak antara model dengan data.

4.3.1. Skenario Pengujian

Pada sekenario pengujian yang dilakukan akan dilakukan pengambilan data wajah untuk dilakukan perhitungan menggunakan metode GLCM. Data yang diolah adalah pengambilan data dengan kondisi normal sebagai pattern dan wajah bergerak sebgian sebagai data uji dan data bergerak maksimum digunakan sebagai data uji dengan metode GLCM.

Pengujian 1

Pada pengujian 1 dilakukan 2 jenis pengujian, pengujian dilakukan diantara pengujian bergerak sebagian dan pengujian bergerak maksimum. Pengujian 1 Gambar 4.9(a) adalah gambar wajah normal dan Gambar 4.9(b) adalah gambar wajah otot frontalis bergek sebagian dan Gambar 4.9(c) adalah gambar wajah otot frontalis bergerak penuh,dan perbandingan gambar dapat dilihat pada Gambar 4.9.

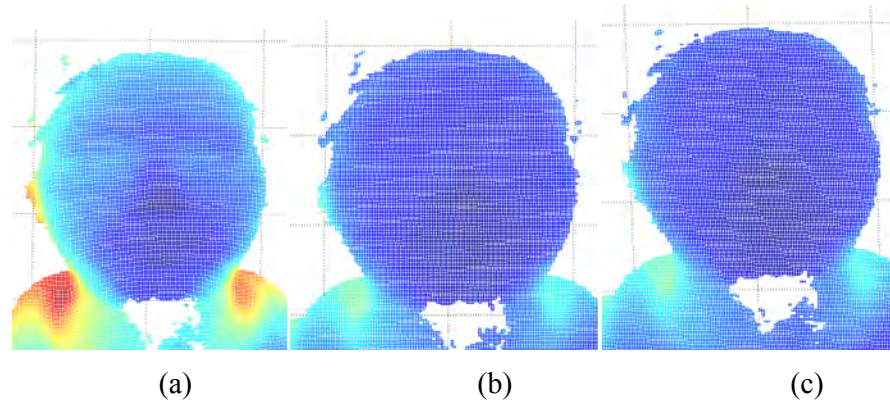
(a)

(b)

(c)

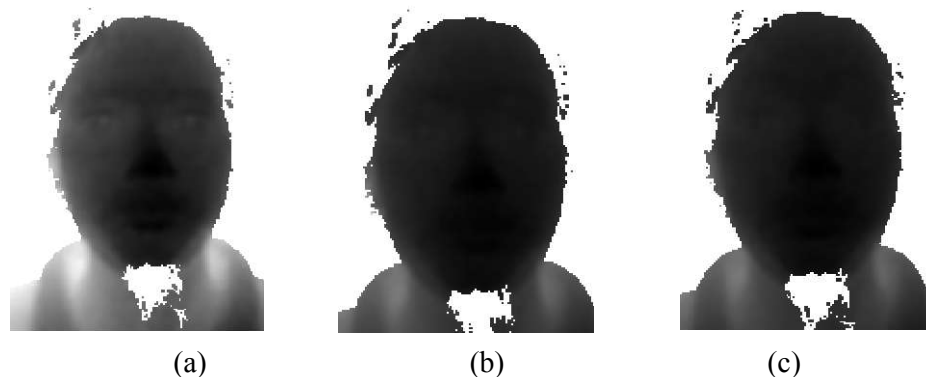
Gambar 4.9 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2D dengan otot frontalis bergeak maksimum

Pada Gambar 4.9 adalah pengujian 1 wajah 2D yang kemudian data tersebut akan dirubah kedalam bentuk 3D. Sama seperti pengujian 1 pada data 2D, pada Gambar 4.10(a) adalah data wajah 3D dengan wajah normal, Gambar 4.10(b) adalah data wajah 3D dengan pergerakan otot frontalis sebagian dan Gambar 4.10(c) adalah data wajah 3D dengan pergerakan otot frontalis penuh, dengan perbandingan data wajah 3D seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 (a) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2.5 Dimensi dengan otot frontalis bergerak maksimum

Pada Gambar 4.10 merupakan hasil pengambilan gambar menggunakan kamera 3D, dari hasil data 3D data akan dirubah ke dalam bentuk grayscale, hasil perubahan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 (a) data wajah grayscale dengan otot frontalis normal (b) data wajah grayscale dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah grayscale dengan otot frontalis bergerak maksimum

Pada Gambar 4.11 merupakan perbandingan data wajah grayscale dari data wajah normal seperti pada Gambar 4.11(a) dan data wajah otot frontalis bergerak sebagian terlihat pada Gambar 4.11(b) dan pergerakan otot frontalis secara penuh dapat dilihat pada Gambar 4.11(c). Pada tahap berikutnya adalah menghitung nilai matrik GLCM pada data yang telah dirubah dalam skala grayscale. Hasil dari perhitungan matrik GLCM dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 matrik GLCM pengujian 1

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.11(a)	0,003072	0,003385	0,003504	0,003389
	Gambar 4.11(b)	0,003778	0,004039	0,004253	0,004088
	Gambar 4.11(c)	0,003276	0,003573	0,003554	0,003478
Entropy	Gambar 4.11(a)	-0,113	5,952424	5,919332	7,629521
	Gambar 4.11(b)	1,623119	11,6682	11,48721	13,26067
	Gambar 4.11(c)	1,046917	5,613998	4,863143	5,010367
Contras	Gambar 4.11(a)	592000000	451000000	440000000	473000000
	Gambar 4.11(b)	487000000	406000000	387000000	403000000
	Gambar 4.11(c)	532000000	454000000	454000000	456000000
Corelation	Gambar 4.11(a)	-8,9577	-8,94843	-8,88985	-8,97966
	Gambar 4.11(b)	-8,68745	-8,74316	-8,68201	-8,754
	Gambar 4.11(c)	-8,94819	-9,01754	-9,00278	-9,03501

Pada Tabel 4.1 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM. Pada pengujian 1 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.1 dengan data Gambar 4.11(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.11(b) dan data Gambar 4.12(c).

Pengujian 2

Pengujian 2 dilakukan sama pada pengujian pertama, data yang di ujia adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.12

(a) (b) (c)

Gambar 4.12 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak sebagian (c) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum

Gambar 4.12 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.12(a) adalah data otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.12(b) adalah pergerakan otot frontalis dengan pergerakan otot sebagian dan pada Gambar 4.12(c) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GLCM seperti terlihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 matrik GLCM pengujian 2

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.12(a)	0,005685	0,005901	0,006329	0,007138
	Gambar 4.12(b)	0,006011	0,006285	0,006667	0,007049
	Gambar 4.12(c)	0,005658	0,006046	0,006264	0,00631
Entropy	Gambar 4.12(a)	17,21547	29,12605	12,11687	28,1692
	Gambar 4.12(b)	19,79863	42,18422	22,61638	38,98729
	Gambar 4.12(c)	-302,127	-283,709	-319,331	-297,297
Contras	Gambar 4.12(a)	269000000	234000000	239000000	184000000
	Gambar 4.12(b)	286000000	247000000	247000000	210000000
	Gambar 4.12(c)	302000000	256000000	263000000	239000000
Corelation	Gambar 4.12(a)	-8,68947	-8,6896	-8,51517	-8,36781
	Gambar 4.12(b)	-8,71558	-8,71189	-8,53987	-8,45753
	Gambar 4.12(c)	-8,71075	-8,67124	-8,54848	-8,56112

Pada Tabel 4.2 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM. Pada pengujian 2 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.2 dengan data Gambar 4.12(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.12(b) dan data Gambar 4.12(c).

Pengujian 3

Pengujian 3 dilakukan sama pada pengujian pertama dan kedua, data yang di ujia adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.13.

(a)

(b)

Gambar 4.13 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum

Gambar 4.13 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.13(a) adalah data otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.13(b) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GLCM seperti terlihat pada Tabel 4.3. Pada Tabel 4.3 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM. Pada pengujian 3 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.3 dengan data Gambar 4.13(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.13(b).

Tabel 4.3 matrik GLCM pengujian 3

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.13(a)	0,005685	0,005901	0,006329	0,007138
	Gambar 4.13(b)	0,006011	0,006285	0,006667	0,007049
Entropy	Gambar 4.13(a)	17,21547	29,12605	12,11687	28,1692
	Gambar 4.13(b)	19,79863	42,18422	22,61638	38,98729
Contras	Gambar 4.13(a)	269000000	234000000	239000000	184000000
	Gambar 4.13(b)	286000000	247000000	247000000	210000000
Corelation	Gambar 4.13(a)	-8,68947	-8,6896	-8,51517	-8,36781
	Gambar 4.13(b)	-8,71558	-8,71189	-8,53987	-8,45753

Pengujian 4

Pengujian 4 dilakukan sama pada pengujian sebelumnya, data yang di ujia adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.14.

(a)

(b)

Gambar 4.14 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergeak maksimum

Gambar 4.14 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.14(a) adalah data otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.14(b) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GCLM seperti terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 matrik GLCM pengujian 4

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.14(a)	0,002806	0,002976	0,003026	0,002902
	Gambar 4.14(b)	0,003413	0,003553	0,003558	0,003444
Entropy	Gambar 4.14(a)	1,162632	5,835211	6,153722	7,591202
Entropy	Gambar 4.14(b)	1,829791	8,174413	7,268458	8,47005
Contras	Gambar 4.14(a)	466000000	379000000	376000000	409000000
	Gambar 4.14(b)	405000000	353000000	358000000	389000000
Corelation	Gambar 4.14(a)	-8,92536	-8,98305	-8,94176	-9,01979
	Gambar 4.14(b)	-8,79455	-8,85019	-8,84977	-8,9333

Pada Tabel 4.4 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM.

Pada pengujian 4 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.4 dengan data Gambar 4.14(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.14(b).

Pengujian 5

Pengujian 5 dilakukan sama pada pengujian sebelumnya, data yang di ujia adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.15.

(a)

(b)

Gambar 4.15 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum

Gambar 4.15 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.15(a) adalah data

otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.15(b) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GLCM seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 matrik GLCM pengujian 5

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.15(a)	0,003656	0,003946	0,003916	0,003613
	Gambar 4.15(b)	0,004928	0,005261	0,005275	0,004942
Entropy	Gambar 4.15(a)	1,600461	6,057324	5,734358	6,986557
	Gambar 4.15(b)	2,731951	8,912943	8,843194	12,12864
Contras	Gambar 4.15(a)	412000000	357000000	368000000	417000000
	Gambar 4.15(b)	296000000	261000000	261000000	284000000
Corelation	Gambar 4.15(a)	-8,77264	-8,81018	-8,78691	-8,91548
	Gambar 4.15(b)	-8,42164	-8,41967	-8,38495	-8,49334

Pada Tabel 4.5 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM.

Pada pengujian 5 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.5 dengan data Gambar 4.15(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.15(b).

Pengujian 6

Pengujian 6 dilakukan sama pada pengujian sebelumnya, data yang di ujia adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.16.

(a)

(b)

Gambar 4.16 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergerak maksimum

Gambar 4.16 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.16(a) adalah data otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.16(b) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GLCM seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.6 matrik GLCM pengujian 6

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.16(a)	0,00886	0,008669	0,008734	0,008699
	Gambar 4.16(b)	0,004928	0,005261	0,005275	0,004942
Entropy	Gambar 4.16(a)	27,32053	167,1457	150,9569	177,6878
	Gambar 4.16(b)	2,731951	8,912943	8,843194	12,12864
Contras	Gambar 4.16(a)	169000000	155000000	159000000	151000000
	Gambar 4.16(b)	296000000	261000000	261000000	284000000
Corelation	Gambar 4.16(a)	-8,07262	-8,2262	-8,20415	-8,21884
	Gambar 4.16(b)	-8,42164	-8,41967	-8,38495	-8,49334

Pada Tabel 4.6 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM. Pada pengujian 6 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.6 dengan data Gambar 4.16(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.16(b).

Pengujian 7

Pengujian 7 dilakukan sama pada pengujian sebelumnya, data yang di uji adalah data bergerak sebagian dan bergerak maksimum. Pada pengujian tujuh iniotot yang diuji adalah otot frontalis dengan pergerakan maksimum. Data uji dapat dilihat pada Gambar 4.17.

(a)

(b)

Gambar 4.17 (a) data wajah 2D dengan otot frontalis normal (b) data wajah 2D dengan otot frontalis bergeak maksimum

Gambar 4.17 merupakan perbandingan pergerakan otot frontalis mulai dari normal hingga pergerakan maksimum. Pada Gambar 4.17(a) adalah data otot frontalis tanpa pergerakan atau dalam kondisi normal. Pada Gambar 4.17(b) merupakan pergerakan otot frontalis secara maksimum. Dari data otot tersebut didapatkan perhitungan matrik GLCM seperti terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 matrik GLCM pengujian 7

GLCM	Data	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	Gambar 4.17(a)	0,00403	0,004125	0,004197	0,004088
	Gambar 4.17(b)	0,00573	0,005768	0,005859	0,005712
Entropy	Gambar 4.17(a)	1,173609	5,12091	4,13759	4,354519
	Gambar 4.17(b)	6,826399	51,50136	46,79814	53,58272
Contras	Gambar 4.17(a)	480000000	443000000	434000000	456000000
	Gambar 4.17(b)	286000000	266000000	261000000	272000000
Corelation	Gambar 4.17(a)	-8,67548	-8,72418	-8,66928	-8,72241
	Gambar 4.17(b)	-8,49509	-8,66393	-8,61907	-8,68594

Pada Tabel 4.7 adalah hasil perhitungan menggunakan metode GLCM. Pada pengujian 7 ini didapatkan kesimpulan terdapat pergerakan dengan data bahwa terdapat pergerakan otot frontalis dengan ditunjukkan pada Tabel 4.7 dengan data Gambar 4.17(a) terdapat selisih lebih besar dari data pada data Gambar 4.17(b).

4.3.2. Hasil Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian menggunakan canberra distance. Hasil dari pengujian ini akan diolah menggunakan hasil data confidence interfal. Pada perhitungan matrik GLCM perhitungan jarak energy per image dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Jarak Energy per Image

Kondisi	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(b)	0,103013	0,088051	0,096613	0,093498
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(c)	0,032018	0,026951	0,007035	0,012916
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(b)	0,027882	0,031523	0,026028	0,006264
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(c)	0,002334	0,012213	0,005171	0,061515
Gambar 4.13(a) – Gambar 4.13(b)	0,08743	0,082714	0,084201	0,085967
Gambar 4.14(a) – Gambar 4.14(b)	0,097721	0,088342	0,080715	0,085405
Gambar 4.15(a) – Gambar 4.15(b)	0,14815	0,14282	0,14783	0,155341
Gambar 4.16(a) – Gambar 4.16(b)	0,285169	0,244597	0,246921	0,275384
Gambar 4.17(a) – Gambar 4.17(b)	0,174147	0,166082	0,165209	0,165693

Tabel 4.8 merupakan hasil perhitungan jarak menggunakan metode canberra distance. Pada Tabel 4.41 terlihat ada selisih angka yang menandakan ada pergerakan pada data uji. Pada feature entropy pada matrik GLCM dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Jarak Entropy per Image

Kondisi	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(b)	1,149663	0,32438	0,319873	0,269559
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(c)	1,242001	0,029259	0,097954	0,207213
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(b)	0,069788	0,183118	0,30229	0,161088
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(c)	-1,12085	-1,22881	-1,07888	-1,20934
Gambar 4.13(a) – Gambar 4.13(b)	0,011887	0,065395	0,126088	0,076455
Gambar 4.14(a) – Gambar 4.14(b)	0,222949	0,166971	0,083052	0,054718
Gambar 4.15(a) – Gambar 4.15(b)	0,261169	0,190753	0,213262	0,269005
Gambar 4.16(a) – Gambar 4.16(b)	0,818188	0,89875	0,889322	0,872207
Gambar 4.17(a) – Gambar 4.17(b)	0,706598	0,81912	0,837537	0,849681

Tabel 4.9 merupakan hasil perhitungan jarak menggunakan metode canberra distance. Pada Tabel 4.9 terlihat ada selisih angka yang menandakan ada pergerakan pada data uji. Perhitungan jarak kontras per image diperlukan untuk menentukan untuk menghitung tingkat keabuan citra. Citra dengan tekstur halus akan menghasilkan nilai contrast rendah. Dan sebaliknya citra dengan tekstur yang tajam akan menghasilkan nilai contrast tinggi. Pada perhitungan kontras pada matrik GLCM data dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Jarak Contras per Image

Kondisi	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(b)	0,096708	0,052599	0,064926	0,080703
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(c)	0,053308	0,003836	0,015275	0,018402
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(b)	0,031787	0,028144	0,018054	0,066194
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(c)	0,058805	0,045873	0,048574	0,130426
Gambar 4.13(a) – Gambar 4.13(b)	0,00913	0,006505	0,001895	0,012452
Gambar 4.14(a) – Gambar 4.14(b)	0,069477	0,035597	0,023969	0,024524
Gambar 4.15(a) – Gambar 4.15(b)	0,162929	0,156489	0,169489	0,190225
Gambar 4.16(a) – Gambar 4.16(b)	0,273236	0,254776	0,24273	0,304341
Gambar 4.17(a) – Gambar 4.17(b)	0,254173	0,249428	0,247775	0,252447

Tabel 4.10 merupakan hasil perhitungan jarak menggunakan metode canberra distance. Pada Tabel 4.10 terlihat ada selisih angka yang menandakan ada pergerakan pada data uji.. Pada perhitungan features corelation pada matrik GLCM data dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Jarak Corelation per Image

Kondisi	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(b)	-0,01532	-0,0116	-0,01183	-0,01272
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(c)	-0,00053	-0,00385	-0,00631	-0,00307
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(b)	-0,0015	-0,00128	-0,00145	-0,00533
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(c)	-0,00122	-0,00106	-0,00195	-0,01142
Gambar 4.13(a) – Gambar 4.13(b)	-0,00851	-0,00476	-0,0065	-0,00733
Gambar 4.14(a) – Gambar 4.14(b)	-0,00738	-0,00745	-0,00517	-0,00482
Gambar 4.15(a) – Gambar 4.15(b)	-0,02041	-0,02266	-0,02341	-0,02425
Gambar 4.16(a) – Gambar 4.16(b)	-0,02116	-0,01162	-0,0109	-0,01643
Gambar 4.17(a) – Gambar 4.17(b)	-0,01051	-0,00346	-0,0029	-0,00209

Tabel 4.11 merupakan hasil perhitungan jarak menggunakan metode canberra distance. Pada Tabel 4.11 terlihat ada selisih angka yang menandakan ada pergerakan pada data uji. Correlation digunakan untuk mengukur hubungan linear antar piksel. Setelah matrik GLCM terbentuk maka akan dilakukan perhitungan canberra distance. Perhitungan ini digunakan untuk menghitung jarak kesesuaian atau kesamaan pada dua buah gambar. Dari data tersebut akan diketahui jarak perbedaan pada sebuah gambar. Semakin besar nilai dari perhitungan canberra distance maka gambar tersebut semakin berbeda. Jadi semakin besar nilai canberra distance maka semakin berbeda gambar tersebut. Hasil dari pengujian canberra distance dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Canberra Distance Pengujian

Kondisi	Canberra Distance
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(b)	2,688114
Gambar 4.11(a) – Gambar 4.11(c)	1,732406
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(b)	0,942599
Gambar 4.12(a) – Gambar 4.12(c)	4,28862
Gambar 4.13(a) – Gambar 4.13(b)	0,623011
Gambar 4.14(a) – Gambar 4.14(b)	1,00862
Gambar 4.15(a) – Gambar 4.15(b)	2,116726
Gambar 4.16(a) – Gambar 4.16(b)	5,545513
Gambar 4.17(a) – Gambar 4.17(b)	4,86892

Tabel 4.12 adalah hasil perhitungan total dari canberra distance, dari seluruh data yang diuji menunjukkan kontraksi otot melebihi dari data perhitungan menggunakan confident interfal dengan interfal pada posisi diam sebesar 0,463 yang artinya bahwa dari hasil Tabel 4.45 bahwa otot tidak dalam keadaan diam.

<<Halaman ini sengaja dikosongkan>>

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan ditarik kesimpulan yang diambil dari pengujian yang telah dilakukan. Terdapat 3 pengujian yang dilakukan oleh peneliti, yaitu pengujian gerak otot, pengujian pergeseran gerak otot dan ketepatan data atau akurasi.

5.1. Kesimpulan

Pada tahap pengujian, telah diuji 3 aspek yang ada pada penelitian ini, yaitu pengujian gerak otot, pengujian pergeseran gerak otot dan pengujian pada model 3D. Dari pengujian tersebut didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pengujian gerak otot terdapat selisih angka pergerakan otot. Selisih angka dapat dilihat pada Gambar 4.6. dan pada pengujian interval pergerakan otot, nilai mean otot diam pada range 0,635 dengan interval $\pm 0,463$. Sedangkan pada otot bergerak nilai mean otot bergerak pada range 3,563 dengan interval $\pm 1,069$
2. Pada pengujian pergeseran gerak otot dapat disimpulkan dari nilai titik diam range 0,635 dengan interval terendah 0,172 dan interval tertinggi 1,098 dan nilai mean otot bergerak 3,563 dengan interval terendah 2,465 dan interval tertinggi 4,632 maka pergeseran gerak otot sebesar 1,367 - 4,460
3. Pada pengujian akurasi pergeseran gerak otot, menghasilkan pergerakan data kontraksi otot maksimum antara 1,367 – 4,460 dengan jumlah data uji sebanyak 7 kali 3 percobaan antara range 1,367 – 4,460 dan 2 data kurang dari 1,367 dan dua data lebih dari 4,460. Dari percobaan data 100% tidak dalam range diam atau interval pergerakan kurang dari 0,463.

5.2. Saran

Untuk pengambilan data perlu dicari metode yang lebih baik, sehingga data yang diolah akan keluar sesuai dengan apa yang kita inginkan.

<< Halaman ini sengaja dikosongkan >>

Daftar Pustaka

- [1] Paul Ekman, Wallace V. Friesen, "*Measuring Facial Movement*", Environmental Psychology and Nonverbal Behaviour 1(1), Fall 1976.
- [2] Peter M. Prendergast, "*Anatomy of the Face and Neck*", Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.
- [3] Ying-li Tian, Takeo Kanade, Jeffrey F. Cohn, "*Recognizing Action Unit for Facial Expression Analysis*".
- [4] Igor Juricevic, Michael A. Webster, "*Selectivity of Face Aftereffects for Expressions and Anti-expressions*", Frontiers in psychology, 2012.
- [5] Jacobo Bibliowicz, "*An Automated Rigging System For Facial Animation*", Cornell University, 2005.
- [6] Gabriel Antunes Abrantes, Fernando Pereira, "*MPEG-4 Facial Animation Technology: Survey, Implementation, and Results*", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 9, No. 2, 1999.
- [7] Scott L. Delp, J. Peter Loan, "A Computational Framework for Simulating and Analyzing Human and Animal Movement".IEEE. 2000.
- [8] Agus Eko Minarno, Nanik Suciati, "Image Retrieval Using Multi Texton Co-occurrence Deskriptor", Journal of Theoretical and Applied Information Technology 10th September 2014. Vol. 67 No.1.
- [9] M. Hassaballah, Kenji Murakami, and Shun Ido, Face detection evaluation: A new approach based on the golden ratio, Signal, Image and Video Processing (SIViP) Journal, Online First, 8 July 2011.

BIOGRAFI PENULIS



Hardianto wibowo, kelahiran Pasuruan tanggal 21 Maret 1986, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Jogosari I – III Pasuruan (1991-1998), SMPN 1 Pandaan (1998-2001), SMUN 1 Pandaan (2001-2004), D1 Manajemen Informatika Politeknik Negeri Malang (2004-2005), S1 Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang (2005-2009). Hingga sekarang pengulis mangabdikan diri pada dunia pendidikan di Universitas Muhammadiyah Malang Jurusan Teknik Informatika sebagai tenaga pengajar.