

# PENGENDALIAN MODEL 3 DIMENSI WAJAH MELALUI PENDETEKSIAN DAN TRACKING TITIK FITUR WAJAH

-- Pendeteksian Wajah dan Titik Fitur Wajah --  
-- Pemodelan Wajah 3 Dimensi dan Texture Mapping --

**Rosyidina Safitri, Zulfan Hakim, Sritrusta Sukaridhoto, Dadet Pramadihanto**

Jurusan Telekomunikasi – Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

Kampus PENS – ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya

Telp : +62+031+5947280, Fax +62+031+5946011

e-mail : [dina@kebo.vlsm.org](mailto:dina@kebo.vlsm.org), [zulfan@kebo.vlsm.org](mailto:zulfan@kebo.vlsm.org)

## ABSTRAK

Belakangan ini banyak dilakukan penelitian terhadap obyek berupa wajah untuk mendeteksi gerakan wajah terutama ekspresi wajah. Dari pendeteksian wajah maka banyak informasi yang dapat diperoleh, misalnya identifikasi wajah dan analisa ekspresi wajah.

Untuk menampilkan ekspresi wajah yang diambil dari sample wajah melalui kamera digunakan sebuah model animasi 3D. Dengan model ini, user dapat mengendalikan sebuah sistem animasi wajah melalui tahapan proses clustering menggunakan algoritma kmeans, pendeteksian wajah dengan metode integral proyeksi, pendeteksian fitur-fitur wajah dan titik-titik fitur wajah pada image hasil gabungan inversi daerah kulit dan deteksi tepi menggunakan operator sobel. Kemudian dilakukan *tracking* pada titik-titik tersebut dari frame satu ke frame yang lain secara berurutan untuk menghasilkan gerakan yang dinamis.

Setelah ditentukan titik-titik wajah dan fitur-fitur wajah maka untuk mendapatkan sebuah model wajah 3D, titik-titik tersebut digambarkan menjadi suatu model wireframe, kemudian tekstur mapping bisa dilakukan terhadap gambar wajah pada model wireframe tersebut.

Dalam makalah ini, telah berhasil dibuat model wajah 3D dari gambar 2D berdasarkan hasil pendeteksian titik fitur wajah.

**Kata Kunci** – Kata kunci : pendeteksian wajah, pendeteksian fitur-fitur wajah, pendeteksian titik-titik fitur wajah, *clustering*, kmeans, integral proyeksi, inversi, deteksi tepi, sobel operator, wireframe, texture mapping.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendeteksian wajah manusia merupakan salah satu bidang penelitian yang penting seiring dengan perkembangan grafika komputer (*computer graphic*). Dari sebuah wajah, banyak informasi yang didapat baik secara statis maupun dinamis, misalnya saja warna kulit, struktur tulang wajah, dan ekspresi wajah. Hal ini karena wajah merupakan objek yang dapat merepresentasikan kondisi yang sangat banyak sekali dan mempunyai bagian – bagian yang dapat dijadikan sebagai bahan penelitian untuk citra digital. Misalnya untuk identifikasi wajah manusia, struktur tulang manusia, bentuk rahang manusia, mengetahui posisi tubuh manusia secara keseluruhan, pembacaan gerak bibir ataupun mengetahui ekspresi – ekspresi wajah yang akan ditampilkan ke dalam wajah tiruan pada komputer.

Grafika komputer (*Computer Graphic*) dapat diartikan sebagai seperangkat alat yang terdiri dari hardware dan software untuk membuat gambar, grafik, atau citra realistik untuk seni, game komputer, foto, dan filem animasi. Grafika komputer merupakan bagian yang paling menarik dari bidang ilmu komputer ini dikarenakan untuk dapat memahami dengan baik diperlukan kemampuan untuk memprogram dan kreatifitas[1].

Pada saat ini penggunaan grafika komputer memiliki peranan yang besar terutama pada grafik 3D. Yang dimaksud dengan obyek 3D adalah setiap titik yang membentuk obyek akan diproses memiliki 3 sumbu koordinat.

Dalam paper ini akan dibahas mengenai pendeteksian wajah dan titik-titik fitur wajah untuk membentuk suatu model wajah 3D. Dalam pemodelan 3D tersebut dibutuhkan suatu pola gambar wireframe untuk dipetakan tekstur gambar wajah yang sesuai dengan letaknya.

## 1.2 Permasalahan

Perumusan masalah yang dapat disimpulkan dalam pembuatan makalah ini adalah bagaimana merancang program untuk aplikasi pengolahan citra dalam mengambil, mendeteksi, dan mengekstrak informasi wajah. Pencarian metode-metode untuk pemrosesan citra sebagai berikut :

- Pembuatan sample kulit
- Pendeteksian warna kulit
- Pendeteksian lokasi wajah
- Pendeteksian lokasi fitur-fitur wajah
- Penentuan titik fitur wajah terhadap ciri wajah yang khas ada pada manusia (alis, mata, hidung, bibir dan jarak diantaranya)
- Pembacaan data-data wireframe hingga bisa digambarkan model wireframnya.
- Penentuan koordinat-koordinat fitur wajah yang belum diketahui.
- Pemodelkan suatu gambar 2D menjadi bentuk gambar 3D.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam makalah ini permasalahan hanya difokuskan pada pembahasan perangkat lunak yang meliputi metode dan program-program untuk membangun suatu model wajah 3D melalui pendeteksian titik-titik fitur wajah dengan batasan sebagai berikut :

- Wajah haruslah dalam posisi frontal menghadap kamera.
- Objek gambar yang digunakan adalah wajah tunggal dan tidak memakai apapun yang bisa menutupi fitur-fitur wajah seperti kacamata atau topeng dan tidak ada kumis ataupun jenggot.
- Warna kulit yang dijadikan sebagai acuan adalah warna kulit rata-rata orang indonesia asli (sawo matang).
- Pencahayaan yang tetap dan balance (tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap).
- arna kulit dan bukan kulit (background dan warna baju yang dipakai user) harus kontras.

## II. DASAR TEORI

Teori-teori yang menunjang dalam penyelesaian penelitian ini meliputi :

### 2.1 Bitmap

Bitmap adalah representasi atau gambaran yang terdiri dari baris dan kolom pada titik image graphics di komputer. Nilai dari titik disimpan dalam satu atau lebih data bit.

Tampilan dari bitmap atau raster, menggunakan titik-titik berwarna yang dikenal

dengan sebutan pixel. Pixel-pixel tersebut ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu dengan nilai-nilai warna tersendiri, yang secara keseluruhan akan membentuk sebuah tampilan gambar.

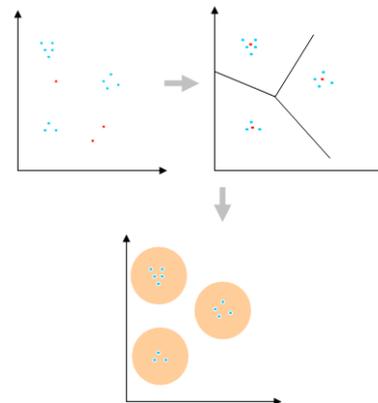
Struktur bitmap terdiri dari Header, Info Header dan Color Tabel. Header adalah bagian dari file bitmap yang berisi informasi header dari file gambar bitmap. Ukuran dari header ini 14 byte, masing-masing terdiri dari signature 2 bytes (berisi "BM" sebagai tanda gambar mempunyai format bmp), FileSize 4 bytes (besarnya ukuran gambar mempunyai satuan bytes), Reserved 4 bytes (tidak digunakan atau sama diisi dengan nilai nol) dan DataOffset 4 bytes (file offset untuk raster data).

### 2.2 Clustering

Clustering adalah proses pengelompokan sehingga semua anggota dari setiap partisi mempunyai persamaan berdasarkan matrik tertentu.

#### Algoritma Kmeans

Salah satu metode clustering secara statistik yang banyak digunakan adalah metode K-Means. Metode K-Means mempunyai kelebihan dalam menghasilkan kluster dengan proses yang cepat sedangkan kelemahannya yaitu K-Means membangkitkan initial centroid secara acak sehingga kluster yang dihasilkan memungkinkan tidak optimal.



Gambar 2.1 : Ilustrasi algoritma kmeans

Algoritma kmeans diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tentukan k buah centroid (pusat kluster) secara acak
2. Hitung jarak tiap data dengan masing – masing pusat kluster
3. Kelompokkan setiap data dengan kelompok terdekat
4. Hitung pusat kluster baru dari hasil rata – rata anggota dan pusat lama

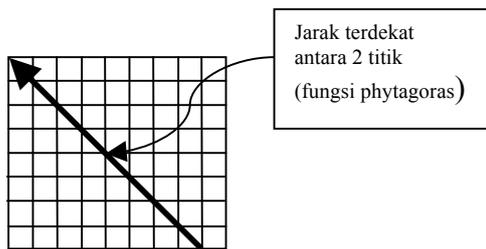
**2.3 Euclidean Distance**

Jarak Euclidean dapat dianggap sebagai jarak yang paling pendek antara dua titik dan pada dasarnya sama halnya dengan persamaan Pythagoras ketika digunakan didalam dua dimensi. Secara matematis dapat dituliskan didalam persamaan (1) berikut :

$$d(i,j) = \sqrt{|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^2} \dots(1)$$

Dimana  $d(i, j)$  = jarak antara 2 titik  
 $x_{in}$  = koordinat titik pertama  
 $x_{jn}$  = koordinat titik kedua

Gambar 2.2 merupakan representasi dari jarak terdekat dari dua titik :



Gambar 2.2 : Fungsi Euclidean

**2.4 Edge Detection**

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra.

**Operator Sobel**

Metode sobel merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian dan Gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$

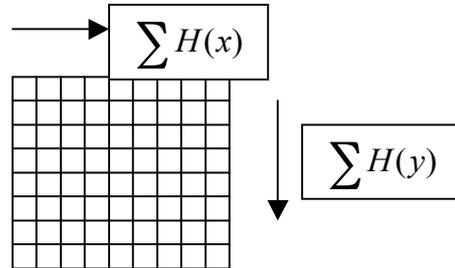
Gambar 2.3 : Kernel Konvolusi Sobel

Secara teori, diperlukan matrik setidaknya berukuran 3x3 sebagai kernelnya. Seperti gambar 2.3 diatas yang menunjukkan kernel 3x3 dari sobel.

**2.5 Integral Projection**

Integral projection adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari daerah atau lokasi dari objek, dimana metode ini dapat mendeteksi batas dari daerah gambar yang berbeda, sehingga kita dapat mencari daerah lokasi wajah dan feature-featurenya dengan

mudah.. Metode ini juga bisa disebut dengan integral baris dan kolom dari pixel, karena integral projection menjumlahkan pixel per kolom sepanjang baris dan menjumlahkan pixel per baris sepanjang kolom atau dengan kata lain merupakan bentuk integral pada gambar terhadap baris dan kolom yang didefinisikan pada gambar 2.4.



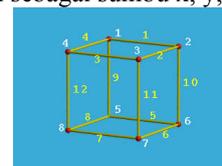
Gambar 2.4 : Ilustrasi Metode Integral Projection

**2.5 Wireframe Model**

Wireframe model mungkin cara terlama dalam merepresentasikan gambar solid, tepatnya dikembangkan pada awal tahun 1960-an. Tetapi sebelum itu hanya ada system 2D yang membuat kita harus membuat sebuah model dengan titik per titik atau baris per baris. Wireframe data terdiri dari 2 tabel, yaitu tabel vertex dan tabel edge. Tabel vertex berisi sebuah vertex (titik) dengan nilai koordinatnya. Sedangkan tabel edge berisi titik awal dan titik akhir dari tiap tepi (edge), tepi tersebut bisa berupa kurva atau garis.

Wireframe ini disimpan sebagai struktur data. Filenya kecil dan waktu aksesnya pendek.

Dalam komputer grafik 3D, vertex merupakan sebuah titik dalam ruang 3D, yang didefinisikan sebagai sumbu x, y, dan z.



Gambar 2.5 : Model wireframe kubus

Tabel 2.1 : Vertex wireframe kubus

Vertex Table			
Vertex #	X	Y	Z
1	1	1	1
2	1	-1	1
3	-1	-1	1
4	-1	1	1
5	1	1	-1
6	1	-1	-1
7	-1	-1	-1
8	-1	1	-1

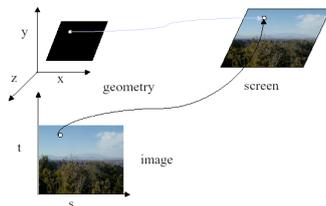
Tabel 2.2 : Edge wireframe kubus

Edge Table		
Edge #	Start Vertex	End Vertex
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	1
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	5
9	1	5
10	2	6
11	3	7
12	4	8

**2.6 Texture Mapping**

Texture mapping merupakan teknik pemetaan sebuah tekstur pada pola gambar wireframe, dimana wireframe yang telah dibuat akan ditampilkan memiliki kulit luar seperti tekstur yang diinginkan. Dalam pemberian tekstur, perlu diperhatikan dasarnya seperti:

- Menentukan tekstur
  - Membaca atau membangkitkan tekstur
  - Menandai tekstur
  - Mengenablekan tekstur
- Menandai koordinat tekstur pada vertek
- Menentukan parameter tekstur
  - wrapping , filtering.



Gambar 2.6 : Strategi dasar Texture Mapping

Diatas merupakan tekstur dengan gambar 256x256 yang telah dimappingkan pada sebuah polygon persegi panjang pada perspective.

**III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN**

**3.1. DIAGRAM SISTEM**

Dalam pengolahan gambar atau image diperlukan beberapa tahap agar mendapatkan hasil yang sempurna, gambar 3.1 adalah tahap-tahap yang harus dilakukan dalam mendapatkan titik-titik wajah dan fitur wajah untuk membentuk suatu model wajah.

**3.2 Pembuatan Sample Kulit**

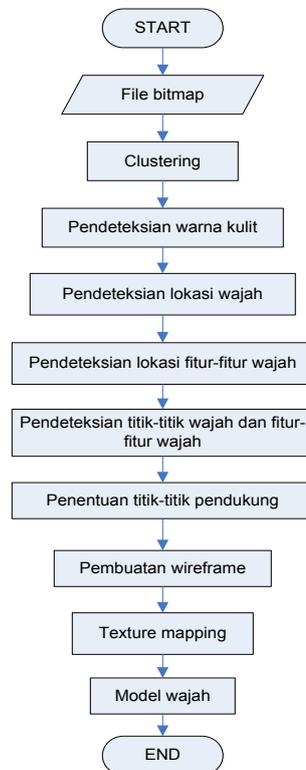
Potongan sample yang diambil adalah daerah sekitar bawah mata dan atas hidung. Pengambilan sample ini dilakukan pada waktu yang berbeda yaitu pagi, siang dan malam. Masing-masing potongan sample kulit ini disimpan dalam file yang berbeda kemudian

dimasukkan dalam direktori tertentu dan dijadikan input untuk proses selanjutnya.

Proses selanjutnya menghitung nilai rata-rata total dari RGB semua sample kulit. Perhitungan rata-rata masing-masing sample kulit dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\overline{X_{rgb}} = \frac{\sum X_{rgb}}{N} \quad \overline{X_{total}} = \frac{\sum \overline{X_{rgb}}}{i} \quad \dots\dots(2)$$

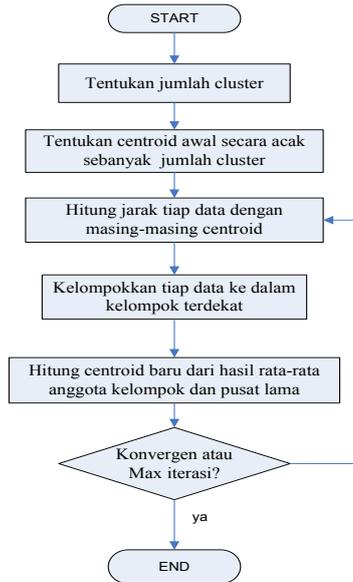
- Dimana :
- $\overline{X_{rgb}}$  = rata-rata tiap sample kulit
  - $X_{rgb}$  = jumlah pixel (rgb) tiap kolom atau tiap baris
  - $N$  = jumlah kolom atau baris
  - $\overline{X_{total}}$  = rata-rata total semua sample kulit
  - $i$  = jumlah sample kulit



Gambar 3.1 : Flowchart pemodelan wajah 3 dimensi

**3.3 Clustering**

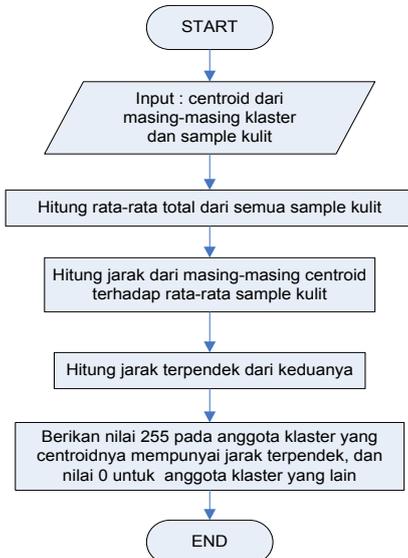
Algoritma kmeans yang digunakan untuk clustering data image seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dapat diuraikan dalam flowchart pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2: Flowchart algoritma kmeans

### 3.4 Skin Color Detection

Pendeteksian warna kulit (*Skin Color Detection*) adalah tahap dimana kita harus mencari daerah yang memiliki warna kulit atau paling mirip dengan warna kulit. Gambar 3.3 adalah tahap-tahap yang harus dilakukan dalam proses *skin color detection* :



Gambar 3.3 : Flowchart pendeteksian daerah kulit

### 3.5 Face Localization

Setelah proses clustering selesai dan daerah warna kulit ditemukan, kemudian image dibinerkan dan diinversi. Jadi daerah kulit yang semula mempunyai intensitas yang lebih tinggi daripada daerah bukan kulit, namun setelah diinversi intensitas daerah kulit menjadi lebih kecil daripada daerah bukan kulit. Sementara itu image asli di buat greyscale kemudian dilakukan proses edge detection untuk selanjutnya digabung dengan image hasil

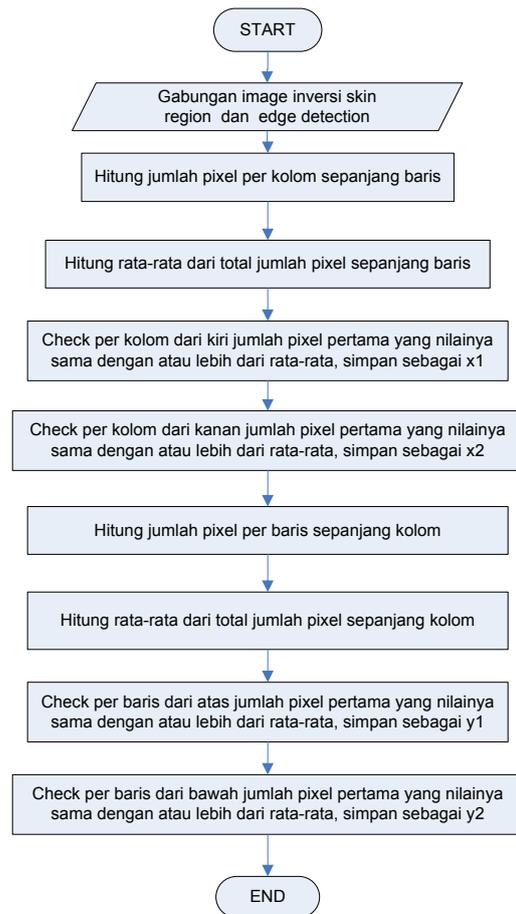
inversi daerah kulit. Selanjutnya dilakukan integral proyeksi pada image gabungan tersebut untuk mendapatkan batas kanan, batas kiri, batas atas dan batas bawah dari lokasi wajah. Tahap pengerjaannya dapat diuraikan dalam flowchart pada gambar 3.4.

### 3.6 Facial Features Localization

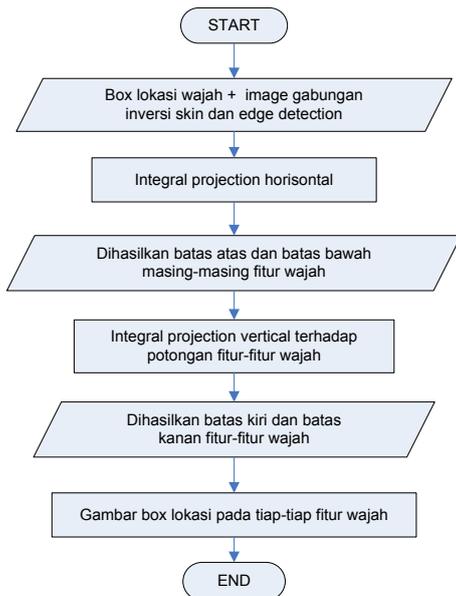
Untuk mencari lokasi fitur-fitur wajah maka dilakukan integral projection terhadap lokasi wajah yang telah ditemukan. Pada proses ini terdapat dua tahap penting yaitu integral projection horisontal dan integral projection vertical. Gambar 3.5 adalah flowchart untuk mendeteksi lokasi fitur-fitur wajah seperti alis, mata, hidung dan mulut.

### 3.7 Facial Features Points Detection

Pentuan koordinat titik-titik wajah dilakukan dengan cara mencoba-coba rumus yang sesuai dan paling presisi terhadap titik sebenarnya yang diambil secara manual. berdasarkan bentuk geometri wajah dan fitur-fitur wajah yang telah terdeteksi.



Gambar 3.4 : Flowchart pendeteksian lokasi wajah

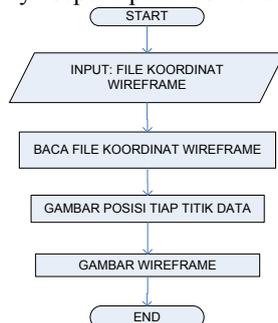


Gambar 3.5 : Flowchart pendeteksian lokasi fitur-fitur wajah

### 3.7 Wireframe model

#### 3.7.1 Wireframe standar

Dalam pembuatan model wireframe, dilakukan beberapa tahap yang proses pengerjaannya seperti pada flowchart berikut :



Gambar 3.6 : Flowchart pembuatan model wireframe standar

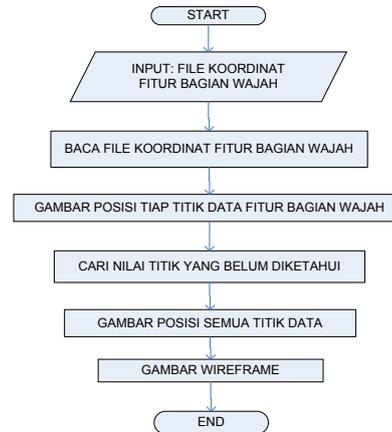
Model wireframe merupakan satuan jaring polygon yang disusun dengan urutan tertentu sesuai dengan titik yang telah ditentukan sehingga dapat ditampilkan sebuah model jaring 3D.

Dalam penggambaran model wireframe wajah ke dalam window diperlukan berupa data-data kordinat yang nantinya data-data koordinat tersebut dihubungkan satu sama lainnya, sehingga bisa membentuk suatu pola garis-garis wajah yang beraturan pada window.

Data-data koordinat yang digunakan sebagai inputan adalah dalam bentuk file, oleh karena itu dilakukan operasi pembacaan file dan *scanning* data kemudian digambarkan menjadi pola garis-garis wajah (wireframe).

#### 3.7.2 Wireframe hasil pendeteksian fitur wajah

Untuk pembuatan model wireframe ini, diperlukan langkah-langkah seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 : Flowchart pembuatan model wireframe hasil pendeteksian fitur wajah

Input yang digunakan dalam pembuatan model wireframe ini berupa data-data koordinat hasil pendeteksian wajah dan letak bagian wajah. Lokasi wajah yang bisa didapat dari proses tersebut adalah bagian mata, alis, hidung, mulut, batas atas wajah, batas bawah wajah, batas kiri wajah, dan batas kanan wajah. Jumlah titik yang didapat sebanyak 36 buah titik sehingga dilakukan pencarian terhadap titik-titik yang belum diketahui posisinya.

Setelah didapatkan semua letak titik-titik wireframe, langkah selanjutnya adalah menggambar model wireframenya. Prosesnya sama seperti yang dilakukan dalam penggambaran model wireframe standar.

### 3.8 Tesktur Mapping

Pada proses tesktur mapping ini, yang pertama kali dilakukan adalah pembacaan file gambar bitmap. Gambar yang digunakan mempunyai resolusi 320x240 piksel, ukuran standar kamera digital. Warna *background* gambar adalah berlawanan dengan warna kulit, hal ini mengikuti aturan yang harus dipenuhi untuk proses pendeteksian wajah dan fitur-fiturnya pada modul yang lain.

Sebelum memproses file bitmap, fungsi akan dienablekan dahulu tesktur mappingnya. Setelah membaca file bitmap, kemudian memproses file tersebut dengan filter modes dan mendefinisikan gambar sebagai sebuah tesktur dengan memanggil fungsi *glTexImage2D*.

Diasumsikan bahwa objek dimodelkan menggunakan mesh, sehingga terdiri dari permukaan yang datar. Tiap titik dari mesh memiliki hubungan pasangan koordinat tesktur  $(s_i, t_i)$ , sehingga tugas utama adalah menemukan properties koordinat tesktur  $(s, t)$  untuk tiap titik dari mesh.

**BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SOFTWARE**

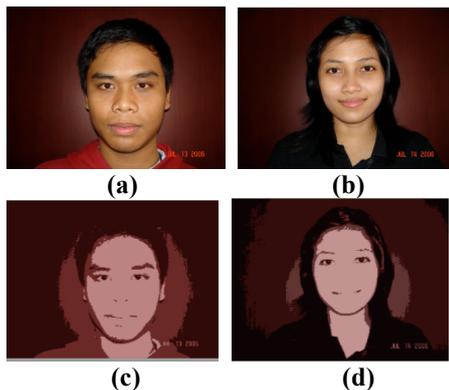
Pengujian ini dilakukan pada PC dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.1 : Tabel spesifikasi perangkat keras komputer

NO	DESKRIPSI	SPEKIFIKASI
1	Processor	2
2	Processor model	Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz
3	Memory	512 MB DDRAM
4	HDD	200GB, 7200rpm
5	Graphic Card	nVidia GeForce4 mx 420, 64MB
6	Power	400W
7	Operating System	Linux/GNU Debian
8	Kernel	2.4.27-3-686-smp

**4.1 Clustering**

Algoritma kmeans dapat dikatakan meminimalisir data dari semua jumlah pixel gambar menjadi n data sejumlah jumlah kluster yang telah ditentukan sehingga dapat menghasilkan kluster dalam waktu yang relatif singkat. Namun demikian penentuan centroid awal secara acak pada kmeans menyebabkan kinerja kmeans kurang optimal sehingga kluster-kluster yang dihasilkan kadang tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka dari itu penentuan jumlah kluster yang tepat sangatlah berpengaruh pada hasil clustering. Gambar 4.1 merupakan contoh dari hasil clustering dengan jumlah kluster yang paling sesuai yaitu 3 atau 4 setelah melalui beberapa kali pengujian.

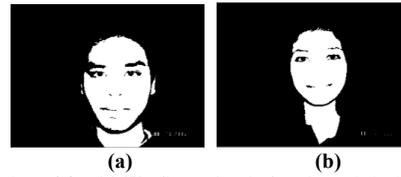


Gambar 4.1 : (a) Model 1, (b) Model 2, (c) Hasil lustering model 1, jumlah kluster = 3, (d) Hasil clustering model 2, jumlah cluster = 4

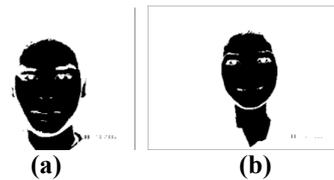
**4.2 Pendeteksian daerah kulit**

Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengujian dari pendeteksian daerah kulit berdasarkan sample kulit yang telah diambil dengan kamera 5,1 Megapiksel, dimana daerah kulit yang telah terdeteksi diberi warna putih, kemudian dilakukan proses inversi (gambar 4.3) untuk selanjutnya digabung dengan hasil deteksi tepi

untuk pendeteksian lokasi wajah dan fitur-fiturnya.



Gambar 4.2 : (a) Hasil pendeteksian daerah kulit model 1, (b) Hasil pendeteksian daerah kulit model 2

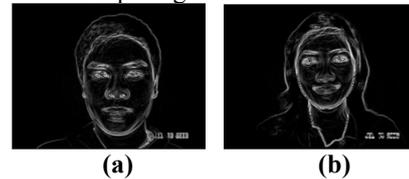


Gambar 4.3 : (a) Hasil inversi daerah kulit model 1 (b) Hasil inversi daerah kulit model 2

**4.3 Pendeteksian lokasi wajah**

Gambar 4.6 dan 4.7 adalah hasil pengujian untuk pendeteksian lokasi wajah dimana integral proyeksi dilakukan pada gambar dengan threshold rata-rata total jumlah pixel tiap kolom dan rata-rata total jumlah pixel tiap baris.

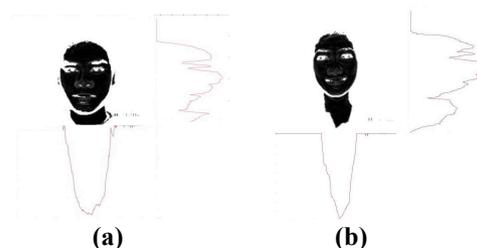
Namun terlebih dahulu image digreyscale untuk melakukan proses deteksi tepi menggunakan operator sobel yang hasilnya dapat dilihat seperti gambar 4.4 berikut :



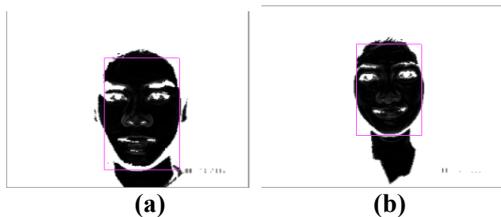
Gambar 4.4 : (a) Hasil deteksi tepi model 1, (b) Hasil deteksi tepi model 2

Untuk proses pendeteksian lokasi wajah dan fitur-fiturnya maka hasil dari proses deteksi tepi digabung dengan hasil inversi daerah kulit untuk mendapatkan hasil yang optimal.

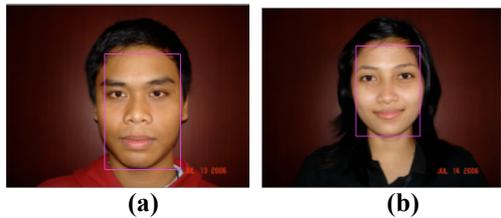
Gambar 4.5 grafik hasil dari penjumlahan pixel perkolom sepanjang baris dan pixel perbaris sepanjang kolom.



Gambar 4.5 : (a) Grafik integral proyeksi model 1 pada image gabungan inversi daerah kulit dan deteksi tepi, (b) Grafik integral proyeksi model 2 pada image hasil gabungan dari inversi daerah kulit dan deteksi tepi



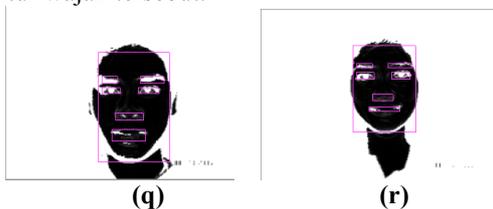
Gambar 4.6 : (a) Hasil integral proyeksi model 1, (b) Hasil integral proyeksi model 2



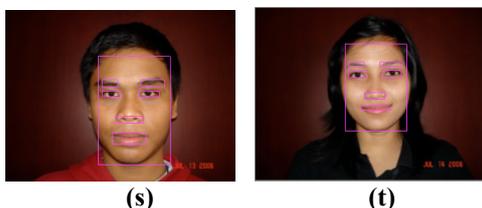
Gambar 4.7 : (a) Lokasi wajah model 1 yang telah terdeteksi, (b) Lokasi wajah model 2 yang telah terdeteksi

**4.4 Pendeteksian lokasi fitur-fitur wajah**

Setelah lokasi wajah ditemukan maka integral proyeksi diterapkan pada lokasi wajah tersebut, pertama dilakukan integral proyeksi horisontal pada lokasi wajah tersebut untuk mendapatkan batas atas dan batas bawah dari alis, mata, hidung dan mulut, kemudian dilakukan integral proyeksi vertikal pada potongan tiap fitur tersebut untuk mendapatkan batas kiri dan batas kanan dari masing –masing fitur wajah tersebut.



Gambar 4.8 : (q) Hasil integral proyeksi vertikal dan horisontal model 1, (r) Hasil integral proyeksi vertikal dan horisontal model 2



Gambar 4.9 : (s) Lokasi fitur wajah model 1 yang telah terdeteksi, (t) Lokasi fitur wajah model 2 yang telah terdeteksi

Gambar 4.8 dan 4.9 menunjukkan lokasi fitur-fitur wajah yang dapat dideteksi dengan penentuan threshold tertentu untuk masing-masing fitur wajah.

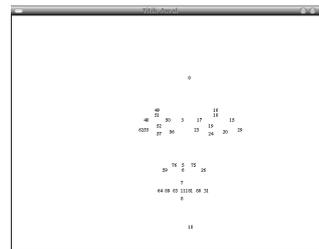
**4.5 Points Detection**

Dalam pengerjaan tahap ini perlu adanya ketelitian dan kecermatan dalam menentukan rumus yang sesuai untuk

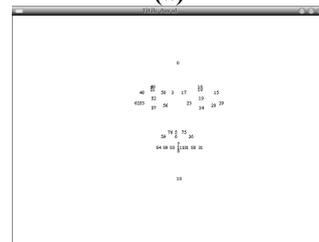
mendeteksi setiap titik pada fitur wajah yang aktif melakukan gerakan, sehingga antara titik-titik hasil pendeteksian dan titik-titik aktual (ditentukan secara manual) memiliki pergeseran piksel yang kecil. Hasil pengujian dari beberapa model menunjukkan bahwa rata-rata pergeseran piksel antara titik hasil pendeteksian dan titik aktual relatif kecil, yaitu antara 0.004 s/d 0.02, sedangkan range nilai piksel antara 0.0 s/d 1.0, hal ini berarti pergeseran piksel pada range tersebut masih dapat dianggap valid. Tetapi hasil yang dicapai dari penelitian ini masih jauh dari maksimal sehingga masih perlu perbaikan dan penyempurnaan metode serta algoritma yang digunakan untuk hasil yang terbaik.

**Tabel 4.2 : Jumlah titik wajah dan fitur wajah yang dapat diambil**

No	Daerah wajah	Jumlah titik
1	Wajah	5
2	Alis kiri	4
3	Alis kanan	4
4	Mata kiri	4
5	Mata kanan	4
6	Hidung	6
7	Mulut	9



(a)



(b)

Gambar 4.10 : (a) Titik –titik wajah model 1 yang berhasil dideteksi, (b) Titik-titik wajah model 2 yang berhasil dideteksi

Gambar 4.10 menunjukkan titik-titik wajah dan fitur-fiturnya, dimana jumlah titik-titik yang dapat ditentukan berjumlah 35 titik seperti yang di uraikan pada tabel 4.3.

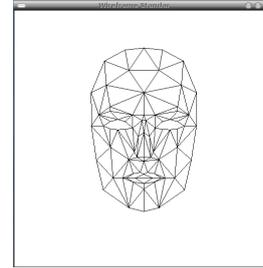
**4.6 Wireframe standar**

Letak titik-titik wireframe standar yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 4.11 berikut :

Tabel 4.3 : Rata-rata kepresisian titik-titik hasil pendeteksian

Loka si	No	Error (Pergeseran piksel)	
		x	Y
WA JA HA H	0	0.012054	0.036905
	3	0.0125	0.005952
	10	0.011607	0.049405
	29	0.007143	0.01131
	62	0.015179	0.01369
AL IS	15	0.008929	0.016071
	16	0.007143	0.014286
	17	0.013393	0.007738
	18	0.011161	0.021429
	48	0.016964	0.016071
	49	0.012054	0.01131
	50	0.007589	0.007738
MA TA	51	0.011161	0.022619
	19	0.005804	0.014286
	20	0.020089	0.020238
	23	0.014286	0.011905
	24	0.004911	0.014286
	52	0.007143	0.016072
	53	0.017857	0.010714
	56	0.006696	0.007143
HI DU NG	57	0.006696	0.019048
	5	0.008482	0.027976
	6	0.007143	0.021428
	26	0.008036	0.023214
	59	0.016071	0.017262
MU LU T	75	0.004241	0.02619
	76	0.010045	0.022619
	7	0.00625	0.022024
	8	0.007143	0.032143
	31	0.010714	0.017857
	64	0.010714	0.011905
	81	0.00997	0.014881
	83	0.008929	0.016667
	88	0.005208	0.014286
89	0.009077	0.013691	
111	0.007589	0.016071	

Kemudian bila titik-titik tersebut digambarkan menjadi sebuah wireframe akan terlihat seperti gambar 4.12 berikut :



Gambar 4.12 : Model wireframe standar

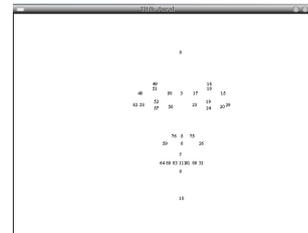
#### 4.7 Model Wajah 3D Berdasarkan Proses Pendeteksian Wajah dan Letak Bagian Wajah

Gambar wajah yang akan dimodelkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.13 : Model wajah

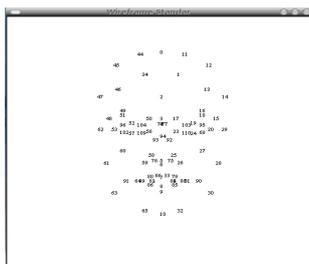
Hasil pendeteksian titik-titik wajah dan fitur wajah untuk model pada gambar 4.13 ditunjukkan pada gambar 4.14 berikut :



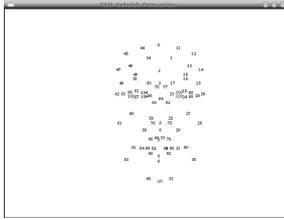
Gambar 4.14 : Posisi titik hasil pendeteksian fitur bagian wajah

Titik tersebut belum cukup untuk digambarkan menjadi model jaring 3D sehingga dilakukan pencarian terhadap titik-titik pendukung pembentuk model wajah dengan cara menerapkan perbandingan bentuk geometri wajah dan fitur-fitur wajah.

Setelah semua titik yang dibutuhkan diketahui, titik-titik tersebut digambarkan seperti gambar 4.15 berikut:

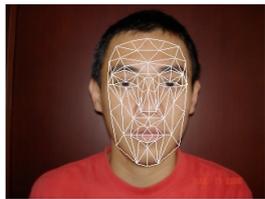


Gambar 4.11 : Letak titik-titik wireframe standar



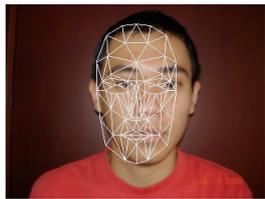
**Gambar 4.15 : Posisi titik-titik wireframe dari model wajah**

Apabila digambarkan sebagai model jaring 3D (wireframe) pada gambar wajah, maka hasilnya seperti pada gambar 4.16 berikut :



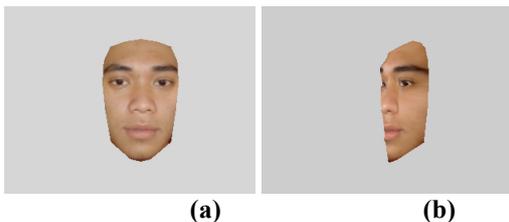
**Gambar 4.16 : Gambar wireframe model wajah**

Gambar 4.17 berikut adalah sebagai pembandingan, gambar wireframe standar pada wajah :



**Gambar 4.17 : Gambar wireframe standar pada gambar wajah**

Langkah terakhir adalah tekstur mapping gambar wajah pada wireframe, hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.18 berikut :



**Gambar 4.18 : Hasil tekstur mapping (a) tampak depan dan (b) tampak samping**

## BAB V PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan dan pengujian software image processing adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan kamera yang baik dalam pengambilan sample sangat penting karena sangat berpengaruh pada hasil dari proses pendeteksian

daerah kulit dan proses-proses berikutnya. Kamera yang dapat menghasilkan pemrosesan image yang optimal mempunyai resolusi diatas 5 Megapiksel.

2. Jumlah cluster yang tepat untuk clustering menggunakan metode kmean rata-rata antara 3 atau 4 cluster, sehingga hasil yang diperoleh bisa optimal.
3. Penggunaan metode Integral projection mempermudah mencari koordinat batas dari wajah dan fitur-fitur wajah, namun dalam penerapannya perlu ketelitian untuk menentukan threshold yang cocok terutama untuk fitur-fitur wajah.
4. Titik yang berhasil dideteksi sekitar 35 titik dari total 98 titik pembentuk wireframe standar.
5. Pergeseran piksel rata-rata untuk pendeteksian titik-titik fitur wajah relatif kecil, tetapi masih perlu disempurnakan lagi metode ataupun algoritma yang dipakai agar hasil yang dicapai dapat maksimal.
6. Sistem yang telah dibangun ini masih belum sempurna, terbatasnya jumlah titik yang digunakan untuk membuat model jaring 3D (wireframe) menjadikan pembuatan model 3 D wajah masih terlihat kaku.
7. Titik yang digunakan sebagai acuan untuk membuat model jaring 3D belum memenuhi jumlah titik yang dibutuhkan, sehingga dilakukan perhitungan tiap-tiap titik yang belum diketahui.

### REFERENSI

1. Usman Ahmad, "Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya", Graha ilmu, yogyakarta, 2005
2. Angel Edward, "OpenGL A Primer, second edition", Pearson Education Inc, 2005.
3. Rohmah, Jihan Ainul, "Pengendalian Animasi Wajah Secara Real Time Untuk Video Teleconference Sub Judul Feature Point Tracking And Modeling", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2003.
4. Nurhana Wijaya, "Pembuatan Alat Bantu Clustering Berbasis GA-KMEANS", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.

5. Setyawan Alaudin, "*Face Detection, Face Feature Detection, Feature Points Detection & Modeling*", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
6. Wahyu Puji Lestari, "*Pengendalian Animasi Wajah Realtime Untuk Video Teleconference*", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2004.
7. Achmad Basuki, "*Image Enhacement*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
8. Achmad Basuki, "*Image Feature Extraction*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
9. Ali Ridho Barakbah, Prof. Kohei Arai, "*Introduction To Clustering*", Department of Information Science, Saga University.
10. Amir Ali, "*Rancang Bangun Perangkat Lunak Optimasi Initial Centroid Pada Kmean Menggunakan Simulated Annealing*", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
11. Nurhidayati, "*Knowing Human Behavior By Facial Expression Recognition*", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
12. Dadet Pramadihanto, "*Machine Learning*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
13. Angel Edward, "*OpenGL A Primer, second edition*", Pearson Education Inc, 2005.
14. Suryono, Agung Firman, "*Membangun Obyek-Obyek 3 Dimensi*", Proyek Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2005.
15. \_\_\_\_\_, "*OpenGL Tutorials*", <http://nehe.gamedev.net>

processing dan biometrik. Saat ini sebagai staf pengajar dan Kepala Lab Jaringan komputer di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS.

**Dadet Pramadihanto**, memperoleh gelar Insinyur dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 1986, kemudian pada tahun 1997 dan 2003 memperoleh gelar M.Eng. dan PhD dari Osaka University. Saat ini sebagai staf pengajar dan Asisten Direktur di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - ITS

**Rosyidina Safitri**, mempeoleh gelar Amd dari Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS. Saat ini sebagai Karyawan dari PT. Lintas Arta Buana.

**Zulfan Hakim**, memperoleh gelar Amd dari Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS. Saat ini sebagai karyawan dari PT. Lintas Arta Buana

Sritrusta Sukaridhoto, memperoleh gelar S.T dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2002. Bidang penelitian jaringan komputer, image processing, speech