

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR
**APLIKASI PENGHITUNG JUMLAH WAJAH DALAM SEBUAH CITRA DIGITAL BERDASARKAN
 SEGMENTASI WARNA KULIT**

Rizki Salma*, Achmad Hidayatno**, R. Rizal Isnanto**

Sistem deteksi wajah, termasuk di dalamnya penghitungan jumlah wajah dalam suatu citra, merupakan salah satu pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital. Proses deteksi dan penghitungan jumlah wajah memerlukan metode tertentu yang didukung dengan suatu perangkat lunak. Oleh karena itu, perlu dibuat sistem yang mampu mengidentifikasi dan menghitung semua daerah citra yang mengandung wajah, yang di dalam penelitian ini digunakan metode segmentasi warna kulit.

Metode segmentasi warna kulit dilakukan dengan memisahkan wilayah kemungkinan kulit, kemudian mencocokkannya dengan parameter-parameter yang dianggap dapat merepresentasikan sebuah wajah. Setelah itu baru dapat dilakukan penghitungan jumlah wajah dalam suatu citra. Urutan proses penghitungan meliputi: segmentasi warna kulit berdasarkan ekstraksi model warna kulit, pengembangan, pencocokan dengan parameter-parameter wajah, dan penghitungan jumlah wajah.

Pengujian dan penelitian dilakukan dengan membagi data uji ke dalam tiga kelompok, yaitu citra close up, citra dengan satu dan dua wajah, dan citra dengan tiga buah wajah atau lebih. Dari hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa sistem dapat mendeteksi wilayah wajah dengan tepat untuk citra close up. Sedangkan untuk pengujian pada citra dengan satu dan dua wajah sistem memiliki tingkat keberhasilan 84,62%, serta 82,93% untuk tingkat keberhasilan pada pengujian citra dengan tiga buah wajah atau lebih.

Kata-Kunci : segmentasi warna kulit, batas ambang, deteksi wajah, ekstraksi ciri.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam tugas akhir ini, citra yang diolah dengan menggunakan pencocokan warna kulit dapat digunakan untuk menghitung banyaknya manusia dalam sebuah citra digital. Hal ini dilakukan dengan mencocokkan setiap piksel dari citra yang akan diolah dengan contoh warna kulit dan kemudian menghitung nilai rata-rata warna dari seluruh sampel kulit tersebut. Citra masukan yang merupakan citra digital hasil dari kamera standar, terlebih dahulu dilakukan penurunan ukuran resolusi untuk memudahkan dalam pengolahan. Citra masukan ini selanjutnya disegmentasi dengan memanfaatkan nilai

rata-rata dari contoh kulit tadi sehingga menghasilkan citra aras keabuan yang telah memisahkan wilayah kulit dan wilayah bukan kulit. Dengan menetapkan nilai ambang tertentu, maka didapatkan citra biner dengan warna putih yang menunjukkan wilayah kulit dan warna hitam merupakan wilayah bukan kulit. Dengan menerapkan algoritma *floodfill*, parameter-parameter yang dianggap mampu mewakili sebuah wajah seperti luas bidang, perbandingan lebar dan tinggi, serta perbandingan luasan bidang yang terisi ditetapkan untuk memperkirakan bahwa wilayah kulit ini merupakan wajah atau bukan. Hal ini sekaligus akan menghitung jumlah wajah dalam citra masukan tersebut.

1.2 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat suatu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menghitung banyaknya jumlah wajah manusia dalam sebuah citra digital berdasarkan segmentasi warna kulit.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, pembahasan dibatasi pada:

1. Data yang digunakan adalah citra digital yang bersumber dari kamera digital.
2. Citra diambil dengan posisi wajah menghadap ke depan.
3. Metode yang digunakan adalah segmentasi berdasar warna kulit.
4. Pengolahan hanya dilakukan untuk mendeteksi dan menghitung wajah manusia.
5. Pengujian dilakukan terhadap wajah orang Indonesia.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Delphi 7.0.

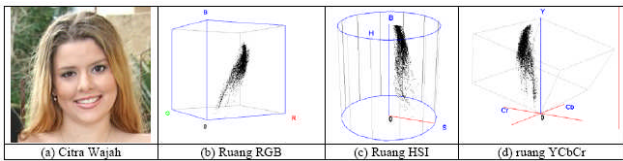
II. DASAR TEORI

2.1 Histogram Clustering

Teknik Histogram merupakan teknik yang umum digunakan. Dengan teknik ini distribusi warna dari objek yang akan diteliti, dengan mengacu kepada histogram yang dibuat dapat diketahui sehingga karakteristik objek yang diteliti, misalnya pengelompokan data (*clustering*) dapat diketahui untuk diproses selanjutnya.

* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

** Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro



Gambar 2.1 Wajah dan distribusi warna kulitnya pada berbagai ruang warna.

Warna kulit wajah merupakan objek spesifik yang memiliki karakteristik yang khas. warna kulit wajah memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Warna kulit wajah berada pada wilayah tertentu dan terkelompok dalam satu *cluster*.
2. Nilai intensitas tidak terlalu berpengaruh terhadap informasi internal yang dikandung warna kulit wajah. Sebaliknya, nilai warna kulit wajah itu sendiri (krominans) sangat berpengaruh.

2.3.1 Warna Kulit (Skin Color)

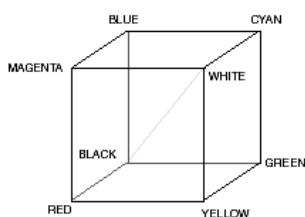
Manusia memiliki warna kulit yang berbeda-beda antara manusia satu dengan manusia lainnya. Warna kulit yang dimiliki oleh setiap manusia juga bisa menandakan dari kelompok/suku/ras mana orang tersebut berasal. Pada dasarnya, pengelompokan warna kulit manusia dibagi menjadi 5 bagian besar, yaitu warna kulit orang Asia Timur, orang Amerika Selatan, orang Asia Selatan, orang Afrika, dan orang Eropa.

Dengan mengetahui contoh jenis warna kulit, kita dapat mengetahui jumlah atau banyaknya orang dalam sebuah citra dengan mencocokkan setiap piksel dalam citra tersebut dengan contoh warna kulit. Sehingga bagian piksel yang tidak sesuai dengan contoh warna kulit akan dianggap sebagai latar belakang citra.

2.3.2 Ruang Warna

Berikut merupakan beberapa model ruang warna :

1. RGB (True Color)



Gambar 2.2 Ruang warna RGB

Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red*, *green* dan *blue*. Ketiga warna tersebut dinamakan warna pokok. Warna-warna lain dapat diperoleh dengan

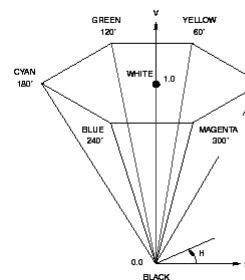
mencampurkan ketiga warna pokok tersebut dengan perbandingan tertentu.

TABEL 2.1 TABEL RUANG WARNA RGB

	Normal Range	White	Yellow	Cyan	Green	Magenta	Red	Blue	Black
R	0 - 255	255	255	0	0	255	255	0	0
G	0 - 255	255	255	255	255	0	0	0	0
B	0 - 255	255	0	255	0	255	0	255	0

2. HSI (Hue-saturation-Intensity)

Model warna HSI mengandung tiga elemen yaitu *Hue* (corak), *Saturation* (kejenuhan), dan *Intensity* (intensitas). Corak adalah warna yang dominan, misalnya merah, hijau, ungu dan kuning pada sebuah area. Kejenuhan berkaitan dengan *colorfulness* pada sebuah area, misalnya gradasi warna merah, dan intensitas berkaitan dengan luminans, yaitu kecerahan (terang-gelap).



Gambar 2.3 Ruang warna HSI

TABEL 2.2 TABEL RUANG WARNA HSI

	Normal Range	White	Yellow	Cyan	Green	Magenta	Red	Blue	Black
H	0° - 360°	-	60°	180°	120°	300°	0°	240°	-
S	0 - 1	0	1	1	1	1	1	1	0
I	0 - 1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0

3. YCbCr

Model warna ini dikembangkan untuk mengantisipasi perkembangan informasi berbasis video, sehingga model ini banyak digunakan pada video digital. Secara umum dapat dikatakan bahwa model warna ini merupakan bagian dari ruang warna transmisi video dan televisi. Model warna YCbCr memisahkan nilai RGB menjadi informasi luminans

dan krominans yang berguna untuk aplikasi kompresi citra.

2.2 Segmentasi Warna Kulit

Langkah pertama dalam algoritma deteksi wajah ialah dengan menggunakan segmentasi kulit untuk membuang sebanyak mungkin citra yang diindikasikan sebagai wilayah bukan wajah. Segmentasi warna kulit ini dilakukan dengan mengubah citra RGB ke ruang YCbCr. Ruang YCbCr akan memisahkan citra ke dalam komponen luminansi dan komponen warna.

Perlu diingat bahwa daerah yang terdeteksi sebagai warna kulit tidak selalu merupakan kulit. Hanya perlu untuk diketahui bahwa daerah tersebut mungkin mempunyai warna yang serupa dengan warna kulit. Hal yang perlu diperhatikan dalam segmentasi kulit ialah bahwa wilayah yang tidak mempunyai warna menyerupai warna kulit akan diabaikan dalam proses penentuan wajah.

$$Y = 0,257 * R + 0,504 * G + 0,098 * B + 16 \quad (i)$$

$$Cb = 0,148 * R - 0,291 * G + 0,439 * B + 128 \quad (ii)$$

$$Cr = 0,439 * R - 0,368 * G - 0,071 * B + 128 \quad (iii)$$

Nilai Cr dan Cb pada masing-masing contoh kulit akan didapat dari persamaan di atas. Kemudian menghitung nilai rata-rata dari seluruh nilai Cr dan Cb dari contoh kulit. Nilai rata-rata ini akan digunakan sebagai acuan perhitungan jarak *Euclidean* antara nilai Cr dan Cb pada citra input dengan nilai Cr dan Cb pada rata-rata contoh kulit.

2.3 Flood Fill

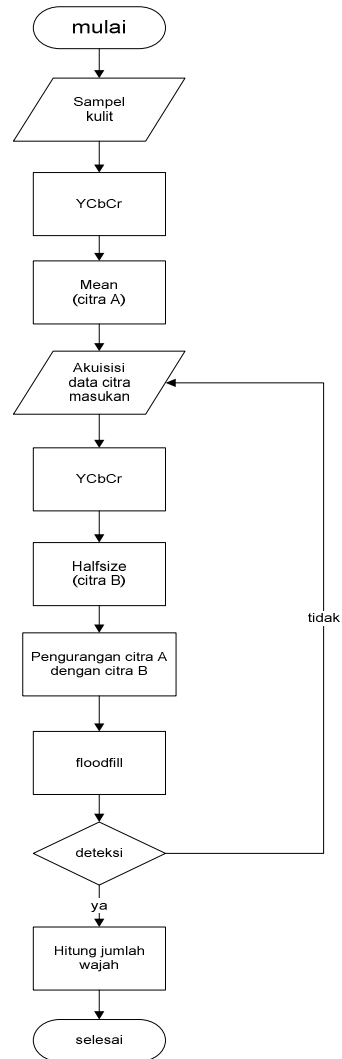
Algoritma *floodfill* memiliki tiga buah parameter yaitu titik awal, warna target, dan warna yang digunakan untuk mengganti warna target. Algoritma akan mencari di semua titik yang terhubung dengan titik awal yang sesuai dengan warna target dan mengubah warna tersebut menjadi warna yang telah ditentukan sebelumnya. Algoritma ini dapat ditingkatkan lagi efektifitasnya dengan menggunakan algoritma *scanline fill*.

1. Menentukan warna yang akan dicari.
2. Menentukan warna yang digunakan untuk mengganti warna target.
3. Melakukan *scan* pada koordinat awal, dimulai dari kolom pertama-baris pertama hingga kolom pertama - baris terakhir baru kemudian dilanjutkan ke kolom selanjutnya.
4. Bila ditemukan warna yang dicari, ganti warna pada piksel tersebut dengan warna yang telah ditentukan.

5. Menggeser titik koordinat ke piksel tetangga, satu piksel ke atas, satu piksel ke kanan, satu piksel ke kiri, dan satu piksel ke bawah.
6. Mengulangi perintah pada poin empat dan lima hingga tidak ditemukan lagi warna target pada piksel yang berdekatan.
7. Setelah proses *floodfill* untuk sebuah objek berhenti, proses *scan* dilanjutkan. Koordinat titik dimulai dari koordinat yang sama pada saat warna target tadi ditemukan.

III. PERANCANGAN SISTEM DAN PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang dibuat bertujuan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah wajah dalam suatu citra berwarna. Algoritma perangkat lunak ini adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan perangkat lunak

Pembuatan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0 karena bahasa pemrograman ini telah didukung oleh komponen-komponen objek yang cukup lengkap untuk membangun aplikasi antarmuka visual.

Proses pendeteksian dan perhitungan jumlah wajah ini dimulai dengan menjalankan proses *floodfill*. Dari proses *floodfill* ini dapat diketahui luasan dan ukuran panjang dan lebar bingkai yang akan ditampilkan pada kolom informasi, sehingga dapat dilakukan analisis dan diberikan suatu ambang pada parameter-parameter tertentu untuk melakukan deteksi bahwa bidang tersebut merupakan wajah atau bukan. Parameter-parameter tersebut antara lain ukuran luas bidang terhadap citra secara keseluruhan, ukuran luas bidang terhadap bingkai, dan perbandingan panjang \times lebar bidang.

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Penentuan Parameter

4.1.1 Pemilihan Citra yang Memenuhi Syarat

Tidak semua citra yang diambil dapat digunakan dalam percobaan ini. Beberapa alasan citra tersebut tidak dapat digunakan antara lain :

- Komposisi warna pada wajah yang tidak sesuai
Kondisi wajah yang terkena sinar matahari langsung atau terlalu gelap akan membuat sensor kamera salah dalam menterjemahkan warna.
- Adanya benda yang menghalangi wajah
Keberadaan benda yang menghalangi wajah akan mengubah bentuk wajah
- Adanya bagian kulit lain yang menempel atau menghalangi wajah
Bagian kulit lain yang menempel pada wajah akan dianggap sebagai satu kesatuan dari wajah oleh program.
- Pengambilan yang terlalu jauh
Proses pengambilan citra yang terlalu jauh akan mengakibatkan ukuran wajah yang terlalu kecil

4.1.2 Pemilihan Citra untuk Contoh Kulit

Citra yang digunakan untuk contoh kulit adalah citra biasa yang diambil bagian kulit wajahnya. Bidang wajah yang diambil adalah bidang yang memiliki area cukup luas dan komposisi warna merata, biasanya area yang memiliki kriteria ini berada di sekitar pipi atau dahi.

Citra dalam contoh kulit ini dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu kulit terang, kulit sedang, dan kulit pucat. Pengelompokan ini dilakukan berdasar data hasil uji coba.

Secara umum, nilai Cr untuk kulit berada pada kisaran 129 hingga 174, sedangkan kisaran nilai untuk Cb sekitar 99 hingga 128. Semakin pucat warna kulit maka perbedaan nilai antara nilai Cr dan Cb tidak terlalu jauh. Demikian juga sebaliknya, untuk kategori kulit terang pastilah akan memiliki perbedaan nilai Cr dan Cb yang jauh.

4.1.3 Penentuan Parameter Batas

Parameter yang digunakan untuk membedakan untuk masing-masing pengujian terdapat pada parameter ukuran objek. Sedangkan untuk kedua parameter lainnya mengingat karakteristik keduanya yang tidak jauh berbeda. Semakin banyak jumlah wajah tentu memerlukan nilai parameter yang berbeda pula.

TABEL 4.1 NILAI UNTUK MASING-MASING PARAMETER

Pengujian	Parameter	Minimal	Maksimal
Citra <i>Close Up</i>	Ukuran objek	10	31
	Ukuran objek terhadap bingkai	46	80
	Rasio w/h	45	114
Citra dengan Satu atau Dua wajah	Ukuran objek	0,5	28
	Ukuran objek terhadap bingkai	46	80
	Rasio w/h	45	114
Citra dengan Tiga Wajah atau Lebih	Ukuran objek	0,3	11
	Ukuran objek terhadap bingkai	46	80
	Rasio w/h	45	114

4.2 Pengujian Program

Program akan diuji dengan membagi data pengujian menjadi tiga bagian yaitu citra *close up*, citra dengan satu atau dua wajah, dan citra dengan tiga wajah atau lebih. Pemilihan contoh kulit dilakukan secara manual dengan pengamatan langsung. Untuk batas *threshold* kulit dipilih secara manual juga, dipilih berdasarkan perolehan terbaik dengan nilai paling kecil yang dapat menampilkan wilayah wajah semaksimal mungkin dan wilayah lain seminimal mungkin.

A. Pengujian Citra *Close Up* pada Citra 3.jpg

Gambar 4.1 menunjukkan citra 3.jpg yang dapat terdeteksi wilayah wajahnya dan terhitung dengan satu jumlah wajah. Citra 3.jpg disegmentasi dengan contoh kulit terang yang memiliki nilai rata-rata Cr 161 dan nilai Cb 105. Ambang yang dipilih untuk memberikan batas toleransi kulit adalah 14. Pemberian nilai batas toleransi kulit yang lebih tinggi lagi tidak akan memberikan perubahan yang signifikan. Sedangkan bila batas toleransi kulit yang diberikan berada pada satu poin dibawahnya (12), memang wilayah wajahnya masih dapat terdeteksi, namun masih banyak area yang tidak tercakup.



Gambar 4.1 Hasil akhir deteksi dan penghitungan jumlah wajah citra 3.jpg

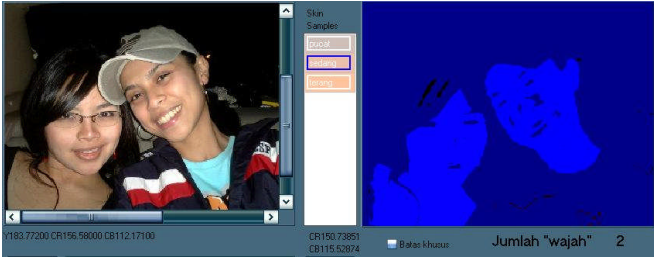
Pada sebuah foto close up, posisi wajah menghadap ke depan dan komposisi foto hanya difokuskan pada bagian wajahnya. Dengan demikian, bagian-bagian lain selain wajah akan ditampilkan secara minimal. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, foto tersebut memiliki latar belakang putih polos, posisi wajahnya menghadap ke depan dan bagian tubuh yang ditampilkan hanya sebatas leher saja. Dengan karakteristik pengambilan foto seperti ini, kesalahan dalam proses pendeteksian dapat diminimalkan. Nilai informasi pada citra 3.jpg diunjukkan pada Tabel 4.2

TABEL 4.2 INFORMASI PADA CITRA 3.JPG

Ukuran objek	27,487
Ukuran objek thd bingkai	59,368
Rasio w/h	70,833

B. Pengujian Citra dengan Satu Hingga Dua Wajah pada Citra 37.jpg

Gambar 4. 2 menunjukkan citra 37.jpg yang dapat terdeteksi wilayah wajahnya dan terhitung dengan dua jumlah wajah. Citra 37.jpg disegmentasi dengan contoh kulit sedang yang memiliki nilai rata-rata Cr 150 dan nilai Cb 115. Ambang yang dipilih untuk memberikan batas toleransi kulit adalah 12. Pemberian nilai toleransi kulit yang lebih besar lagi akan membuat salah satu wajah tidak dapat terdeteksi dengan benar.



Gambar 4.2 Hasil akhir deteksi dan penghitungan jumlah wajah citra 37.jpg

Secara keseluruhan, citra 37.jpg tidak memiliki latar belakang yang mencolok. Pengambilan foto juga

fokus hanya pada bagian wajahnya saja. Tidak terdapat objek-objek lain yang memiliki komposisi warna yang menyerupai komposisi warna kulit.

Wanita yang berada pada sebelah kiri dalam citra 37.jpg memiliki bagian leher yang terlalu lebar dan menyatu dengan bagian wajah. Hal ini akan mempengaruhi ukuran objek dan rasio w/h pada wajah. Namun demikian nilai kedua parameter tersebut masih dalam rentang ambang batas, sehingga masih dapat terdeteksi sebagai wilayah wajah.

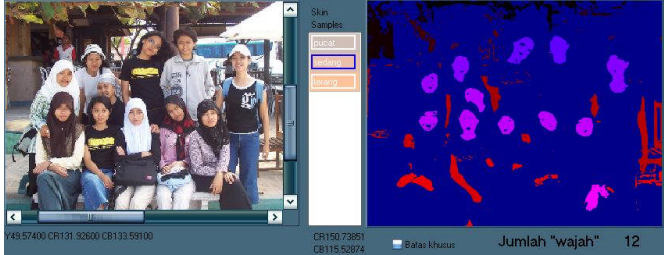
Sedangkan pada wanita yang berada pada sebelah kanan memiliki posisi wajah yang cukup miring ke kiri, ditambah bagian leher yang cukup panjang, sehingga sekilas akan membentuk posisi diagonal. Hal ini akan mempengaruhi parameter perbandingan w/h yang akan menjadi lebih kotak. Pada pemberian batas toleransi kulit yang lebih tinggi, nilai perbandingan w/h ini akan melebihi batas yang diizinkan. Nilai informasi pada citra 37.jpg ditunjukkan pada Tabel 4.3.

TABEL 4.3 INFORMASI PADA CITRA 37.JPG

	Objek 1	Objek 2
Ukuran objek	14,434	11,926
Ukuran objek thd bingkai	58,292	58,823
Rasio w/h	89,051	103,478

C. Pengujian Citra dengan Tiga Wajah atau Lebih pada Citra 16.jpg

Gambar 4.3 menunjukkan citra 16.jpg yang terdeteksi semua wilayah wajahnya, namun juga ada bagian selain wajah yang terdeteksi sebagai wajah. Citra 16.jpg disegmentasi dengan contoh kulit sedang yang memiliki nilai rata-rata Cr 150 dan nilai Cb 115. Ambang yang dipilih untuk memberikan batas toleransi kulit adalah 12.



Gambar 4.3 Hasil akhir deteksi dan penghitungan jumlah wajah citra 16.jpg

Pada citra tersebut, terdapat objek selain wajah yang terdeteksi sebagai wajah, yaitu pada objek 12. Objek tersebut adalah dua buah telapak tangan yang saling menyilang dan bertumpukan yang terdapat pada bagian kanan bawah citra, sehingga dalam informasi

ditunjukkan bahwa objek tersebut memiliki nilai-nilai untuk masing-masing parameter yang memenuhi batas yang diijinkan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Citra **16.jpg** memiliki komposisi warna yang pas, dalam hal komposisi warna wajah, komposisi warna latar belakang yang hanya terdapat sedikit bagian yang memiliki komposisi warna mirip dengan warna wajah, serta bentuk wajah itu sendiri yang dapat tersegmentasi dengan jelas, sehingga seluruh wilayah wajah pada citra **16.jpg** ini dapat terdeteksi.

Jarak pada saat pengambilan citra dilakukan cukup jauh, sehingga objek wajah terlihat sangat kecil bila dibandingkan dengan luas citra secara keseluruhan. Tampak pada Tabel 4.4 bahwa perbandingan luasnya tidak lebih dari 0,8. bahkan objek wajah terkecil memiliki perbandingan luas hampir mendekati batas minimum, yaitu 0,32.

TABEL 4.4 INFORMASI PADA CITRA **16.jpg**

	Uk Objek	Uk thd bingkai	rasio W/h
Objek 1	0,36	68,76	85,18
Objek 2	0,46	70,33	67,64
Objek 3	0,59	56,19	102,86
Objek 4	0,56	63,00	78,38
Objek 5	0,79	63,20	60,00
Objek 6	0,36	60,97	96,29
Objek 7	0,62	64,37	68,29
Objek 8	0,42	58,44	84,38
Objek 9	0,32	68,90	88,00
Objek 10	0,38	67,75	100,00
Objek 11	0,38	76,83	96,00
Objek 12	0,49	48,99	97,14

4.3 Hasil Pengujian

Dari 19 data citra *close up* yang diuji, semua citra dapat dideteksi wilayah wajahnya dan dapat terhitung dengan benar. Tingkat keberhasilan yang tinggi ini didapat karena pengambilan citra secara *close up* merupakan kondisi citra ideal. Latar belakang yang tidak beragam dan hanya fokus pada bagian wajahnya saja yang menjadikan wilayah kulit tersegmentasi hanya pada bagian wajahnya saja.

Sedangkan pada pengujian citra dengan satu dan dua wajah, dari 43 citra yang diuji terdapat 38 citra yang dapat dideteksi dan terhitung dengan benar. Kemudian lima citra lainnya terdapat objek yang salah deteksi atau bahkan tidak terdeteksi sama sekali dan mengakibatkan salah hitung. Dari angka yang didapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk citra dengan satu dan dua wajah, program memiliki prosentase tingkat keberhasilan 88,37%.

TABEL 4.5 HASIL PENGUJIAN CITRA DENGAN TIGA WAJAH ATAU LEBIH

No.	Gambar	Benar	Salah Hitung
1	1	v	
2	2		v
3	3	v	
4	4	v	
5	5	v	
6	6	v	
7	7	v	
8	8	v	
9	9		v
10	10	v	
11	11	v	
12	12	v	
13	13	v	
14	14	v	
15	15	v	
16	16		v
17	17	v	
18	18	v	
19	19		v
20	21	v	
21	22	v	
22	23	v	
23	25		v
24	26		v
25	27	v	
26	28	v	
27	29	v	
28	30	v	
29	31		v
30	35	v	
31	39		v
32	43	v	
33	60	v	
34	61	v	
35	66	v	
36	68	v	
37	69	v	
38	70	v	
39	71	v	
40	74	v	
	Total	32	8
	Persentase	80 %	

Berdasarkan Tabel 4.5, dari 40 citra yang diuji terdapat 32 citra yang dapat dideteksi dan terhitung dengan benar. Kemudian delapan citra lainnya terdapat objek yang salah deteksi atau bahkan tidak terdeteksi sama sekali dan mengakibatkan salah hitung. Dari

angka yang didapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk citra dengan tiga wajah atau lebih, program memiliki prosentase tingkat keberhasilan 80%.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari proses yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, mulai dari perancangan hingga pengujian dan analisis sistem dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Tingkat keefektifan proses sangat tergantung pada proses segmentasi kulit, penggunaan dan pengelompokan contoh kulit yang berbeda dapat mempengaruhi hasil uji.
2. Rata-rata komposisi warna kulit dalam ruang warna YCbCr terdapat pada kisaran 129 – 174 untuk Cr dan 99 – 128 untuk nilai Cb.
3. Pada pengujian secara umum, program memiliki tingkat keberhasilan yang cukup tinggi untuk citra dengan kondisi ideal. Dalam hal ini kondisi ideal yang dimaksud adalah posisi wajah tidak terlalu miring, wilayah kulit lain yang tampak tidak terlalu banyak, tidak ada benda atau bagian tubuh lain yang menempel atau menghalangi wajah, dan komposisi warna latar belakang tidak sama dengan komposisi warna kulit.
4. Hasil pengujian untuk citra *close up* bisa dikatakan selalu berhasil. Citra *close up* sangat mendekati kondisi citra ideal karena hanya bagian wajah saja yang menjadi fokus utama.
5. Hasil pengujian pada citra dengan satu atau dua wajah memiliki persentase tingkat keberhasilan 88,37%.
6. Sedangkan untuk pengujian pada citra dengan tiga wajah atau lebih memiliki persentase tingkat keberhasilan 0%.
7. Pada kondisi pencahayaan tertentu, perubahan kondisi pencahayaan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai informasi warna kulit wajah itu sendiri.
8. Pada kondisi pencahayaan sangat kurang atau berlebih, nilai informasi warna kulit cenderung mendekati kategori warna kulit pucat karena komposisi warna kulitnya memiliki nilai Cr dan Cb yang mendekati 128. Nilai Cr dan Cb 128 merupakan citra aras keabuan dengan warna hitam pada nilai luminasi (Y) 16 dan putih pada nilai luminasi (Y) 235.

5.1 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa memperbaiki kekurangan dan kelemahan yang terdapat pada penelitian tugas akhir ini. Beberapa saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengelompokan contoh kulit yang lebih spesifik, dan pemilihan jenis kulit yang otomatis.
2. Proses deteksi dilakukan dengan metode lain, misalnya dengan pengenalan ciri wajah, *eigenface*, dan JST.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, B. dan K. Firdausy, *Teknik Pengolahan Citra Digital menggunakan Delphi*, Ardi Publishing, 2005.
- [2] Ahmad, U, *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [3] Hadi, S, *Pemanfaatan Informasi Warna Kulit sebagai Metode Pra-Pemrosesan untuk Mendukung Pendeteksian Wajah*, Laporan Teknis, Institut Teknologi Bandung, 2005.
- [4] Madcoms, *Pemrograman Borland Delphi 7.0*, ANDI, Yogyakarta, 2003.
- [5] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika Bandung, 2004.
- [6] Schalkoff, R.J., *Digital Image Processing and Computer Vision*, John Wiley & Sons Inc., 1989.
- [7] Susilo, J, *Grafika Komputer dengan Delphi*, Graha Ilmu, 2005.
- [8] ---, *Frequently Asked Question About Color*, <http://www.poynton.com/PDFs/ColorFAQ.pdf>, Oktober, 2006.
- [9] ---, *Color Spaces*, www.compression.ru/download/articles/color_space/ch03.pdf, Oktober, 2006

BIODATA MAHASISWA

Rizki Salma (L2F001638) dilahirkan di kota Semarang, pada tanggal 29 September 1983. Menempuh pendidikan di SDN Kartini IV Semarang sampai tahun 1995, SLTPN 3 Semarang sampai tahun 1998, dan SMUN 1 Semarang sampai lulus tahun 2001. Saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, dengan mengambil konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Menyetujui dan mengesahkan

Pembimbing I

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP. 132 137 933
Tanggal.....

Pembimbing II

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 132 288 515
Tanggal.....