

APLIKASI ABSENSI KULIAH BERBASIS IDENTIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN METODE GABOR WAVELET

Agus Kurniawan, Akuwan Saleh, Nana Ramadijanti

Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

e-mail : mazaguz25@gmail.com

Abstrak

Pengenalan wajah merupakan bidang penelitian yang penting dewasa ini. Penerapan pengenalan wajah pada tugas akhir ini untuk absensi perkuliahan. Masalah yang muncul akibat penggunaan smart card di PENS-ITS adalah penitipan smart card sehingga terjadi kecurangan absensi, penerapan absensi kuliah menggunakan wajah bisa menjadi solusinya.

Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk menghasilkan sistem absensi kuliah yang dapat mencatat kehadiran mahasiswa secara mutlak, efektif dan efisien sehingga mengurangi tingkat kecurangan dalam daftar kehadiran, karena mahasiswa yang bersangkutan harus datang ke tempat belajar-mengajar secara langsung.

Hasil dari paper ini bahwa metode Gabor Wavelet dapat bekerja dengan baik dengan hasil pengujian pose frontal memiliki persentase pengenalan benar 97%, pengujian dengan jarak ± 30 cm persentase pengenalan benar 92% dan pengujian dengan intensitas cahaya persentase pengenalan benar 99% dan pengujian dengan foto cetak persentase pengenalan benar 9%.

Kata kunci :Image Processing, Gabor Wavelet, Pengenalan Wajah

1. PENDAHULUAN

Pelacakan dan pengenalan wajah manusia merupakan salah satu bidang penelitian yang penting, dan dewasa ini banyak aplikasi yang dapat menerapkannya, baik dibidang komersial maupun bidang penegakan hukum. Teknik pengenalan wajah pada saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat berarti. Melalui pengembangan salah satu teknik pengenalan wajah menggunakan Gabor Wavelet (Gabor Filter) komputer dapat melakukan tugas pengenalan wajah, terutama tugas-tugas yang membutuhkan pencarian pada database wajah yang besar.

Pada tugas akhir ini pengenalan wajah akan diimplementasikan sebagai aplikasi absensi kuliah berbasis identifikasi wajah. Dengan dibuatnya aplikasi ini diharapkan sistem absensi perkuliahan

menjadi efisien, efektif dan terhindar dari kecurangan dalam pencatatan absensi perkuliahan.

Metode pengenalan wajah yang digunakan pada proyek akhir ini adalah metode Gabor Wavelet, tujuan digunakannya metode Gabor Wavelet adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra wajah yang telah dikonvolusi terhadap kernel.

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Pengolahan Citra (Image Processing)

Pengolahan citra merupakan sebuah bentuk pemrosesan sebuah citra atau gambar dengan cara memproses numerik dari gambar tersebut, dalam hal ini yang diproses adalah masing-masing pixel atau titik dari gambar tersebut. Bentuk umum dari image filtering hampir serupa dengan image processing. Salah satu teknik pemrosesan citra ini memanfaatkan komputer sebagai peranti untuk memproses masing-masing pixel dari sebuah gambar. Oleh karena itulah muncul istilah pemrosesan citra secara digital atau digital image processing.

2.1.1 Grayscale (Derajat Keabuan)

Proses awal yang banyak dilakukan dalam Image Processing adalah mengubah citra berwarna menjadi citra gray-scale, hal ini digunakan untuk menyederhanakan model citra. Seperti telah dijelaskan di depan, citra berwarna terdiri dari 3 layer matrik yaitu R-layer, G-layer dan B-layer. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matrik gray-scale dan hasilnya adalah citra gray-scale. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan.

2.1.2 KONVOLUSI

Konvolusi adalah perkalian total dari dua buah fungsi f dan h yang didefinisikan dengan:

$$f * h = \int_0^T f(t)h(T-t)dt \quad (1)$$

Filter pada citra pada bidang spasial dapat dilakukan dengan menggunakan konvolusi dari citra (I) dan fungsi filternya (H), dan dituliskan dengan:

Dan dirumuskan dengan:

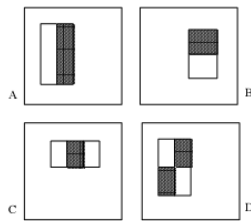
$$I(x, y) = \sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m h(i, j)I(x+i, y+j) \quad (2)$$

dimana:

m,n adalah ukuran dari fungsi filter dalam matrik

2.2 Pendeteksian Wajah dengan Metode Viola-Jones

Proses pendeteksian adanya citra wajah dalam gambar dengan detektor wajah OpenCV, menggunakan sebuah metoda yang dipublikasikan oleh Paul Viola dan Michael Jones tahun 2001. Umumnya disebut metoda Viola-Jones. Pendekatan untuk mendeteksi objek dalam gambar menggabungkan empat konsep utama :



Gambar 1. contoh gambar fitur pada OpenCv

- Fitur segi empat sederhana yang disebut fitur Haar.
- Integral image untuk pendeteksian fitur secara cepat.
- Metoda machine learning AdaBoost.
- Klasifier bertingkat untuk menghubungkan banyak fitur secara efisien.

Fitur yang digunakan oleh Viola dan Jones didasarkan pada *Wavelet Haar*. *Wavelet Haar* adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Kombinasi-kombinasi yang digunakan untuk pendeteksian objek visual tidak terlalu menyerupai *Wavelet Haar* yang sebenarnya. Walaupun demikian, kombinasi-kombinasi segiempat itu cocok untuk tugas-tugas pengenalan visual yang lebih baik. Oleh karena itu fitur ini disebut *fitur Haar*, atau *fitur Haarlike*, bukan *Wavelet Haar*. Gambar 1 menunjukkan fitur yang digunakan dalam *OpenCV*.

2.3 Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah suatu proses untuk meratakan histogram agar derajat keabuan

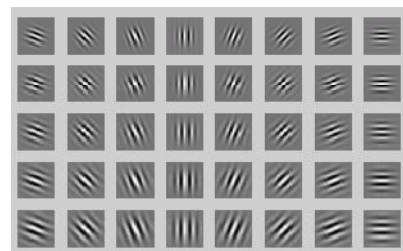
dari yang paling rendah (0) sampai dengan yang paling tinggi (255) mempunyai kemunculan yang rata. Dengan histogram equalization hasil gambar yang memiliki histogram yang tidak merata atau distribusi kumulatif yang banyak loncatan gradiasinya akan menjadi gambar yang lebih jelas karena derajat keabuannya tidak dominan gelap atau dominan terang. Proses histogram equalization ini menggunakan distribusi kumulatif, karena dalam proses ini dilakukan perataan gradient dari distribusi kumulatifnya.

2.4 Filter Gabor

Metode pengenalan obyek dapat didefinisikan sebagai proses penentuan identifikasi obyek berdasarkan *database* citra yang ada. Pada tugas akhir ini digunakan pendekatan algoritma *Gabor Wavelet*. Tujuan digunakannya *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Sebagai *filter* digunakan *Gabor Wavelet kernel 2D* yang diperoleh dengan memodulasi gelombang *sinus 2D* pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan *Gaussian envelope*.

$$G(x, y) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2}\right]\right) \cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda}\cos\theta + \frac{y}{\lambda}\sin\theta\right)\right] \quad (3)$$

Jika semua *Gabor filter* dengan variasi frekuensi (f) dan orientasi (θ) diterapkan pada satu titik tertentu (x, y), maka didapatkan banyak respon *filter* untuk titik tersebut, misal: digunakan empat frekuensi ($f = 3, 5, 7, 10$) dan delapan orientasi (θ), maka akan dihasilkan 32 respon *filter* untuk tiap titik citra yang dikonvolusikan dengan *filter* tersebut. Citra *database* dan citra yang akan dikenali dikonvolusi lebih dahulu dengan *Gabor Filter*. Konvolusi tersebut akan menghasilkan titik-titik dengan nilai tertentu yang disebut sebagai *gabor jet response*. Titik-titik *gabor jet response* dari citra *database* dan citra yang akan dikenali dibandingkan dengan menerapkan prosedur *graph matching* pada citra yang akan dikenali, yaitu dengan memaksimalkan kemiripan *magnitude Gabor* antara *graph model* wajah yang sudah ditransformasi dengan representasi *graph* dari citra yang akan dikenali tersebut. Penerapan *graph matching* tersebut dapat didefinisikan dengan persamaan (4), dimana J adalah *gabor jet* model dari citra *database* dan J' adalah *gabor jet* model dari citra yang akan dikenali.



Gambar 2. Gabor Kernel

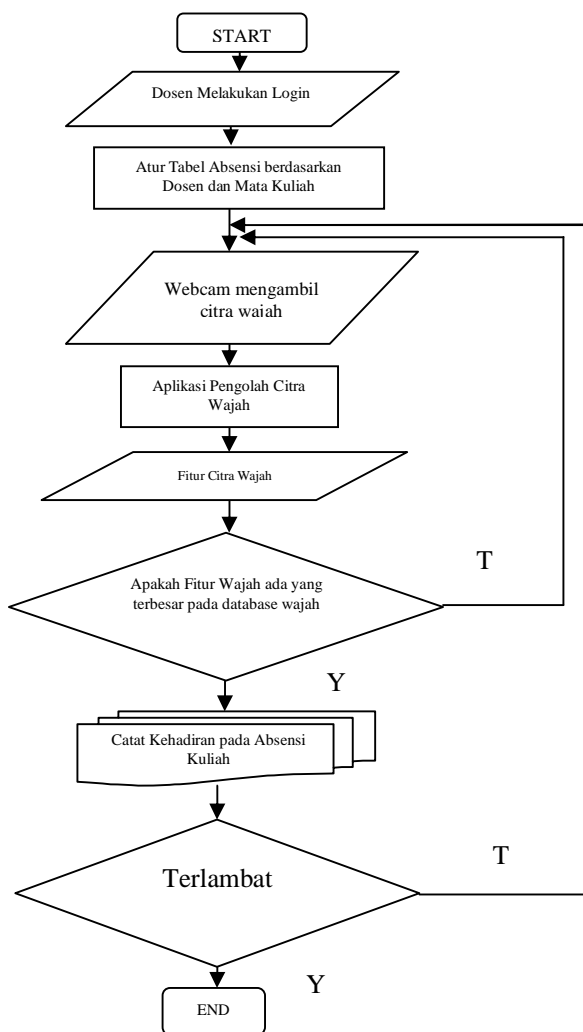
Fungsi kemiripan $S(J, J')$ didefinisikan dengan persamaan (4), dimana a_j dan a'_j masing-masing adalah titik-titik *response* dari *gabor jet* model citra *database* dan citra yang akan dikenali.

$$S(J, J') = \frac{\sum_j a_j a'_j}{\sqrt{\sum_j a_j^2 \sum_j a'_j^2}} \quad (4)$$

3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1 Perencanaan Sistem

Sistem yang akan diterapkan secara keseluruhan memiliki alur seperti pada gambar 3. Algoritma dari aplikasi absensi perkuliahan berbasis identifikasi wajah sebagai berikut :



Gambar 3. Flowchart Sitem Absesnsi Kuliah

Penjelasan dari flowchart gambar 3 yaitu :

1. Dosen melakukan login.
2. Secara manual dosen harus men-*setting* beberapa pilihan, diantaranya adalah *field* nama dosen, mata kuliah, asisten dosen, toleransi keterlambatan, dan kelas yang akan diajar.

3. *Webcam* melakukan pengambilan citra wajah mahasiswa.
4. Aplikasi pengolah citra wajah akan memfilter citra wajah dengan metode *Gabor Wavelet*. Sehingga akan dihasilkan nilai fitur wajah individu yang di-*capture*.
5. Nilai fitur wajah akan dicocokkan dengan *database* citra wajah, dari hasil penghitungan nilai kemiripan jika ada kemiripan dengan nilai terbesar diantara *query* citra wajah pada *database* citra maka mahasiswa yang dikenali mirip dengan salah satu mahasiswa dengan kemiripan terbesar. Mahasiswa yang telah dikenali tadi akan dicatat pada absensi daftar kehadiran berdasarkan identitas yang dikenali oleh aplikasi pengolah citra. Jika tidak lakukan *looping* untuk pengambilan citra wajah kembali.
6. Apakah waktu untuk melakukan absen masih berada dalam batas toleransi waktu keterlambatan, jika iya lakukan *looping* untuk pengambilan citra wajah. Jika tidak maka nonaktifkan *webcam* dan hentikan program aplikasi.

3.2 Pembuatan Aplikasi Absensi Kuliah

3.2.1 Pengaktifan Webcam

Tahap awal yang akan dilakukan oleh program adalah mengaktifkan webcam yang terintegrasi pada komputer, dalam hal ini masih digunakan *webcam internal* dari *netbook* dengan ukuran 640x480 pixel. Ukuran ini dipilih karena merupakan ukuran *standard* dalam pengambilan citra supaya nantinya proses pencarian wajah menjadi lebih cepat karena resolusi yang digunakan tidak terlalu besar.

3.2.2 Pencarian Lokasi Wajah pada Citra

OpenCV ialah open source library computer vision, yang memudahkan pemrograman deteksi wajah, *face tracking*, *face recognition*, *kalman filtering* dan berbagai metode *artificial intelligent*. OpenCV menggunakan sebuah tipe face detector yang disebut *Haar Cascade classifier*. *face detector* berhasil bekerja pada sebuah gambar. Jika ada sebuah image (biasa dari *file /live video*), *face detector* menguji tiap lokasi *image* dan mengklasifikasinya sebagai *wajah* atau *bukan wajah*.

3.2.3 Cropping Area Wajah

Setelah ditemukan area yang mengandung wajah pada citra hasil *capture webcam*, langkah berikutnya adalah melakukan pemotongan pada area wajah saja. Hal ini bertujuan untuk menghemat waktu komputasi dalam pemrosesan tahap berikutnya. Dalam openCV terdapat suatu fungsi *cvSetImageROI* yang digunakan untuk memotong daerah yang diinginkan. *Region Of*

Interest (ROI) pada openCV adalah sebuah area persegi dalam suatu gambar, untuk membagi suatu objek berdasarkan segmen yang dikehendaki untuk pemrosesan selanjutnya.

3.2.4 *Resize Area Wajah Hasil Cropping*

Setelah didapatkan area wajah lalu disimpan dalam format .JPG langkah berikutnya adalah mengubah ukuran gambar hasil *cropping* tersebut menjadi ukuran yang sama. Pada saat memotong area wajah akan dihasilkan ukuran yang berbeda karena jarak mahasiswa terhadap kamera tidak selalu tetap. *Resize* ini bertujuan untuk mendapatkan ukuran yang sama dengan *database* citra wajah sehingga memudahkan proses pengenalan. Gambar yang mengandung wajah ini akan di-*resize* ke dalam ukuran 100x100 pixel.

3.2.5 *Filter Gabor*

Metode pengenalan obyek dapat didefinisikan sebagai proses penentuan identifikasi obyek berdasarkan *database* citra yang ada. Pada tugas akhir ini digunakan pendekatan algoritma *Gabor Wavelet*. Tujuan digunakannya *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Sebagai *filter* digunakan *Gabor Wavelet kernel 2D* yang diperoleh dengan memodulasi gelombang *sinus 2D* pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan *Gaussian envelope*.

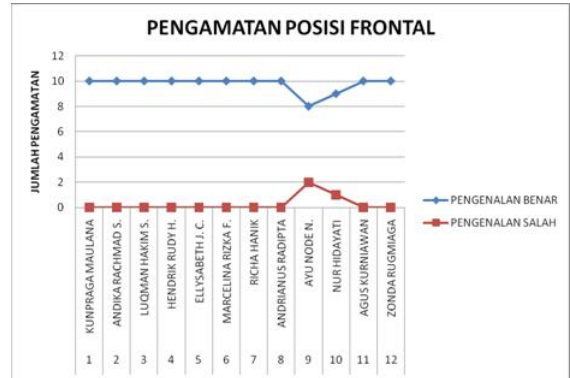
3.2.6 *Penghitungan Nilai Similarity*

Pada langkah ini akan dicari nilai kemiripan dari citra video yang akan dijadikan input program untuk dikenali berdasarkan nilai fitur yang diketahui. Konvolusi tersebut akan menghasilkan titik-titik dengan nilai tertentu yang disebut sebagai *gabor jet response*. Titik-titik *gabor jet response* dari citra *database* dan citra yang akan dikenali dibandingkan dengan menerapkan prosedur *graph matching similarity*, yaitu dengan memaksimalkan kemiripan *magnitude Gabor* antara *graph model* wajah citra video dengan citra pada *database*.

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

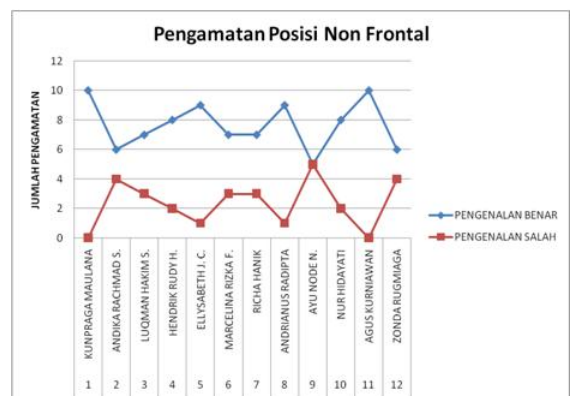
4.1 *Pengujian Berdasarkan Pose Wajah*

Persentase keberhasilan pengenalan untuk wajah dengan posisi frontal dengan total pengamatan sebanyak 120 kali dari 12 mahasiswa dengan pengamatan tiap mahasiswa sebanyak 10 kali, untuk total pengenalan wajah benar sebanyak 117 kali dan untuk total pengenalan wajah salah sebanyak 3 kali. Maka persentase keberhasilan pengenalan benar sebesar 97 % dan kegagalan dalam proses pengenalan sebanyak 3 %.



Gambar 4. Grafik Pengamatan Posisi Frontal

Persentase keberhasilan pengenalan untuk wajah dengan posisi non frontal dengan total pengamatan sebanyak 120 kali dari 12 mahasiswa dengan pengamatan tiap mahasiswa sebanyak 10 kali, untuk total pengenalan wajah benar sebanyak 92 kali dan untuk total pengenalan wajah namun salah sebanyak 28 kali. Secara persentase keberhasilan pengenalan benar sebesar 77 % dan kegagalan dalam proses pengenalan sebanyak 23 %.



Gambar 5. Grafik Pengamatan Posisi Non Frontal

Pose frontal atau posisi wajah tegak lurus terhadap letak kamera cenderung memiliki pola atau tekstur yang sama antara citra wajah saat dilakukan pengambilan gambar untuk input *database* dengan pose wajah saat *webcam* melakukan pengambilan citra mahasiswa secara langsung. Pada posisi frontal tidak terdapat rotasi maupun pergeseran sudut citra wajah yang menyebabkan tingkat pengenalan salah menjadi kecil. Sedangkan posisi non-frontal cenderung terdapat perbedaan sudut yang mengakibatkan salah pengenalan menjadi besar.

4.2 *Pengujian berdasarkan jarak wajah terhadap kamera.*

Tingkat keberhasilan pengenalan wajah dengan variabel jarak ± 30 cm menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, persentase pengenalan benar nilainya sangat tinggi yaitu sekitar 92% sedangkan pengenalan salah nilainya cukup rendah

yaitu 8%. Pengujian dilakukan dengan 12 mahasiswa dan tiap mahasiswa dilakukan pengamatan sebanyak 10 kali.



Gambar 6 Grafik Pengamatan Pada Jarak ± 30 cm

Tingkat keberhasilan pengenalan wajah dengan variabel jarak > 30 cm menunjukkan hasil yang kurang memuaskan, persentase pengenalan benar nilainya yaitu 86% sedangkan pengenalan salah nilainya cukup rendah yaitu 14%. Pengujian dilakukan dengan 12 mahasiswa dan tiap mahasiswa dilakukan pengamatan sebanyak 10 kali.

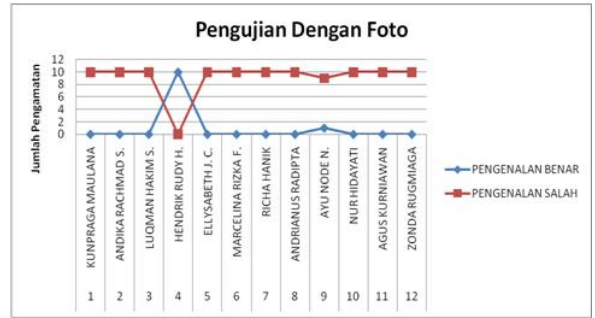


Gambar 7. Grafik Pengamatan Pada Jarak > 30 cm

Sebenarnya pengaruh jarak mahasiswa terhadap kamera dapat diatasi dengan adanya proses *resize* citra wajah, kesalahan dalam pengenalan ini diakibatkan karena intensitas cahaya pada jarak > 30 cm lebih rendah daripada jarak ± 30 cm sehingga dihasilkan pola tekstur tidak sama untuk individu yang sama.

4.3 Pengujian dengan foto cetak masing-masing mahasiswa.

Pengujian menggunakan foto dihasilkan persentase pengenalan benar sangatlah rendah yaitu 9% sedangkan persentase pengenalan salah nilainya sangat besar yaitu sekitar 91%, hal ini menunjukkan aplikasi pengenalan wajah yang dibuat dapat mengatasi input dengan menggunakan foto cetak mahasiswa.



Gambar 8. Grafik Pengujian Dengan Foto

Setelah diamati ternyata fitur tekstur foto mahasiswa berbeda dengan fitur mahasiswa yang sebenarnya, perbedaan fitur tekstur akan menghasilkan pola matrix yang berbeda pula sehingga tingkat pengenalan benar menjadi kecil.

4.4 Pengujian berdasarkan intensitas cahaya.

Pada pengujian dengan menggunakan variabel intensitas cahaya ini dari hasil pengamatan didapatkan tingkat pengenalan keberhasilan pengenalan benar mencapai 99% sedangkan pengenalan salah hanya 1%. Percobaan ini menunjukkan untuk variabel cahaya yang memiliki range nilai antara 10 - 710 lumen tingkat pengenalan benar nilainya sangat tinggi.

Tabel 1. Hasil Pengamatan dengan Variabel Cahaya

NO	TEGANGAN (VOLT)	INTENSITAS CAHAYA (LUX)	PENGENALAN		RATA-RATA KEMIRIPAN (%)
			BENAR	SALAH	
1	80	10	10	0	83,438
2	100	15	10	0	84,963
3	120	70	10	0	85,429
4	140	110	10	0	85,611
5	160	180	10	0	81,158
6	180	270	9	1	80,005
7	200	370	10	0	77,373
8	220	710	10	0	77,079
TOTAL PENGAMATAN			79	1	81,882

Intensitas cahaya yang terang akan menghasilkan kualitas citra yang berbeda dengan intensitas cahaya yang terang. Setelah dikonvolusi dengan filter gabor, citra dengan intensitas terang dan gelap akan menghasilkan pola fitur yang berbeda untuk citra wajah yang sama. Fitur tekstur yang berbeda akan menghasilkan susunan matrix yang berbeda pula, perbedaan pola matrix antara dua citra dengan intensitas yang berbeda akan menghasilkan hasil pengenalan yang tidak sama. Semakin mirip susunan matrix dengan citra database maka persentase pengenalan benar akan semakin besar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan selama tahap perancangan, implementasi dan proses uji coba aplikasi dengan hardware yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil pengujian terbaik dengan variasi pose wajah yaitu pada pose frontal dengan persentase pengenalan benar 97%.
- 2) Hasil pengujian terbaik dengan variasi jarak wajah terhadap *webcam* yaitu pada jarak ± 30 cm dengan persentase pengenalan benar 92%.
- 3) Pengujian dengan foto cetak mahasiswa didapatkan persentase pengenalan benar 9%.
- 4) Pengujian dengan variasi intensitas cahaya antara 10 - 710 Lux didapatkan persentase pengenalan benar 99%.
- 5) Semakin tinggi persentase pengenalan benar pada program pengenalan wajah, maka semakin baik kualitas aplikasi absensi kuliah berbasis identifikasi wajah.

5.2 Saran

Hasil dari proyek akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu ada beberapa saran yang mungkin dapat menjadi masukan bagi yang ingin mengembangkan proyek akhir ini. Saran ó saran yang dibutuhkan untuk pengembangan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1) Upaya untuk membuat aplikasi absensi yang efektif, efisien dan absolut masih kurang sempurna karena adanya kekurangan dalam pengenalan wajah, oleh karena itu perlu ditambahkan algoritma lain misalnya *Eigenface*, *Neural Network* atau Dekomposisi *Wavelet* bertingkat untuk memperbaiki kelemahan aplikasi ini.
- 2) Supaya hasil yang didapatkan lebih baik dan proses menampilkan video tidak *slow motion* (gerak lambat) perlu dipertimbangkan kualitas webcam, spesifikasi PC atau *netbook* yang akan dipakai agar hasilnya lebih optimal. Saat pengujian spesifikasi *netbook* yang digunakan yaitu *Compaq Presario CQ42*, RAM 2 GB, *graphic card* 512 MB *ATI Radeon* dan prosesoranya *Intel Core i5*.
- 3) Agar keamanan absensi perkuliahan menjadi lebih kuat disarankan untuk

penggabungan aplikasi *smart card* dengan aplikasi pengenalan wajah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Lim, Resmana dan Yulia R.O.P, "Pelacakan dan Pengenalan Wajah menggunakan Webcam dan Metode *Gabor Filter* ", Tugas Akhir Teknik Informatika-Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- [2.] Sukardy dkk, "Pengenalan Wajah dengan Metode *Gabor Wavelet*", Skripsi Sarjana Komputer Teknik Informatika- Universitas Bina Nusantara, 2008.
- [3.] Yuwana, Buddhi, "Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode *Gabor Wavelet*", Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Kristen Petra Surabaya, 2002.
- [4.] Bayu, Setya, "Penerapan *Face Recognition* dengan Metode *Eigenface* dalam *Intelligent Home Security*", Tugas Akhir Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2009.
- [5.] Rahman, M. A., "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam Untuk Absensi Dengan Metode *Template Matching*", Tugas Akhir Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2010.
- [6.] Zamani, M. Fiyy, "Pengenalan Wajah dengan Pemrosesan Awal Dekomposisi *Wavelet* Bertingkat dan *Filter Gabor* untuk Identifikasi Personal", Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Informatika ITS, 2008.
- [7.] Awaludin, U. F., "Mendeteksi Wajah Menggunakan *Sketsa*", Tugas Akhir Teknologi Informasi PENS-ITS, 2006.
- [8.] Wantara, Danang Sukma, "Studi Analisa Perbandingan Teknik Ekstraksi Fitur Dalam *CBIR* Gambar Ikan", Tugas Akhir Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2008.
- [9.] Sigit Riyanto, 2005, "Sistem Pengenalan Wajah *Real Time*", ITS.
- [10.] Ramadijanti, Nana dan Achmad Basuki, "Fitur Bentuk pada Citra", 2008.