

PENGENALAN POLA WAJAH MENGGUNAKAN WEBCAM UNTUK ABSENSI DENGAN METODE WAVELET

Muhammad Dahria^{#1}, Usman Muhammadi^{#2}, Ishak^{#3}

^{#1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma
Jl. A.H. Nasution No. 73 F-Medan
E-mail: ^{#1}m.dahria@gmail.com

Abstrak

Sistem absensi pengenalan pola wajah dibuat dengan memanfaatkan metode *Wavelet* serta menggunakan input berupa *web-camera* sehingga proses pengidentifikasian wajah dapat dilakukan secara *real-time*. Proses pengidentifikasian wajah dimulai dari input citra dari *web-camera*, mengkonvolusi citra tersebut dengan *kernel*, menentukan lokasi titik ciri, dan sampai proses pengidentifikasian dengan menghitung kesamaan global antara wajah yang diuji dengan citra wajah yang ada pada referensi. Pencocokan wajah dilakukan dengan metode pengenalan wajah *Gabor Wavelet*, tujuan digunakannya metode *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra wajah yang telah dikonvolusi terhadap *kernel*. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil bahwa program aplikasi ini dapat mengidentifikasi wajah dengan tingkat akurasi baik. Beberapa kesalahan identifikasi terjadi karena ekspresi dan orientasi wajah pada saat pengujian berbeda dengan citra referensi.

Kata Kunci : Sistem absensi, pengenalan pola wajah, metode *gabor wavelet*, *kernel*, citra

Abstract

Facial pattern recognition attendance system is made by using methods such as wavelet and using web-camera input so that the process of identifying faces can be done in real-time. The identification of the face starting from the input image of web-camera, convolution the kernel image, specify the location of the traits, and until the identification process by calculating the global similarity between the test face to face image for reference. Matching faces done using Gabor Wavelet face recognition, Gabor wavelet is the purpose of the method is to bring the special features of face images that have been convoluted the kernel. After testing, the results obtained that the application program can identify the face with a good degree of accuracy. Some errors occur because the identification of facial expressions and orientations at different test with the reference image.

Keywords: attendance system, face pattern recognition, gabor wavelet method, kernel, image

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer sekarang sangat pesat, ini ditandai dengan hampir semua pengolahan data dan informasi telah dilakukan dengan komputer. Hal ini diakibatkan semakin beraneka ragam permasalahan informasi yang harus ditangani, salah satu adalah dalam hal pengenalan pola.

Pengenalan wajah manusia adalah salah satu dari pengenalan pola yang penting dalam dunia usaha. Misalnya saja, Pengenalan wajah dalam sistem absensi karyawan pada sebuah perusahaan adalah untuk mengontrol sumber daya manusia (SDM). Salah satu fungsi mengontrol SDM bertujuan meningkatkan potensi sumber daya manusia dan dalam rangka efisiensi perusahaan.

Umumnya sistem absensi karyawan pada kantor dilakukan dengan mengisi buku absen atau yang lebih maju lagi dengan menggunakan mesin absensi. Mesin absensi tersebut menggunakan kartu tempat mencetak tanggal, jam masuk serta jam pulang. Dilihat dari segi keamanan, sistem ini mempunyai banyak kelemahan, antara lain adalah absen karyawan bisa dititipkan oleh karyawan lainnya (absen fiktif). Hal ini tentu berakibat kerugian bagi perusahaan, karena karyawan tersebut tidak masuk kerja tetapi tetap diberi gaji.

Untuk mencegah hal tersebut perlu dibuat sistem absensi karyawan yang tidak mungkin dilakukan manipulasi absen atau absen fiktif. Sistem pengenalan wajah merupakan sebuah solusi yang efektif, dimana sistem harus meng-capture wajah karyawan untuk proses absensi.

Untuk proses penggunaannya, karyawan dihadapkan pada sebuah kamera *webcam* untuk pengambilan *capture* wajah karyawan dan mencocokkan dengan database wajah pada sistem. Jika wajahnya cocok dengan data, maka absensi karyawan

disimpan dan dianggap sah. Jika wajah karyawan tidak cocok dengan database sistem, maka pengisian absen batal dan karyawan tersebut dianggap tidak hadir.

Pencocokan wajah karyawan dilakukan dengan metode pengenalan wajah *Gabor Wavelet*, tujuan digunakannya metode *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra wajah yang telah dikonvolusi terhadap *kernel*.

LANDASN TEORI

1. Pengolahan Citra

Menurut arti secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, kemudian objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat *optic*, seperti mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan lain-lain sehingga bayangan objek dalam bentuk citra dapat terekam (Sitorus, Syahriol, 2006).

Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua-dimensi $f(x,y)$ dimana x dan y menunjukkan koordinat spasial, dan nilai f pada suatu titik (x,y) sebanding dengan tingkat kecerahan (*gray level*) dari citra di titik tersebut. Citra dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam (*still images*) dan citra bergerak (*moving images*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sedang citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (*sekuensial*), sehingga memberi kesan pada mata sebagai gambar bergerak. Setiap citra didalam rangkaian itu disebut *frame*. Gambar-gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya terdiri dari ratusan sampai ribuan *frame* (Sitorus, Syahriol, 2006).

Citra digital adalah citra dengan $f(x,y)$ yang nilainya didigitalisasikan baik dalam koordinat spasial maupun dalam *gray level*. Digitalisasi dari koordinat spasial citra disebut dengan *image sampling*. Sedangkan digitalisasi dari *gray level* citra disebut dengan *gray-level quantization*. Citra digital dapat dibayangkan sebagai suatu matriks dimana baris dan kolomnya merepresentasikan suatu titik di dalam citra, dan nilai elemen matriks tersebut menunjukkan *gray level* di titik tersebut.

Citra merupakan informasi yang secara umum tersimpan dalam bentuk pemetaan bit-bit, atau sering dikenal dengan bitmap. Setiap bit-bit membentuk satu titik informasi yang dikenal dengan pixel. Atau dengan kata lain, satu pixel merupakan satu titik image yang terdiri dari satu atau beberapa bit informasi. Satuan dari pixel biasanya dinyatakan dengan posisi x , posisi y dan nilai dari pixel (warna atau gray). Dalam suatu bidang gambar, sepenuhnya terdiri dari pixel-pixel. Karena itu, file yang menyimpan image biasanya ukurannya sangat besar. Image ini bisa disimpan dengan nama BMP. Untuk mengurangi ukuran dari file, biasanya file image dimampatkan dengan menggunakan teknik tertentu, misalnya yang terkenal JPEG atau GIF.

Pengolahan citra merupakan kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia/ mesin (komputer). Masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan, misalnya suatu citra warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*), mengandung *noise* (misal bintik-bintik putih), dan lain-lain sehingga perlu ada pemrosesan untuk memperbaiki citra karena citra tersebut menjadi sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan menjadi berkurang.

2. Pengenalan Pola

Pengenalan pola adalah suatu aktivitas untuk mengelompokkan data numerik dan simbolik termasuk citra secara otomatis oleh mesin dalam hal ini komputer. Tujuan dari pengelompokan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia dapat mengenali objek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek yang terdapat di alam, sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem *visual* manusia inilah yang dicoba untuk ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang diidentifikasi, memproses citra dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra.

Perkembangan teknologi baru akan didominasi oleh sistem dan mesin-mesin dengan kecerdasan buatan (*machine Intelligence*). Teknik pengenalan pola merupakan salah satu komponen penting dari mesin atau sistem cerdas tersebut yang digunakan baik untuk mengolah data maupun dalam pengambilan keputusan. Secara umum pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu objek. Pola sendiri adalah suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. Sidik jari adalah suatu contoh pola. Pola bisa merupakan kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan bisa dinyatakan dalam notasi vektor atau matriks (Darmawan Putra, 2010).

3. Pendekatan Pengenalan Pola

Aplikasi pengenalan pola dapat dibuat dengan beberapa pendekatan. Ada pendekatan yang menggunakan basis statistik untuk menghasilkan pola. Pendekatan lainnya menggunakan struktur

dari pola yang menyediakan informasi fundamental untuk pengenalan pola. Pendekatan lain lagi adalah dengan membangun dan melatih suatu arsitektur yang secara akurat mengasosiasikan input pola tertentu dengan respon yang diharapkan. Jenis-jenis pendekatan pengenalan pola terdiri dari:

1). Pendekatan Pengenalan Pola Statistikal

Pengenalan pola statistikal memiliki asumsi suatu basis statistik untuk algoritma klasifikasi. Sekelompok karakteristik pengukuran yang menunjukkan ciri diekstraksi dari data input dan digunakan untuk menentukan setiap *vector fitur* ke dalam suatu kelas. Ciri (*feature*) diasumsikan dihasilkan secara natural, sehingga model yang bersangkutan merupakan kelas-kelas probabilitas atau fungsi kepadatan probabilitas (*Probability Density Function*) yang telah dikondisikan.

2). Pendekatan Pengenalan Pola Sintatik

Pengenalan pola *sintatik* adalah suatu pendekatan terhadap suatu pola citra dilakukan dengan menganalisis struktur pola dari citra.

- a. Pola dipilah berdasarkan keserupaan ukuran structural
- b. "Pengetahuan" direpresentasikan secara *formal grammar* atau deskripsi relasional yang menghasilkan deskripsi hirarki dari pola kompleks yang tersusun dari pola bagian yang lebih sederhana.

3). Pendekatan Pengenalan Pola Neural

Pendekatan yang ketiga yaitu pengenalan *pola neural*, metode ini merupakan gabungan dari kedua cara sebelumnya yaitu secara statistik dan sintatik, itu artinya pendekatan dengan cara ini akan menyimpan semua fakta dari objek. Sehingga semakin sering sistem dilatih

maka semakin cerdas pula sistem yang dihasilkan. Pendekatan ini merupakan bagian dari jaringan saraf tiruan untuk mengidentifikasi pola.

- a. Pemilahan dilakukan berdasarkan tanggapan suatu jaringan pengola sinyal (neuron) terhadap stimulus masukan (pola).
- b. "Pengetahuan" disimpan dalam sambungan antarneuron dan pembobot sinaptik.

4. Identifikasi Wajah

Identifikasi adalah penentu atau penetapan identitas seseorang, benda (menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia). Identifikasi wajah adalah suatu penetapan identitas berdasarkan pengenalan pola dari wajah. Keunikan ciri-ciri biologi yang dimiliki oleh seseorang, membentuk pola dapat digunakan untuk mengidentifikasi identitas seseorang untuk keperluan tertentu, misalnya untuk keperluan keamanan dan untuk menandakan kehadiran seseorang. Ciri-ciri biologi yang dijadikan karakter untuk pengidentifikasian wajah adalah dahi, alis, mata, tulang pipi, hidung, bibir, dagu, dan telinga.

Identifikasi wajah oleh sistem komputasi merupakan hal yang cukup sulit karena wajah manusia merepresentasikan sesuatu yang kompleks. Hal ini biasanya disebabkan oleh emosi yang berubah-ubah setiap harinya. Sebagai contoh, ketika sedang marah, mata akan cenderung melebar, alis mengernyit, dan ujung bibir akan cenderung datar atau menurun. Sedangkan ketika sedang senang, mata akan cenderung menyipit, alis dan ujung bibir akan lebih naik.

Secara umum sistem pengenalan citra wajah dibagi menjadi dua jenis, yaitu sistem *feature-based* dan sistem *image-based*. Pada sistem pertama digunakan ciri yang diekstraksi dari komponen citra wajah seperti mata,

hidung, mulut, dan lain-lain yang kemudian dimodelkan secara geometris hubungan antara ciri-ciri tersebut. Sedangkan pada sistem ke dua menggunakan informasi mentah dari piksel citra yang kemudian direpresentasikan dalam metode tertentu, misalnya seperti *Principal Component Analysis* (PGA) atau transformasi *wavelet* yang digunakan untuk klasifikasi identitas citra (Al Fatta, Hanif, 2009).

Penelitian tentang deteksi wajah dan pengenalan wajah telah dilakukan sebelumnya, antara lain dengan menggunakan algoritma *Eigenface* (Turk dan Pentland, 1991), dengan distribusi *Gaussian* dan *Clustering* (Sung dan Poggio, 1994) dengan *Support Vector Machine* (Osuna, 1997), dan dengan metode *Statistic* dan *Wavelet* (Schneiderman, 2000).

Alan Brooks pernah mengembangkan sebuah penelitian yang membandingkan dua algoritma yaitu *Eigenface* dan *Fisherface*. Penelitian ini difokuskan pada perubahan pose wajah apakah mempengaruhi akurasi pengenalan wajah. Diberikan *database* latihan berupa foto wajah manusia, kemudian digunakan untuk melatih sebuah sistem pengenalan wajah, setelah proses latihan selesai, diberikan sebuah masukan *image* yang sebenarnya sama dengan salah satu *image* wajah pada *fase* latihan tetapi dengan pose yang berbeda. Sistem juga diharapkan punya sensitifitas minimal terhadap pencahayaan. Sistem dikembangkan dengan dua algoritma yaitu *Eigenface* dan *Fisherface*, dan dibandingkan hasilnya. Kedua teknik menghasilkan hasil yang memuaskan tetapi ada beberapa perbedaan. Pada *Eigenface* kompleksitas komputasi lebih sederhana daripada *Fisherface*. Dari segi efektifitas karena perubahan pose *Fisherface* memberikan hasil yang lebih baik, bahkan dengan data yang lebih terbatas. Teknik

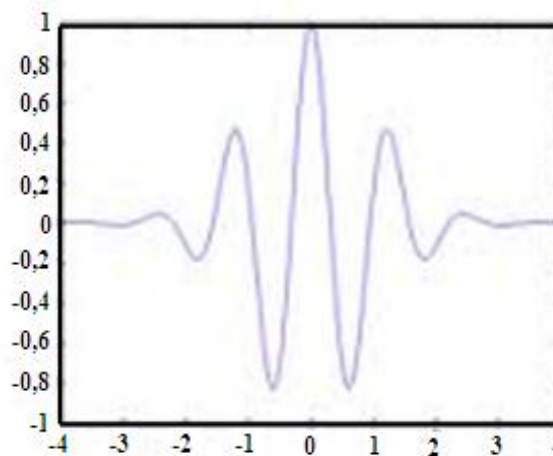
Eigenface juga lebih sensitif terhadap pencahayaan dibandingkan dengan *Fisherface*.

5. Wavelet

Penelitian tentang pemanfaatan *wavelet* untuk banyak aplikasi telah dilakukan puluhan tahun silam. Beberapa nama telah tercatat telah berjasa dalam meneliti dan mengembangkan pemanfaatan *wavelet* untuk beberapa penelitian. Sebut saja. *Daubechies* seorang wanita ahli matematika yang telah membangun basis dari *wavelet*. Masih banyak lagi ilmuwan-ilmuwan yang telah berjasa dalam penelitian mengenai *wavelet*.

Wavelet berasal dari 2 kata, yaitu; *wave* dan *let* yang berarti gelombang yang pendek. Maksudnya adalah gelombang yang memiliki durasi yang sangat terbatas. Dengan kata lain fungsi gelombang yang akan dijadikan objek dilokalisasi.

Berikut ini merupakan salah satu contoh dari *wavelet*.



Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa tidak semua gelombang merupakan *wavelet*. Sehingga terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi agar sebuah gelombang dapat dikatakan sebuah *wavelet*.

1. *Wavelet* harus bergetar atau dengan kata lain merupakan sebuah gelombang yang memiliki lembah dan bukit.

2. *Wavelet* memiliki amplitudo tidak nol dalam interval yang pendek tertentu.

Jika kedua syarat tersebut telah dipenuhi maka sebuah gelombang dapat dikatakan *wavelet*.

Sebuah *wavelet* dapat terjadi dikarenakan memang suatu fungsi yang memenuhi kedua kondisi *wavelet* yang telah dijelaskan sebelumnya. Selain itu juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan fungsi yang non *wavelet*. Dengan memanfaatkan fungsi yang melakukan getaran secara terus menerus tanpa henti, misalnya saja fungsi sinus. Fungsi ini dapat dimasukkan kedalam kategori *wavelet* apabila telah dilakukan operasi *windowing*. Operasi *windowing* ini melakukan lokalisasi terhadap fungsi yang bergetar tanpa batas seperti fungsi sinus. Operasi ini akan membuan nilai suatu fungsi yang bergetar tersebut menjadi nol.

Banyak sekali penggunaan *wavelet* dalam berbagai bidang penelitian. Dibawah ini akan diberikan sedikit penjelasan mengenai penggunaan *wavelet* dalam bidang penelitian yang berhubungan dengan *pattern recognition*.

1. Pengenalan Objek

Dengan memanfaatkan *wavelet* dapat dilakukan ekstraksi dari berbagai objek yang memiliki variasi misalnya saja rotasi dan perbesaran. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka objek dapat dilakukan normalisasi. Proses normalisasi terhadap objek dapat dilakukan dengan berbagai hal misalnya saja dengan membatasi proses pengenalan objek atau dengan menghilangkan *noise-noise* yang ada pada objek.

2. Pengenalan Karakter huruf

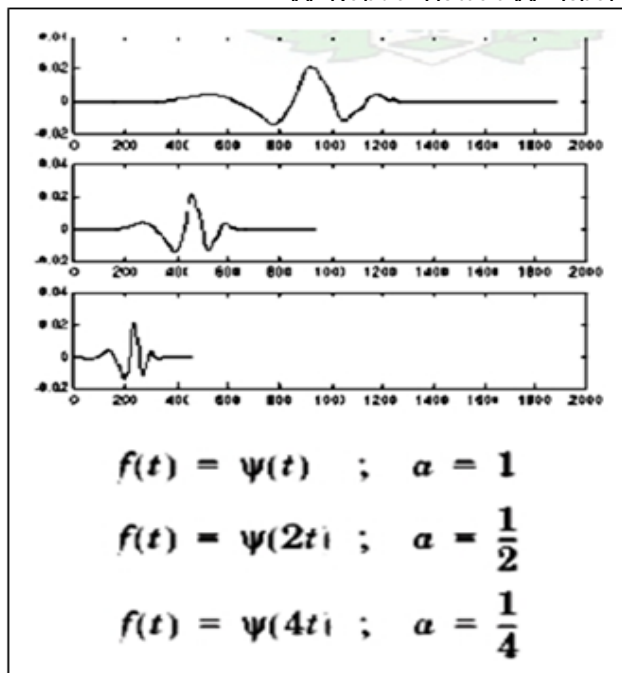
Pada dasarnya dalam pengenalan huruf tidak berbeda jauh dengan pengenalan wajah. Dengan memanfaatkan *wavelet*, karakter huruf dapat dikenali dengan berbagai variasinya. Dengan melakukan

normalisasi terhadap karakter yang akan dikenali maka akan mendapatkan hasil yang lebih baik dalam mengenali karakter huruf.

6. Transformasi Wavelet

Wavelet adalah fungsi matematika yang menguraikan data atau fungsi menjadi komponen-komponen frekuensi yang berbeda, *wavelet* memiliki keunggulan dari *fourier* dalam menganalisis situasi-situasi fisis dimana sebuah sinyal memiliki diskontinuitas dan bentuk yang tajam. Transformasi *wavelet* merujuk pada *aproksimasi* sinyal menggunakan suatu gelombang singkat yang mengalami translasi dan dilatasi untuk keperluan analisis frekuensi-frekuensi sinyal. Analisis temporal menggunakan variasi lokasi gelombang singkat pada waktu tertentu dalam durasi sinyal, sedangkan analisis frekuensi menggunakan variasi dilatasi gelombang singkat yang sama. Formulasi matematika representasi sinyal disebut sebagai transformasi *wavelet*. Proses transformasi domain citra bertujuan untuk memunculkan unsur atau karakteristik citra tertentu dapat lebih ditonjolkan. *Wavelet* didefinisikan sebagai gelombang singkat (atau gelombang kejut) dengan energi terkonsentrasi pada domain fisik (spasial atau waktu). Berbeda dengan gelombang pada umumnya (*sinusoid*) yang memiliki sifat halus, terprediksi, dan durasi tak terbatas, *wavelet* dapat berbentuk tidak simetris, irregular, dan memiliki durasi terbatas atau beresilasi menuju nol dengan cepat.

Skala dalam transformasi *wavelet* adalah melakukan perenggangan dan pemampatan pada sinyal. Efek dari skala transformasi *wavelet* dapat dilihat pada gambar 2 semakin kecil faktor skala akan menghasilkan induk *wavelet* yang semakin mampat.



Gambar 2. Faktor Skala Wavelet

7. Metode Wavelet

Proses pengolahan citra wajah menggunakan *gabor* secara teknis memiliki relevansi biologis karena sebuah ciri biologi dapat memberikan informasi yang unik berkaitan dengan identifikasi masing-masing individu. Proses yang berlangsung dalam bidang frekuensi mempengaruhi kecepatan proses yang terjadi, baik dalam proses gambar maupun saat proses konvolusi. Tujuan utama dari *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari gambar yang telah dikonvolusi terhadap *kernel*. Kumpulan koefisien untuk *Kernel* dari beberapa sudut frekuensi di satu piksel dalam gambar yang disebut *Jet*.

Jet merupakan potongan kecil dari *grey values* dalam sebuah gambar mengelilingi piksel yang diberikan $X(\vec{x}, \vec{y})$. Dengan *Kernel*

$$\psi_j(\vec{x}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_j \cdot \vec{x}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

Dengan parameter:

- k :Skala dari magnitude
- σ : Kepadatan area

- (x,y) : Koordinat piksel
- ν : Frekuensi
- μ : Orientasi
- f : *Spatial frequency*

Gabor Kernel tersebut akan menggunakan sebuah kumpulan yang terdiri dari lima frekuensi yang berbeda dengan indeks $\nu = 0,1,2,3,4$, dan delapan orientasi yang berbeda dengan indeks $\mu = 0, \dots, 7$.

$$\vec{k}_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_\nu \cos \varphi_\mu \\ k_\nu \sin \varphi_\mu \end{pmatrix}$$

Dimana :

$$k_\nu = \frac{k_{\max}}{f^\nu}$$

$$\varphi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$$

Dengan indeks $j = \mu + 8\nu$, $f = \sqrt{2}$, $\sigma = 2\pi$, dan $k_{\max} = \frac{\mu}{2}$, sampling ini akan mencakup seluruh frekuensi.

8. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri mempunyai 2 tahapan utama yaitu :

1). Menentukan lokasi titik ciri.

Pada tahapan ini, vektor dari ciri-ciri didapat dari titik dengan informasi dari citra wajah yang paling tinggi. Ciri-ciri wajah yang umum adalah mata, hidung, dan mulut. Jumlah dari vektor ciri dan lokasinya dapat berubah-ubah agar dapat merepresentasikan bermacam-macam karakter wajah dari wajah yang berbeda, seperti tahi lalat dan lesung pipi yang juga merupakan salah satu ciri yang mungkin digunakan untuk mengidentifikasi wajah seseorang.

Dari respon citra wajah terhadap *Gabor Kernel*, titik puncak (*peak*) ditentukan

dengan mencari lokasi dengan *window* W_0 dengan ukuran $W \times W$ dengan cara :

Titik ciri terletak pada (x_0, y_0) jika

$$R_j(x_0, y_0) = \max_{(x,y) \in W_0} (R_j(x, y))$$

$$R_j(x_0, y_0) > \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} R_j(x, y)$$

Dimana R_j adalah respon dari citra wajah terhadap j^{th} *Gabor Kernel*. N_1, N_2 adalah ukuran citra wajah, titik tengah *window* W_0 terletak pada (x_0, y_0) . Ukuran *window* W adalah salah satu parameter penting untuk algoritma ini dan harus dipilih sekecil mungkin untuk menangkap ciri yang penting dan cukup besar untuk menghindari pengulangan (*redundancy*). Persamaan (1) digunakan agar tidak terjebak dalam lokal maksimum, sehingga dapat menemukan titik puncak dari respon wajah terhadap *Gabor Kernel*.

2). Membuat vektor ciri

Vektor ciri dibuat pada titik ciri sebagai komposisi dari koefisien *Wavelet*. k^{th} adalah vektor ciri dari i^{th} referensi wajah yang didefinisikan sebagai

$$v_{i,k} = \{x_k, y_k, R_{i,j}(x_k, y_k) | j = 1, \dots, n + 2\}$$

Jika terdapat n *Kernel*, vektor ciri mempunyai $n+2$ komponen. 2 komponen pertama lokasi dari titik ciri dengan menyimpan koordinat (x, y) . Karena kita tidak mempunyai informasi lain tentang vektor ciri maka 2 komponen pertama dari vektor ciri menjadi sangat penting pada saat proses perbandingan. n lainnya adalah sampel dari respon wajah terhadap *Kernel*.

8. Proses Pencocokan

a. Perhitungan Tingkat Kesamaan

Untuk mengukur kesamaan dari dua nilai vektor ciri, digunakan fungsi kesamaan

$$S_i(k, j) = \frac{\sum_l |v_{i,k}(l)| |v_{t,j}(l)|}{\sqrt{\sum_l |v_{i,k}(l)|^2 \sum_l |v_{t,j}(l)|^2}}$$

$S_i(k, j)$ adalah kecocokan dari j^{th} vektor ciri dalam citra wajah yang diuji ($v_{i,j}$) dengan k^{th} vektor ciri dari i^{th} referensi wajah ($v_{i,k}$) dimana l adalah banyaknya elemen vektor.

b. Perbandingan Wajah

Setelah vektor ciri terbentuk dari citra wajah yang diuji, citra tersebut dibandingkan dengan citra ciri dari tiap referensi citra yang ada di *database*, terdapat 2 langkah dalam tahapan perbandingan ini. Langkah pertama adalah mengeliminasi vektor ciri dari referensi citra yang tidak mirip dengan vektor ciri dari citra yang dites baik secara lokasi maupun kemiripan. Hanya vektor ciri yang memenuhi 2 kriteria dibawah ini yang akan diteliti pada langkah selanjutnya.

$$1. \sqrt{(x_r - x_t)^2 + (y_r - y_t)^2} < th_1$$

Dimana th_1 adalah radius dari area yang mengandung mata, mulut, atau hidung. (x_r, y_r) dan (x_t, y_t) merepresentasikan lokasi dari titik ciri dalam citra referensi dan citra wajah yang diuji. Perbandingan jarak antar koordinat dari titik ciri dapat menghindari pencocokan titik ciri yang berada pada mata dengan titik ciri pada citra referensi yang berada di sekitar mulut.

$$2. S_i(k, j) > th_2$$

Kecocokan dari 2 vektor ciri harus lebih besar dari th_2 , dimana th_2 dipilih sebagai

standar diviasi dari pencocokan semua vektor ciri dalam citra referensi dan pencocokan dua vektor yang dihitung pada persamaan (2).

Thresholding berguna untuk meningkatkan kecepatan dari algoritma dalam langkah-langkah di atas karena mengurangi vektor ciri yang harus diproses. Dengan meningkatkan th_1 memberikan lebih banyak area untuk mencari titik ciri dengan kecocokan lebih besar dari th_2 . Hal ini dapat berguna ketika terjadi perubahan lokasi titik ciri karena alasan tertentu, seperti perbedaan ekspresi. Tetapi, jika th_1 terlalu besar maka informasi topologi wajah dapat menjadi salah. Dengan menjaga th_1 konstan dan memperbesar th_2 secara berlebihan akan menghasilkan tidak ada wajah yang cocok, sebaliknya memperkecil th_2 dapat membuat pengulangan perhitungan vektor ciri yang akan meningkatkan waktu proses komputasi. Tetapi, variasi kecil dalam th_1 dan th_2 tidak akan berpengaruh pada performa dan metode.

Langkah selanjutnya adalah memilih satu vektor ciri pada citra referensi yang akan dicocokkan dengan vektor ciri pada citra wajah yang diuji.

$$Sim_{i,j} = \max_{l \in N_{k,j}} (S_1(l,j))$$

Persamaan (2) $Sim_{i,j}$ memberikan kesamaan dari i^{th} citra referensi dengan citra wajah yang diuji berdasarkan dari j^{th} vektor ciri.

Kemiripan global dari tiap referensi wajah dikomputasi dengan rata-rata (*mean*) dari vektor ciri yang telah melewati tahapan-tahapan di atas.

$$OS_1 = mean\{Sim_{i,j}\}$$

PEMBAHASAN

1. Pemecahan Masalah

Didalam setiap penelitian tentang pengenalan pola, pasti akan kita temukan sesuatu yang berhubungan dengan *image*

processing dan *computer vision*. *Image processing* adalah salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar. Dalam *image processing*, gambar yang ada diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut lebih mudah diproses, sedangkan *computer vision* mempunyai tujuan utama yaitu untuk membuat suatu keputusan yang berguna tentang obyek fisik nyata yang didapat dari perangkat atau sensor.

Dari sekian banyak metode pengenalan wajah yang telah digunakan, mungkin metode *Wavelet* lebih baik untuk memecahkan solusi yang dihadapi. Hal ini didasari oleh kelebihan-kelebihan pada metode ini antara lain dapat merepresentasikan *image* wajah dengan sangat rapi, proses yang cepat, tingkat keakurasian yang tinggi.

2. Implementasi Wavalet

Langkah pertama pengguna memberi input dengan memposisikan wajahnya pada *web-camera* kemudian menekan *Capture* sehingga program dapat dijalankan. Citra wajah yang terambil pada *web-camera* kemudian akan dipotong sesuai ukuran wajah, disimpan dengan ukuran 120x120 piksel dan dijadikan citra keabu-abuan sehingga citra tersebut dapat digunakan untuk proses selanjutnya.

Langkah selanjutnya adalah mengkonvolusi citra tersebut menggunakan *Kernel* menggunakan 5 frekuensi yang berbeda dengan indeks $v = 0,1,2,3,4$ dan 8 orientasi yang berbeda dengan indeks $\mu = 0,1,2,3,4,5,6,7$, sehingga akan didapat 40 *Kernel* real dan 40 *Kernel* imajiner yang

dikontrol oleh parameter $\sigma = 2\pi$, dengan indeks $j = \mu + 8\nu$.

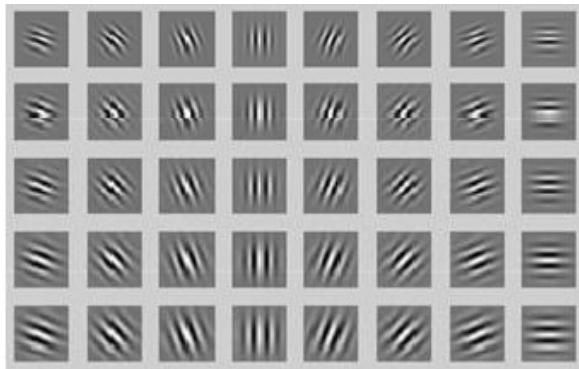
$$\psi_j(\vec{x}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(\frac{k_j^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_j \vec{x}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

$$\vec{k}_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_v \cos \varphi_\mu \\ k_v \sin \varphi_\mu \end{pmatrix}$$

Dimana :

$$k_v = \frac{k \max}{f^v}$$

$$\varphi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$$



Gambar 3. Kernel real dengan 5 frekuensi dan 8 orientasi

$$\psi_j(\vec{x}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(\frac{k_j^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_j \vec{x}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

$$\vec{k}_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_v \cos \varphi_\mu \\ k_v \sin \varphi_\mu \end{pmatrix}$$

$$k_v = \frac{k \max}{f^v} \quad \varphi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$$

$\nu = 0,1,2,3,4$ dan $\mu = 0,1,2,3,4,5,6,7$,

$$j = \mu + 8\nu, \quad f = \sqrt{2}, \quad \sigma = 2\pi, \quad k \max = \frac{\mu}{2},$$

contoh untuk $\nu = 0$ dan $\mu = 1$

maka $j = 1$ $\varphi_\mu = 0,3925$ $k \max = 0,5$

$$k_v = \frac{k \max}{f^v}, \quad k_v = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{2}^0} = \frac{0,5}{1} = 0,5, \quad k_{j=0,6532}$$

$$\psi_1(\vec{x}) = \frac{k_j^2}{2\pi^2} \exp\left(\frac{k_j^2(x^2 + y^2)}{2(2\pi)^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_j \vec{x}) - \exp\left(-\frac{(2\pi)^2}{2}\right) \right]$$

Real:

$$\psi_1(\vec{x}) = \frac{0,4266}{2\pi^2} \exp\left(\frac{0,4266(40^2 + 48^2)}{2(2\pi)^2}\right) \cos(k \cos \pi x) + k \sin \pi y - \exp\left(-\frac{(2\pi)^2}{2}\right)$$

$$\psi_1(\vec{x}) = 9,54343$$

Imaginer:

$$\psi_1(\vec{x}) = \frac{0,4266}{2\pi^2} \exp\left(\frac{0,4266(40^2 + 48^2)}{2(2\pi)^2}\right) \sin(k \cos \pi x) + k \sin \pi y - \exp\left(-\frac{(2\pi)^2}{2}\right)$$

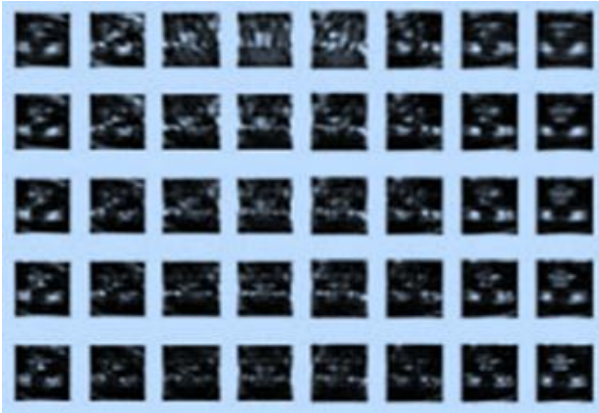
$$\psi_1(\vec{x}) = 13,31788$$

Dengan menggunakan Kernel real dan imaginer akan didapat Magnitude Kernel.

$$\text{magnitude} = \sqrt{\text{real}^2 + \text{imaginer}^2}$$

$$\text{Magnitude} = \sqrt{(9,54343)^2 + (13,31788)^2}$$

$$\text{Magnitude} = 16,38423$$

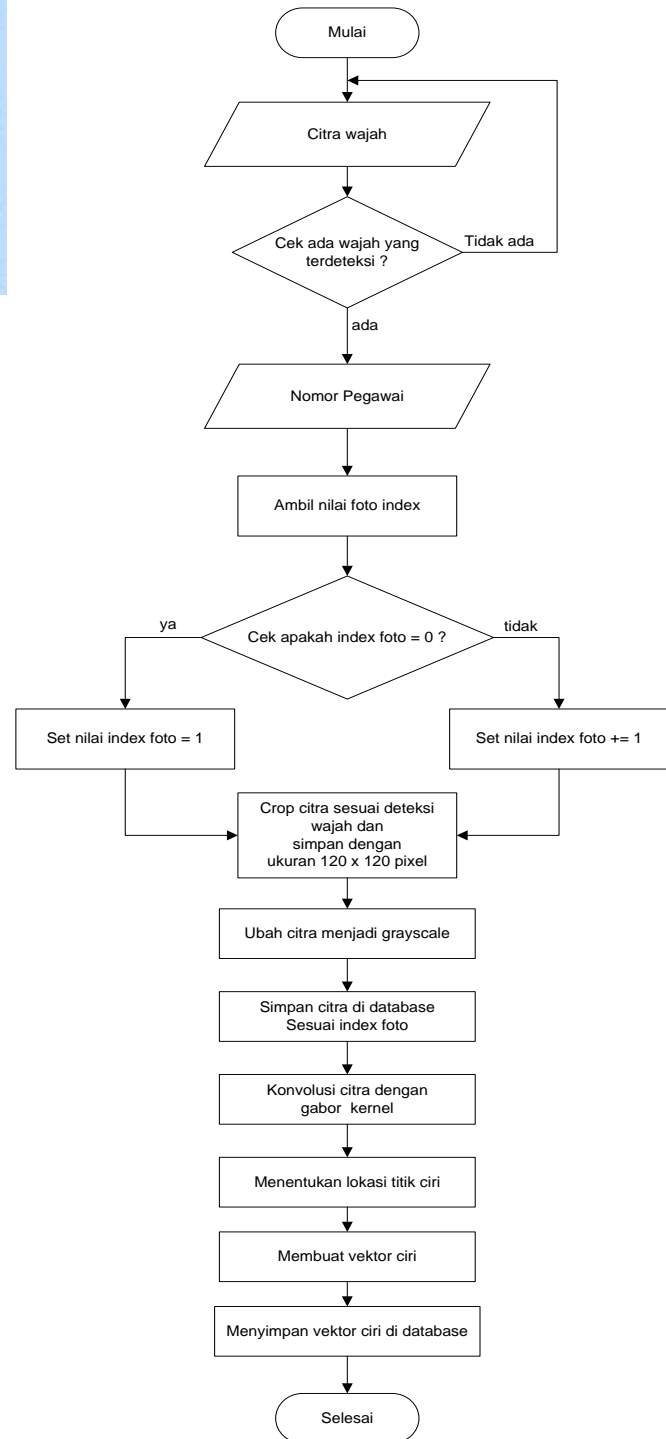


Gambar 4. Hasil Konvolusi Citra Wajah dengan Magnitude Kernel

Kemudian informasi titik ciri disimpan ke dalam vektor ciri yang mempunyai 42 komponen, 2 komponen pertama adalah koordinat (x,y) dari titik ciri dan 40 lainnya adalah respon citra wajah terhadap *Kernel*. Contoh vektor ciri pertama adalah : { 40.00000, 48.00000, 255.00000, 249.25554, 31.45376, 18.85203, 16.38423, 48.03808, 16.30225, 79.59840, 244.86147, 166.61482, 76.92321, 28.84229, 34.34339, 60.08979, 33.94680, 112.02364, 74.95228, 50.69136, 62.10366, 34.26979, 19.64869, 62.92683, 75.51968, 87.84294, 158.92924, 142.47314, 45.99271, 18.05536, 2.69787, 27.94402, 108.99754, 126.15230, 194.71745, 134.58180, 82.93372, 32.03548, 26.43478, 42.02166, 132.47273, 186.09819 }.

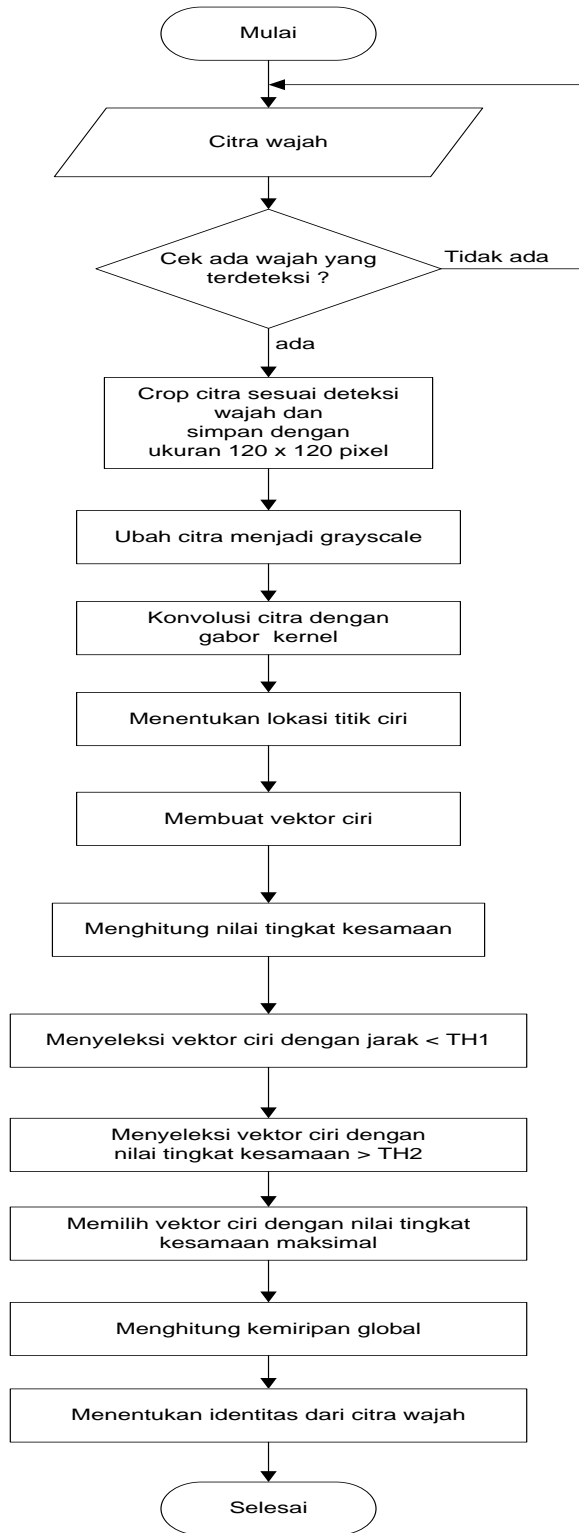
Kemudian melakukan perbandingan wajah dengan menentukan nilai *thresholding* untuk mempercepat proses. Nilai *thresholding* th_1 dan th_2 ditentukan nilai $th_1=45$ dan $th_2=0.65$. Langkah selanjutnya adalah memilih vektor ciri dengan tingkat kesamaan paling besar dan kemiripan global ditentukan dengan rata-rata dari vektor-vektor ciri dengan tingkat kesamaan paling besar. Citra referensi dengan nilai kemiripan global paling tinggi akan dikenali sebagai wajah dari citra yang diuji.

Flowchart Pengambilan Citra Referensi



Gambar 5. Diagram Alir Pengambilan Citra Referensi

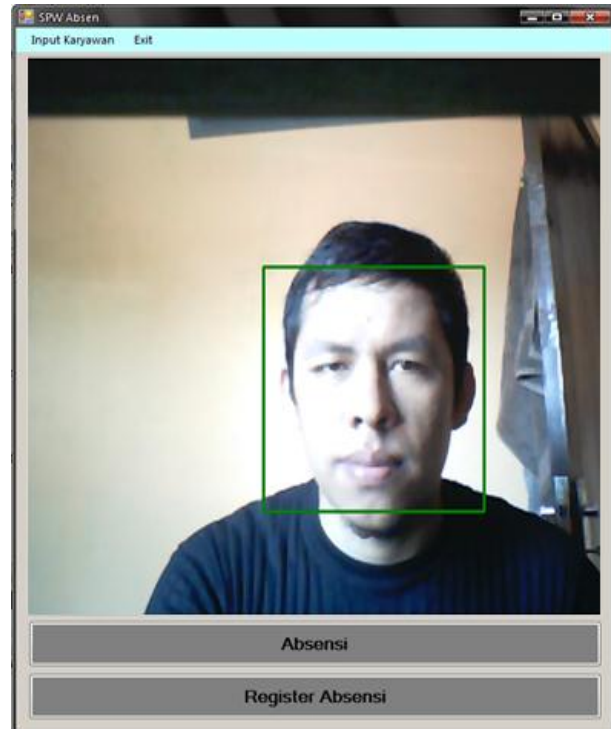
Flowchart Pengidentifikasian Wajah



Gambar 6. Flowchart Pengidentifikasian Wajah

3. Mekanisme Kerja Sistem

Program aplikasi ini dapat dijalankan dengan melakukan *double click* pada SPWAbsensi. Setelah program dijalankan, layar utama program aplikasi akan muncul dan siap digunakan oleh *user*.

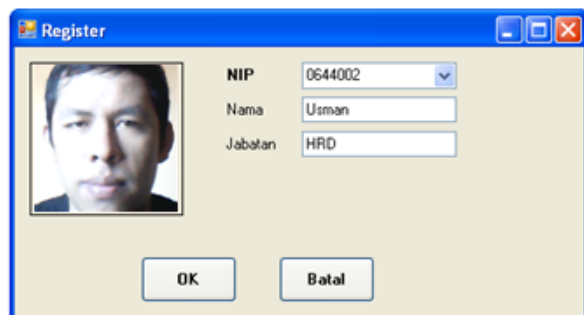


Ada 2 pilihan dalam program aplikasi ini yaitu melakukan absen atau register citra sebagai referensi. Jika *user* ingin melakukan absen maka *user* harus memosisikan wajahnya pada daerah yang terambil oleh *web-camera* dan menekan *button* absen sehingga program akan melakukan identifikasi wajah. Ketika wajah telah dikenali maka akan ada kotak dialog konfirmasi yang memberitahu hasil identifikasi sehingga *user* dapat memilih *OK* jika identifikasi tepat atau *Cancel* jika identifikasi salah. Apabila *user* memilih *OK* maka data tanggal dan jam akan dimasukkan de *database*. Program akan menentukan data disimpan pada jam masuk apabila melakukan absen sebelum jam 15:00 dan selebihnya data akan disimpan pada jam pulang.



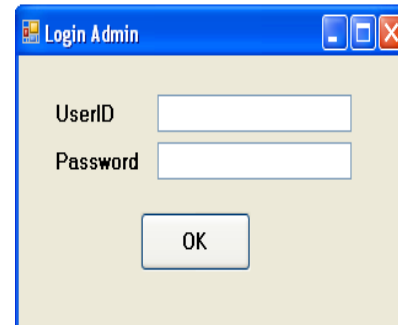
Gambar 8. Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi Absen

Jika *user* ingin menyimpan citra sebagai referensi maka *user* harus memosisikan wajahnya pada daerah yang terambil oleh *web-camera* dan menekan *button* register dan akan menampilkan citra pada kotak dialog konfirmasi untuk seterusnya *user* memilih nomor pegawai pada *textbox* yang tersedia dan menekan *button* OK sehingga program akan melakukan penyimpanan citra referensi.



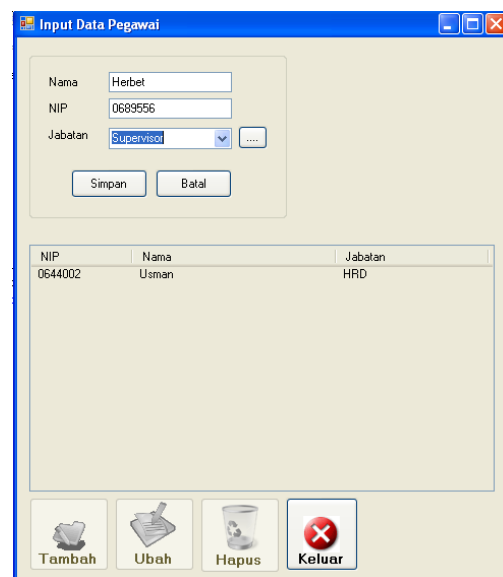
Gambar 9. Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi Register

Pada layar utama bagian atas terlihat menu strip *File* dan *About*. Menu *File* akan menampilkan Menu Input Data Pegawai untuk menginput data pegawai ke dalam *database system* dan *Exit* untuk keluar dari program. Pada sistem absensi ini, yang melakukan penginputan data pegawai adalah seorang admin sehingga apabila menu input ini di *click* maka akan muncul satu form login admin.



Gambar 10. Tampilan Login Admin

Setelah verifikasi login berhasil, maka akan muncul suatu form yang berfungsi untuk menginput data pegawai. Pada form input ini terdapat 4 *button* yang terdiri dari *button* Tambah untuk menambah data ke *database*, *button* Ubah untuk mengedit data, *button* Hapus untuk menghapus data dari *database*, dan *button* keluar untuk keluar dari form.



Gambar 11. Tampilan Kotak Dialog Input Data

SIMPULAN

Sebagai penutup pembahasan dalam penulisan artikel ini, dapat diambil kesimpulan-kesimpulan sekaligus memberikan saran kepada pembaca.

Dari kesimpulan ini dapat diambil suatu perbandingan yang akhirnya dapat memberikan perbaikan atau penyempurnaan pada masa yang akan datang.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap program dan pembahasan pada bagian sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Program aplikasi absensi dapat menggunakan metode *Gabor Wavelet* untuk identifikasi wajah yang dilakukan secara *real-time* dengan menggunakan *web-camera* sebagai pengambil citra input.
2. Program aplikasi absensi yang dibuat menggunakan metode *Gabor Wavelet* dapat menggantikan proses absensi manual atau mesin absensi karena memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan dapat mengurangi tingkat kecurangan absensi.
3. Proses absensi dengan menggunakan system pengenalan wajah sangat membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi karyawan.
4. Metode *Gabor Wavelet* memungkinkan digunakan untuk program aplikasi lain seperti program aplikasi *otentifikasi* pada komputer atau pintu masuk, program pengidentifikasi kriminal yang terekam dalam video.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Erico H. 2010. *Pemrograman dasar C – JAVA – C# yang susah jadi mudah*. Informatika Bandung: Bandung.
- Fadlisyah, S.Si. 2007. *Computer Vision dan Pengolahan Citra*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Fatta, Hanif Al. 2009. *Rekayasa sistem pengenalan wajah*. Penerbit Andi: Yogyakarta.

Komputer, Wahana. 2011. *Shortcourse Microsoft Visual C# 2010*. Penerbit Andi : Yogyakarta

Lesty Dila Rahma. 2009. *Pengolahan Wajah Berdasarkan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Gabor Wavelet*. Universitas Sumatera Utara. Medan

Murdianto, Arie. 2007. *Ekstraksi Fitur Wajah dengan Metode Gabor Wavelet*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. Depok.

Putra, Darma. 2010. *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi: Yogyakarta.

Sigit, Riyanto dkk. 2005. *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi: Yogyakarta.

Sitorus, Syahriol, dkk. 2006. *Garfika Komputer*. USUpress. Medan

Sutanta, Edhy. 2003. *Sistem Informasi Manajemen Edisi Pertama*. Yogyakarta, Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sutoyo, T dkk. 2009. *Teori pengolahan citra digital*. Penerbit Andi: Semarang.

Yolanda. 2009. *Perancangan Program Aplikasi Absensi dengan Identifikasi Wajah Karyawan PD. Mustika Logam Menggunakan Metode Gabor Wavelet*. Universitas Bina Nusantara. Jakarta

www.csharp-indonesia.com

www.emgu.com

www.wavelet.org