

DETEKSI WAJAH PADA CITRA BERWARNA MENGGUNAKAN *COLOR-BASED METHOD* DAN *FEATURE-BASED METHOD*

Endi Permata

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon-Banten 42435
Email : endi_permata@yahoo.com

ABSTRAK

Abstrak– Deteksi wajah merupakan tahapan awal yang penting dalam proses pengenalan wajah. Teknik-teknik pengenalan wajah yang dilakukan selama ini banyak yang menggunakan asumsi bahwa data wajah yang tersedia memiliki ukuran yang sama dan latar belakang yang seragam. Di dunia nyata, asumsi ini tidak selalu berlaku karena wajah dapat muncul dengan berbagai ukuran dan posisi di dalam citra dan dengan latar belakang yang bervariasi. Penelitian ini menggunakan kombinasi dari metode *color-based* dan *feature-based*. Terdapat dua tahapan utama dalam penelitian ini. Pertama, segmentasi kulit pada ruang warna YCbCr. Kedua, ekstraksi fitur wajah menggunakan rasio tinggi terhadap lebarkan di data wajah, pencarian area mulut dan pencarian area mata. Hasil dari penelitian ini, dari pendeteksian pada 45 citra warna dengan *background* kompleks didapat presentase keberhasilan sebesar 66,67%.

Kata Kunci: DeteksiWajah, *Color-based Method*, *Feature-based Method*.

ABSTRACT

Face detection is an important first stage in the process of face recognition . Face recognition techniques performed during the many who use the assumption that the data is available face have the same size and uniform background . In the real world , this assumption is not always valid because the face can appear in a variety of sizes and positions in the image and with varying backgrounds . This study used a combination of methods of color - based and feature - based . There are two main stages in this study . First , segmentation of skin on YCbCr color space . Second , facial feature extraction using high ratio to widen in the face data , the search area of the mouth and the eyes of the search area . The results of this study , from the detection of the 45 color images with complex background gained 66.67 % success percentage .

Keywords: *Face Detection , Color - based Method, Feature - based Method*

1. PENDAHULUAN

Deteksi wajah merupakan tahapan awal yang penting pada proses pengenalan wajah. Pengenalan wajah untuk keadaan citra dengan *background* dan posisi pengambilan yang sama seperti keadaan citra pada kartu tanda penduduk (KTP) merupakan hal yang sudah dapat diatasi dengan baik. Tetapi pengenalan wajah yang berasal dari citra dengan *background* kompleks memerlukan pencarian area wajah terlebih dahulu, untuk kemudian dijadikan sebagai *region of interest* pada proses pengenalan wajah. Hal ini berarti, deteksi wajah yang tepat sangat diperlukan sebagai bagian dari proses pengenalan wajah pada citra dengan *background* yang kompleks.

Untuk mengatasi permasalahan deteksi wajah pada keadaan *background* yang kompleks. Diperlukan pemisahan fokus antara *background* dan objek wajah. Segmentasi kulit merupakan salah satu cara untuk mencari fokus terhadap objek yang akan dideteksi yaitu wajah. Proses segmentasi area kulit dapat dilakukan dengan menggunakan acuan warna. Salah satu metode untuk melakukan segmentasi kulit berdasarkan acuan warna adalah *color-based method*. Setelah objek tersegmentasi, selanjutnya dapat dilakukan proses verifikasi terhadap area tersegmentasi tersebut untuk memastikan bahwa objek tersebut merupakan wajah atau bukan.

Penelitian sebelumnya menggunakan metode *template matching* untuk memastikan area kulit yang tersegmentasi merupakan wajah atau bukan [6]. Penggunaan metode ini membuat sistem hanya mampu melakukan deteksi wajah dengan baik jika skala kandidat wajah (objek tersegmentasi) pada citra uji sama dengan skala *template* yang disediakan [1]. Hal ini kurang efektif untuk mengatasi citra yang memiliki ukuran wajah berbeda-beda pada citra uji satu dan citra uji lainnya. Untuk mengatasi hal itu, diperlukan suatu metode yang mampu melakukan verifikasi kandidat wajah berdasarkan ciri atau fitur yang dimiliki oleh wajah.

Feature based method merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Penentuan suatu kandidat wajah merupakan wajah atau bukan wajah dapat dilakukan dengan mengekstraksi fitur-fitur wajah. Adapun fitur wajah yang akan disertakan pada penelitian ini yaitu rasio tinggi dan lebar kandidat wajah, keberadaan mata dan keberadaan mulut [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deteksi Wajah

Deteksi wajah dapat dipandang sebagai masalah klasifikasi pola dimana inputnya adalah citra masukan dan akan ditentukan output yang berupa label kelas dari citra tersebut. Dalam hal ini terdapat dua label kelas, yaitu wajah dan non-wajah.

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan:

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar, sehingga dapat lebih mudah diinterpretasi oleh mata manusia.
2. Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.

Bidang aplikasi kedua sangat erat hubungannya dengan ilmu pengetahuan yang umumnya bertujuan mengenali suatu objek dengan cara mengekstrak informasi penting yang terdapat pada suatu citra.

2.3 Pengolahan Warna Pada Citra

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat didalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Nilai warna ditentukan oleh tingkat kecerahan dan kesuraman warna. Nilai ini dipengaruhi oleh penambahan putih atau pun hitam pada warna. Terdapat beberapa pemodelan warna terhadap suatu citra, diantaranya :

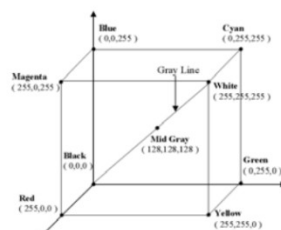
a. Citra RGB

Citra RGB merupakan citra *true color* yang terdiri dari Kombinasi warna *red* (R), *green* (G) dan *blue* (B). Ketiga warna tersebut merupakan warna pokok yang biasa disebut RGB. setiap warna pokok mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8-bit). Warna lain dapat diperoleh dengan mencampurkan ketiga warna pokok tersebut dengan perbandingan tertentu. Misal warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB: 255 255 0.

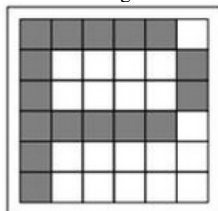
RGB merupakan ruang warna yang dapat divisualisasikan sebagai sebuah kubus seperti pada Gambar1, dengan tiga sumbunya yang mewakili komponen warna merah (R), hijau (G), biru (B). Salah satu pojok alasnya yang berlawanan menyatakan warna hitam ketika $R = G = B = 0$, sedangkan pojok atasnya yang berlawanan menyatakan warna putih ketika $R = G = B = 255$ (system warna 8 bit untuk setiap komponennya).

b. Citra Biner

Citra biner adalah citra yang hanya mempunyai dua derajat nilai keabuan, yaitu hitam dan putih. Dalam pengolahan citra digital, penggunaan citra biner memberikan waktu pemrosesan yang lebih cepat karena jumlah bit untuk setiap pikselnya lebih sedikit. Gambar 2 merupakan salah satu bentuk dari citra biner.



Gambar1 RuangWarna RGB



Gambar 2 Citra Biner

c. Citra YCbCr

YCbCr merupakan standar internasional pengkodean digital gambar televisi yang didefinisikan di CCIR *Recommendation*. Y merupakan komponen *luminance*, Cb dan Cr adalah komponen *chrominance*. Pada monitor monokrom nilai *luminance* digunakan untuk merepresentasikan warna RGB, secara psikologis ia mewakili intensitas sebuah warna RGB yang diterima oleh mata.

Chrominance merepresentasikan corak warna dan saturasi (*saturation*). Nilai komponen ini juga mengindikasikan banyaknya komponen warna biru dan merah pada warna. YCbCr (256 level) dapat diperoleh dari RGB 8 bit dengan menggunakan rumus berikut [7]:

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \quad (2)$$

$$Cb = -0.1687 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128 \quad (3)$$

$$Cr = 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128 \quad (4)$$

2.3 Low-pass Filter

Low Pass Filter (LPF) adalah proses filter yang mengambil intensitas yang halus pada citra dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi atau dibuang. LPF dilakukan untuk menghilangkan ruang derau berfrekuensi tinggi dari sebuah gambar digital. Low pass filter digunakan untuk mengurangi detail dari gambar atau justru membuat gambar menjadi lebih kabur dari sebelumnya. Filter ini akan menghilangkan atau mengurangi derau-derau berfrekuensi tinggi dari gambar menjadi frekuensi yang lebih rendah. Frekuensi tinggidarisebuah pixel dapat diperlihatkan dengan melihat tingkat ketajaman gambar dari pixel tersebut LPF digunakan pada gambar yang memiliki intensitas warna yang rendah. Karena letak noise berada di intensitas rendah, maka dilakukan pencarian pada titik-titik gambar dan kemudian akan ditandai sebagai noise. Selanjutnya titik tersebut akan diganti dengan mencari warna rata-rata di sekitar titik tersebut.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Citra Uji

Citra ujipada penelitian ini berupa citra berwarna yang diperoleh dari berbagai macam sumber dengan berbagai kondisi pencahayaan dan berbagai lokasi sebagai latar gambar. Penelitian ini menggunakan 45 citra uji berformat *.jpg dengan berbagai latar untuk keadaan di dalam ruangan dan di luar ruangan (*background* kompleks). Jumlah objek pada citra bervariasi, yaitu objek tunggal, dua orang dan tiga hingga lima orang. Posisi objek secara keseluruhan cenderung menghadap ke kamera. Jumlah citra uji berdasarkanjumlahobjek yang terdapat pada citra dapat dilihat padaTabel 1.

Tabel 1 Jumlah Citra Uji

Jumlah Objek	Jumlah Citra
1 Orang	29
2 Orang	10
3-5 Orang	6
Total	45

3.2 Pencarian Kandidat Wajah

Pencarian kandidat wajah dilakukan berdasarkan informasi warna kulit. Untuk mendapatkan kandidat wajah, dilakukan kompensasi pencahayaan pada citra uji, kemudian segmentasi area kulit, selanjutnya area kulit

tersegmentasi di-filter. Area kulit setelah difilter merupakan kandidat wajah yang terdapat pada citra uji. Alur pencarian kandidat wajah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Alur Pencarian Kandidat Wajah Menggunakan *Color-based method*

a. Kompensasi Pencahayaan

Pada proses kompensasi pencahayaan, komponen luminance (Y) citra uji diekstraksi, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata *luminance* citra.

$$Y_{avg} = \sum Y_{i,j} \quad (5)$$

Jika rata-rata *luminance* kurang dari 64 maka nilai $\tau = 1,4$, jika rata-rata *luminance* lebih dari 170 maka nilai $\tau = 0,8$, nilai $\tau = 1$ jika nilai rata-rata luminance lebih dari 64 dan kurang dari 170 ($64 < Y_{avg} < 170$). Gambar yang sudah mengalami perataan *luminance* secara matematis dapat dirinci seperti pada persamaan (9). Untuk mengurangi komputasi, proses kompensasi pencahayaan hanya dilakukan pada komponen warna R dan G[4].

$$\tau = \begin{cases} 1,4 & Y_{avg} < 64 \\ 0,8 & Y_{avg} > 170 \\ 1 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (6)$$

$$R'_{i,j} = (R_{i,j})^\tau \quad (7)$$

$$G'_{i,j} = (G_{i,j})^\tau \quad (8)$$

$$C_{i,j} = \{R'_{i,j}, G'_{i,j}, B_{i,j}\} \quad (9)$$



Gambar 4 Citra Hasil Kompensasi Pencahayaan

Untuk citra hasil kompensasi pencahayaan dengan *luminance* rata-rata kurang dari 64 ditunjukkan pada Gambar 4 bagian kiri, Citra Hasil Kompensasi Pencahayaan dengan *luminance* rata-rata antara 65-169 bagian tengah, Citra Hasil Kompensasi Pencahayaan dengan *luminance* rata-rata lebih dari 170 bagian kanan.

b. Segmentasi Kulit

Segmentasi kulit dilakukan pada komponen *chrominance red* (Cr). Penggunaan komponen Cr dan mengabaikan Cb pada pencarian area kulit bertujuan untuk mengurangi komputasi. Warna kulit pada komponen krominan merah adalah piksel yang memiliki nilai lebih dari 5 dan kurang dari 45. Hasil dari pencarian area kulit ditampilkan dalam bentuk citra biner dengan nilai matrik seperti pada persamaan (10).

$$C = \begin{cases} 0, & 5 < Cr < 45 \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (10)$$

c. Low Pass Filter

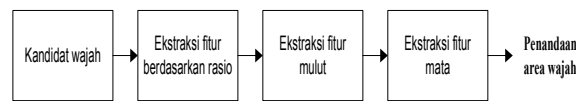
Untuk menghilangkan derau frekuensi tinggi dengan cepat, pada penelitian ini digunakan sebuah *low-pass filter* 5×5 . C dibagi kedalam blok-blok berukuran 5×5 . Dari masing-masing blok akan dilakukan perhitungan seberapa banyak daerah putih (*white point*) pada blok. Jika jumlah daerah putih lebih dari setengah total area maka seluruh area blok akan diputihkan. Tetapi jika jumlah area putih kurang dari setengah total area, maka blok tersebut akan dihitamkan.



Gambar 5 Citra HasilSegmentasi (kiri), Citra HasilSegmentasiSetelah di-filter (kanan)

3.3 Ekstraksi Fitur Wajah

Setelah didapat area-area yang merupakan kandidat wajah. Selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur pada kandidat wajah tersebut, yaitu berupa perbandingan tinggi dan lebar kandidat wajah, keberadaan mulut dan keberadaan mata. Tahap ekstraksi fitur wajah dengan hasil akhir berupa penandaan area wajah dengan kotak inspeksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 6 Ekstraksi Fitur Wajah Menggunakan *Feature-based Method*

a. Perbandingan Tinggi dan Lebar

Rasio tinggi dan lebar merupakan suatu bentuk ekstraksi terhadap fitur yang cepat dan sederhana. Ukuran blok kandidat dianggap sebagai $h \times w$. Pada penelitian ini perbandingan tinggi dan lebar ($h : w$) lebih dari 1,7 atau kurang dari 0,9. Jika kandidat wajah memiliki rasio tinggi dan lebar kurang dari 1,7 dan lebih dari 0,9 maka kandidat wajah akan dibuang. Kandidat wajah yang memenuhi rasio tinggi dan lebar tetapi memiliki nilai piksel kurang dari 20×20 juga akan ditolak. Jadi, kandidat wajah yang akan dilewatkan pada tahap selanjutnya adalah kandidat wajah dengan dengan rasio tinggi dan lebar lebih dari 1,7 atau kurang dari 0,9 dan memiliki ukuran piksel lebih dari 20×20 . Pemilihan batas minimal piksel 20×20 merupakan ambang kemampuan sistem dalam mendeteksi ukuran wajah terkecil pada citra.

b. Deteksi Mulut

Kandidat wajah yang telah melewati rasio tinggi dan lebar akan diekstraksi untuk menemukan fitur mulut. Piksel area mulut ditemukan dengan menggunakan persamaan (12). Nilai θ dihitung menggunakan persamaan (11) [4].

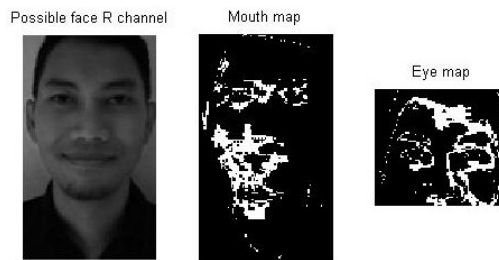
$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{0,5(2R' - G' - B)}{\sqrt{(R' - G')^2 + (R' - B)(G' - B)}} \right) \quad (11)$$

$$M_{pq} = \begin{cases} 0, & \theta < 5 \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (12)$$

c. Deteksi Mata

Pencarian fitur mata pada kandidat wajah dilakukan berdasarkan nilai *luminance*. Karena area disekitar mata lebih gelap dari bagian wajah yang lain, maka fitur mata dicari berdasarkan pada nilai *luminance* pada kandidat wajah. Piksel mata pada kandidat wajah dicari dengan menggunakan persamaan (13).

$$G = \begin{cases} 0, & 65 < Y < 80 \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (13)$$



Gambar 7 HasilEkstraksiFitur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian untuk 45 citra uji adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian

Citra	Jumlah Wajah	Aksesoris/Penghalang pada Wajah	Yavg	Jumlah Kandidat Wajah	Jumlah Kotak Inspeksi		Waktu Proses (s)
					Objek Wajah	Objek Lain	
Ada Band.jpg	4	Tidak ada	118,2652	4	3	0	2,3037
Agung.jpg	1	Tidak ada	118,7183	2	1	0	1,8399
AgungFT.jpg	1	Kacamata, Topi	133,6736	1	1	0	1,6267
Background coklat.jpg	5	Tidak ada	83,4482	2	1	0	1,8834
Deka&friends.jpg	5	Tidak ada	127,6638	6	4	0	2,7932
Depan Flash.jpg	2	Tidak ada	108,7354	4	1	1	2,3767
Desra.jpg	1	Tidak ada	154,1410	1	1	0	1,7135
Digi.jpg	1	Tidak ada	127,1267	4	1	1	2,5014
Dini.jpg	1	Tidak ada	124,3686	3	1	0	2,0649
Dwiki.jpg	1	Tidak ada	116,3137	1	1	0	1,6613
Fahmi1.jpg	1	Topi	153,8720	4	1	0	2,3267
Fahmi2.jpg	1	Tidak ada	79,0341	1	1	0	1,5865
GAC.jpg	3	Rambut poni, topi	104,1098	3	3	0	2,2369
Helm&kacamata.jpg	2	Helm, kacamata	126,7274	4	1	1	2,402
Ikhsan1.jpg	1	Tidak ada	149,4361	1	1	0	1,6624
Ikhsan2.jpg	1	Tidak ada	125,2074	1	1	0	1,8145
Indri&friend.jpg	2	Sunglasses, kacamata	126,1878	3	2	0	2,0387
Indri&mami.jpg	2	Sunglasses	105,0390	3	1	0	2,0143
Indri1.jpg	1	Sunglasses	163,2422	2	1	0	1,8602
Indri2.jpg	1	Sunglasses	113,1147	2	1	1	1,8893
Indri3.jpg	1	Tidak ada	122,9476	1	1	0	1,6484
Indri4.jpg	1	Rambut poni	139,5971	2	1	0	1,8716
Jackie Chan.jpg	1	Penutup kepala	110,3238	3	1	0	2,0374
Kantor.jpg	2	Kacamata	125,7507	4	1	0	2,2878
Korea.jpg	1	Tidak ada	72,3533	2	1	1	1,9869
Kulit Hitam.jpg	1	Tidak ada	166,3775	3	1	0	2,0757
kulit nempel.jpeg	3	Tidak ada	117,6734	3	2	0	2,1299
Kumis.jpg	1	Kumis	112,6593	1	1	0	1,6795
Luminance Rendah.jpg	1	Tidak ada	32,7000	1	1	0	1,7426
Luminance tinggi.jpg	1	Tidak ada	177,3652	1	0	0	1,6662
Mom&Kid.jpg	2	Topi	99,6236	2	2	0	1,885
Putri.jpg	1	Tidak ada	127,0174	1	1	0	1,6509
Rambut Pirang.jpg	1	Tidak ada	71,0859	1	1	0	1,6172
Reza indoor.jpg	1	Kacamata	121,3946	4	1	0	2,3856
Reza&man.jpg	2	Kacamata, Topi	146,9594	3	2	0	2,0727
Sundari&Putri.jpg	2	Tidak ada	127,9505	2	1	1	1,8878
Susi.jpg	1	Tidak ada	140,1043	2	1	0	1,8967
Tosy&friend.jpg	2	Tidak ada	121,5660	1	1	0	1,6166
Triwi.jpg	1	Tidak ada	111,3414	1	1	0	1,6697
Vicky.jpg	1	Kacamata	129,6127	1	1	0	1,6125
Welly&Aisah.jpg	2	Kacamata	119,0182	2	2	0	1,9002
Welly1.jpg	1	Bola mata tidak terlihat	127,3516	3	1	0	2,0778
Welly2.jpg	1	Tidak ada	157,7907	1	1	0	1,731
Wisuda.jpg	5	Topi, helm, kacamata	119,3406	5	3	0	2,5576
Zara.jpg	1	Tidak ada	147,5277	1	1	0	1,6787

Berdasarkan Tabel 2, dari 45 citra yang digunakan untuk dideteksi, terdapat pendeteksian wajah dengan tingkat keberhasilan deteksi 100% sejumlah 30 citra. Sehingga presentase keberhasilan dari pendeteksian wajah pada citra berwarna ini dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% \text{ Keberhasilan} &= \frac{\sum NT}{\sum Ns} \times 100\% = \frac{30}{45} \times 100\% \\ &= 66,67\% \end{aligned}$$

Dimana, $\sum NT$ = jumlah citra dengan tingkat keberhasilan deteksi 100%
 $\sum Ns$ = jumlah citra keseluruhan

Untuk tingkat keberhasilan pendeteksian berdasarkan jumlah objek yang terdapat pada citra, dapat dilihat bahwa pendeteksian dapat dilakukan dengan baik pada citra dengan jumlah objek 1 orang. Semakin banyak jumlah objek pada citra, maka semakin menurun kemampuan deteksi. Waktu proses yang dibutuhkan untuk mendeteksi wajah tidak tergantung pada jumlah objek wajah pada citra. Tetapi waktu proses dipengaruhi oleh jumlah kandidat wajah yang didapatkan dari citra yang diujikan. Untuk citra dengan jumlah 1 hingga 2 kandidat diperlukan waktu proses kurang dari 2 detik. Sementara untuk citra dengan jumlah kandidat 3 hingga 6 diperlukan waktu proses 2-3 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dirangkum dalam bentuk simpulan sebagai berikut:

1. Pendeteksi wajah menggunakan *color-based method* dan *feature-based method* telah dibangun dan mampu melakukan pendeteksian wajah serta menampilkan citra hasil deteksi dengan kotak inspeksi pada area wajah. Informasi lain yang didapat setelah proses deteksi adalah jumlah wajah yang terdeteksi, koordinat area wajah pada citra warna yang diujikan dan waktu proses.
2. Presentase keberhasilan algoritma yang digunakan pada *color-based method* dan *feature-based method* dalam penelitian ini adalah 66,67%.
3. Deteksi dapat dilakukan pada objek dengan keadaan mulut terbuka dan mata tertutup. Penggunaan aksesoris atau penghalang bagian kulit di area wajah seperti rambut poni, topi, peci, kacamata minus, *sunglasses*, kumis, jenggot dan helm tidak mempengaruhi kemampuan deteksi. Program dapat melakukan pendeteksian dengan baik.

5.2 Saran

1. Penambahan fitur untuk pendeteksian agar sistem dapat mendeteksi wajah hingga posisi wajah tampak samping atau posisi kamera dari atas untuk aplikasi realtime.
2. Untuk aplikasi praktis seperti video *surveillance* atau untuk tujuan keamanan, dapat dilakukan penambahan kemampuan sistem agar dapat mengidentifikasi objek. Contoh aplikasi lain yang dimungkinkan untuk dikembangkan dari penelitian ini yaitu kendali otomatis pada pendingin ruangan. Jika sebelumnya pendingin ruangan menggunakan sensor suhu sebagai referensi dalam mengatur suhu pada sebuah ruangan, penelitian selanjutnya yang disarankan adalah pendingin ruangan dapat mengatur suhu ruangan secara otomatis berdasarkan jumlah objek (manusia) yang beraktivitas pada ruangan tersebut dengan kamera sebagai referensi (sensor).

DAFTAR PUSTAKA

Rijal, Yusron., Ariefianto, Riza Dhian. *Deteksi Wajah Berbasis Segmentasi Model Warna Menggunakan Template Matching pada Objek Bergerak*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008). 2008. ISSN: 1907-5022.

Hsu, Rein-Lien., Abdel-Mottaleb, Mohamed., Jain, Anil .K. *Face Detection in Color Images*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5, pp. 696–706, May 2002. Tersedia dari : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.7870&rep=rep1&type=pdf> [URL dikunjungi pada 8 Januari 2014]

Singh, Sanjay .Kr., et all. *A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm*. Tamkang Journal of Science and Engineering, Vol. 6, No. 4, pp. 227-234 (2003). Tersedia dari : <http://www.csee.wvu.edu/~richas/papers/tkjse.pdf> [URL dikunjungi pada 8 Januari 2014]

Pai, Yu-Ting., et al. *A Simple and Accurate Color Face Detection Algorithm in Complex Background*. IEEE Journal. 2006. Tersedia dari : <http://www.sciweavers.org/publications/simple-and-accurate-color-face-detection-algorithm-complex-background> [URL dikunjungi pada 14 Juli 2013]

Araki, Yuichi., Shimada, Nobutaka., Shirai, Yoshiaki. *Detection of Faces of Various Directions in Complex Backgrounds*. In 16th International Conference on Pattern Recognition, 2002. Proceedings, Object 2002, vol. 1, pp. 409–412. Tersedia dari : <http://www.i.ci.ritsumei.ac.jp/~shimada/papers/icpr02-araki.pdf> [URL dikunjungi pada 3 Januari 2014]

Kurniawan, Dhody., Hidayanto, Achmad. Istanto,R.Rizal., *Penentuan Wilayah Wajah Manusia Pada Citra Berwarna Berdasarkan Warna Kulit Dengan Metode Template Matching*, Universitas Diponegoro, Semarang.

Putra, Darma., *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010.

Wijaya,Marvin Ch., Prijono Agus, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLab Image Processing Toolbox*, Informatika,Bandung, 2007.

Prasetyo, Eko., *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan MatLab*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2011

