

APLIKASI BIOMETRIKA PENCOCOKAN CITRA GARIS TELAPAK TANGAN DENGAN METODE TRANSFORMASI *WAVELET* DAN *MAHALANOBIS DISTANCE*

Nurul Renaningtias¹, Rusdi Efendi², Boko Susilo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(tel: 0736-341022; fax: 0736-341022)

Abstrak: Pencocokan citra merupakan suatu cara untuk mengidentifikasi dan mengukur derajat kesamaan objek pada dua atau lebih citra. Penelitian ini menggunakan teknologi biometrik yaitu sistem yang melakukan pencocokan citra berdasarkan bagian tubuh manusia dengan cara mencocokkan antara citra uji yang diterima dengan citra latih yang terdapat dalam *database*. Citra yang digunakan adalah telapak tangan. Penggunaan telapak tangan dikarenakan telapak tangan memiliki karakteristik yang unik, sulit dipalsukan dan cenderung stabil. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Transformasi *wavelet* untuk proses ekstraksi ciri dan *Mahalanobis distance* untuk menentukan selisih kemiripan citra uji dan citra latih. Nilai yang dihasilkan dari proses ekstraksi ciri adalah nilai aproksimasi, vertikal, horizontal dan diagonal. Aplikasi ini dibangun dengan bahasa pemrograman MatLab R2013b, metode pengembangan sistem menggunakan model *Waterfall* dan perancangan sistem menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD). Pada penelitian ini diujicobakan citra asli, citra blur 1.0, citra blur 2.0, citra yang diputar 90°, citra yang diputar 180° dan citra yang diputar 270°. Hasil akhir dari pengujian ini adalah sebuah aplikasi pencocokan citra dengan tingkat akurasi sebesar 85%.

Kata Kunci: Pencocokan Citra, Transformasi *wavelet*, *Mahalanobis distance*, Citra Garis Telapak Tangan.

Abstract: Image matching is one of the way to identify and to measure degrees of object equality on two or more images. This research uses the technology of biometric, a system that does matching of images based on part of human's body by matching the received testing image with training images which exist in the database. The focus of matching is the palm. Focusing on palm is due to the unique characteristics of palm, hard to imitate, and tend to be stable. The feature extraction is conducted by wavelet transformation and the mahalanobis distance is to determine the similarity difference between tested images and training images. The results of the features extraction are the approximation, vertical, horizontal, and diagonal coefficients. This application is built by MatLab R2013b programming language, the system development used the Waterfall model and system design used Data Flow Diagram (DFD). The

testing image researched are original images, blurred images 1.0, blurred images 2.0, 90° rotated images, 180° rotated images, and 270° rotated images. The final result of this research is an image matching application with 85% of accuration.

Keywords: Image matching, Wavelet transformation, Mahalanobis distance, Palmprint

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi mempengaruhi sistem keamanan dalam menjamin tingkat kenyamanan pengguna teknologi. Pengguna teknologi yang biasa disebut dengan istilah *user* memerlukan sistem keamanan dalam mencegah dan mendeteksi adanya penipuan dalam sebuah

sistem yang berbasis informasi. Sistem keamanan yang mampu mengatasi masalah tersebut adalah sistem keamanan dengan menggunakan objek dari salah satu bagian tubuh yang digunakan sebagai pengenalan.

Sistem pengenalan diri secara otomatis sangat diperlukan pada era informasi seperti sekarang ini. Teknologi pengenalan diri dengan menggunakan bagian tubuh atau perilaku manusia dikenal dengan istilah biometrika. Cara kerja dari biometrika adalah dengan mengukur karakteristik pembeda pada badan atau perilaku seseorang terhadap identitas seseorang tersebut dengan membandingkan karakteristik yang sebelumnya telah disimpan pada suatu *database*. Terdapat beberapa biometrika umum yang dipakai untuk sistem pengenalan diri, seperti sidik jari (*fingerprint*), selaput pelangi (*iris*), wajah (*face*), suara (*voice*), geometri tangan (*hand geometry*), tanda tangan (*signature*), dan telapak tangan (*palmprint*).

Permasalahan yang sering muncul dalam sistem pengenalan diri adalah mudahnya melakukan tindak kejahatan terhadap identitas seseorang jika hanya dengan menggunakan sesuatu yang dimiliki atau sesuatu yang diketahui pada sebuah sistem. Oleh karena itu dengan menggunakan teknik biometrika diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang sering terjadi.

Penggunaan telapak tangan dalam proses pengenalan diri dikarenakan telapak tangan memiliki karakteristik yang unik, sulit dipalsukan dan cenderung stabil. Dengan adanya karakteristik unik yang ada pada telapak tangan maka dapat digunakan sebagai alat verifikasi identitas seseorang dengan melakukan pencocokan data

yang terdapat dalam *database* dengan data yang dimasukkan..

Dalam tugas akhir ini akan dirancang suatu aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan dengan menggunakan dua metode yakni metode Transformasi *wavelet* dan *Mahalanobis distance*. Digunakannya metode Transformasi *wavelet* dalam penelitian ini adalah karena dalam pengimplementasiannya Transformasi *wavelet* memberikan hasil yang baik untuk ekstraksi ciri pada suatu citra. Namun Transformasi *wavelet* memiliki beberapa kekurangan seperti membutuhkan waktu yang lama dalam memproses citra yang memiliki resolusi bidang yang luas sehingga dibutuhkan metode *Mahalanobis distance* untuk meningkatkan akurasi hasil dari perhitungan transformasi yang dijadikan sebagai matrik ciri untuk pencocokan antara citra uji dengan citra *database*.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan suatu fungsi intensitas dalam bidang dua dimensi yang disimbolkan dengan $f(x, y)$. Ini disebabkan karena intensitas berasal dari cahaya dan cahaya adalah suatu bentuk energi, maka fungsi intensitas cahaya terletak di antara $0 < f(x, y) < \infty$ [1]. Suatu citra dapat ditransformasi menjadi citra lain dengan menggunakan teknik tertentu. Usaha yang dilakukan untuk melakukan transformasi citra disebut dengan pengolahan citra (*image processing*).

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan bidang yang bersifat multidisiplin, yang terdiri dari banyak aspek, antara lain fisika, elektronika, matematika, seni dan teknologi

komputer. Pengolahan citra (*image processing*) memiliki hubungan yang sangat erat dengan disiplin ilmu yang lain. Jika sebuah disiplin ilmu dinyatakan dengan bentuk proses suatu *input* menjadi *output*, maka pengolahan citra memiliki *input* berupa citra serta *output* juga berupa citra.

B. Pencocokan Citra

Pencocokan citra merupakan usaha untuk mengidentifikasi dan mengukur derajat kesamaan atau kecocokan objek pada dua atau lebih citra. Metode pencocokan citra digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra untuk keperluan otomatisasi proses dan menentukan seberapa mirip atau sama bentuk objek baik secara semantik maupun geometrik antara citra yang satu dengan citra yang lainnya. Proses pencocokan citra dilakukan dengan menghitung jarak antar citra *query* dan citra *testing*. Parameter yang digunakan dalam perhitungan jarak berdasarkan pada hasil ekstraksi fitur. Tingkat kemiripan antara citra *query* dengan citra *testing* dihitung dengan menggunakan metrika pencarian citra (*image querying metrics*). Jenis metrika yang digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan pada penelitian ini adalah *mahalanobis distance*.

C. Biometrika

Pada dasarnya setiap manusia, memiliki sesuatu yang unik yang berbeda dengan manusia lainnya. Inilah yang menimbulkan gagasan untuk menjadikan keunikan tersebut sebagai identitas diri. Hal ini perlu didukung oleh teknologi yang secara otomatis bisa mengidentifikasi atau mengenali seseorang. Teknologi biometrik adalah sistem yang menjembatani kebutuhan tersebut dengan menggunakan bagian tubuh manusia

sebagai kepastian pengenalan. Bagian tubuh manusia yang digunakan antara lain sidik jari, mata dan wajah seseorang.

Teknologi biometrik merupakan teknologi yang digunakan untuk menunjukkan keaslian dari individu yang melakukan akses terhadap aset organisasi. *Authentication* adalah konsep yang menunjukkan bahwa hanya mereka yang diizinkan saja yang dapat mempunyai akses terhadap aset organisasi atau hal hal yang bersifat *confidential* lainnya.

D. Telapak Tangan

Telapak tangan (*palmprint*) merupakan biometrika yang relatif baru diteliti dan digunakan untuk sistem pengenalan. Permukaan telapak tangan yang luas diharapkan dapat menghasilkan ciri yang memiliki kemampuan pembeda yang lebih handal. [2] Ada beberapa ciri yang dimiliki oleh telapak tangan yaitu :

1. Ciri geometri (*geomety features*)
Ciri ini menyangkut bentuk geometri telapak tangan seperti panjang, lebar, dan luas area tangan. Ciri ini jumlahnya sedikit, mudah diperoleh, dan mudah dipalsukan.
2. Ciri garis-garis utama (*principal-line features*)
Garis-garis utama dapat digunakan untuk membedakan antara satu orang dengan orang lain. Garis-garis ini bersifat unik, stabil, dan sedikit mengalami perubahan dalam satu kurun waktu yang cukup lama. Terdapat tiga jenis garis utama, yaitu garis hati (*heart line*), garis kepala (*head line*), dan garis kehidupan (*life line*).
3. Ciri garis-garis kusut (*wrinkle features*)
Telapak tangan banyak mengandung garis kusut atau tipis yang sifatnya berbeda dengan

garis utama. Garis-garis ini mampu menghasilkan ciri yang lebih rinci.

4. Ciri titik delta (*delta-point features*)

Terdapat lima daerah delta, seperti daerah pada akar jari-jari dan di luar daerah jari-jari. Titik ini bersifat stabil, namun sulit untuk memperoleh ciri ini dari citra telapak tangan resolusi rendah.

5. Ciri minusi (*minutiae features*)

Minusi merupakan pola bukit dan lembah pada permukaan telapak tangan seperti pada sidik jari. Ciri minusi hanya dapat diperoleh pada citra telapak tangan yang beresolusi tinggi dan membutuhkan komputasi tinggi.

E. Transformasi *Wavelet*

Transformasi *wavelet* merupakan sebuah fungsi konversi yang dapat digunakan untuk membagi suatu fungsi atau sinyal ke dalam komponen frekuensi yang berbeda, yang selanjutnya komponen tersebut dapat dipelajari sesuai dengan skalanya. *Wavelet* digunakan untuk menyusun, menganalisis dan mensintesis data numeris hasil pengukuran atau pengamatan suatu fenomena fisis tertentu [3].

Dalam Transformasi *wavelet*, penggambaran sebuah skala waktu sinyal digital didapatkan dengan menggunakan teknik filterisasi digital. Secara garis besar proses dalam teknik ini adalah dengan melewati sinyal yang akan dianalisis pada filter dengan frekuensi dan skala yang berbeda. Filterisasi sendiri merupakan sebuah fungsi yang digunakan dalam pemrosesan sinyal. *Wavelet* dapat direalisasikan menggunakan iterasi filter dengan penskalaan. Resolusi dari sinyal yang merupakan rata-rata dari jumlah detil informasi

dalam sinyal ditentukan melalui filterasi ini dan skalanya didapatkan dengan *upsampling* dan *downsampling* (*subsampling*). Pada penelitian ini, filter yang digunakan dalam proses *filtering* menggunakan teori *filter wavelet daubechies4*.

F. *Mahalanobis Distance*

Metode jarak *mahalanobis* adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk mendapatkan suatu data dengan jarak tertentu terhadap mean data tersebut sehingga diperoleh suatu penyebaran data yang memiliki pola terhadap nilai *mean*. Metode ini didasarkan pada korelasi antara variabel dengan pola yang berbedayang dapat diidentifikasi dan dianalisis. Metode ini mengenali sampel yang telah ditetapkan dengan sampel yang belum dikenal. Metode ini memiliki nilai penguat yang fleksibel sehingga mudah disesuaikan dengan perubahan kondisi. Penguat dari metode ini ada pada nilai kovariansinya.

Dalam penelitian ini, *mahalanobis distance* digunakan untuk membandingkan dua buah matrik ciri dari telapak tangan yang sudah dilakukan ekstraksi ciri. [4] Algoritma dari *mahalanobis distance* adalah sebagai berikut :

1. Hitung *mean vector* dan *covariance matrix*.
Mean vector dan *covariance matrix* di hitung dengan rumus berikut :

$$\vec{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{X}_i \dots\dots\dots(2.1)$$

- Ket :
- \vec{T} : *mean vector* dari sampel
 - \vec{X}_i : data yang berupa citra
 - n : banyaknya data

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - \bar{T})(\bar{X}_i - \bar{T})^T}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Ket :
- S : *covariance matrix* dari sampel
 - \bar{T} : *mean vector* dari sampel
 - \bar{X}_i : data yang berupa citra
 - n : banyaknya data

2. Lakukan perhitungan jarak untuk semua data dengan rumus sebagai berikut :

$$d_i = \sqrt{|(\bar{X}_i - \bar{T})^T S^{-1} (\bar{X}_i - \bar{T})|} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Ket :
- d_i : jarak data
 - S : *covariance matrix* dari sampel
 - \bar{T} : *mean vector* dari sampel
 - \bar{X}_i : data yang berupa citra

III. METODOLOGI

- A. Jenis Penelitian
- Jenis penelitian aplikasi pencocokan citra garis telapak tangan termasuk dalam jenis penelitian terapan (*applied research*).
- B. Teknik Sampling
- Teknik dalam pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *purposive random sampling*. Sampel yang diambil hanya citra telapak tangan bagian kiri manusia sebanyak 30 buah. Pengambilan citra pada setiap responden dilakukan sebanyak 5 kali. Dari kelima citra tersebut akan dibagi menjadi dua yakni tiga citra digunakan sebagai citra latih dan dua citra

digunakan sebagai citra uji. Sehingga total data citra berjumlah 150 citra telapak tangan yang terdiri dari 90 buah citra latih dan 60 buah citra uji.

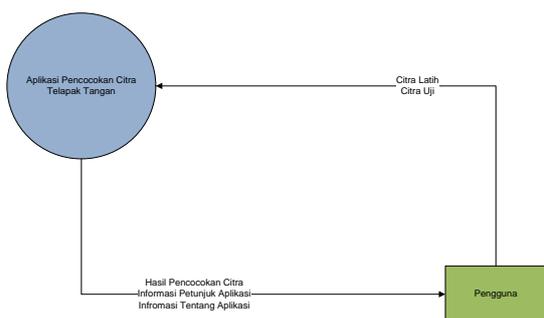
C. Metode Pengumpulan Data

Padapenelitian ini, metode pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi. Data yang digunakan berupa data primer karena pengumpulan data dilakukan dengan mengambil secara langsung citra telapak tangan bagian kiri manusia dengan menggunakan kamera yang memiliki kualitas 5 megapiksel dan memiliki resolusi 2592 x 1936 piksel.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada sistem ini terdapat 1 entitas yaitu pengguna. Pengguna dapat mengakses sistem tanpa harus melakukan *login* terlebih dahulu. Terdapat 3 menu yang dapat diakses pengguna, yaitu menu *file*, menu *help* dan menu *about*. Pada menu *file* terdapat sub menu pencocokan citra dan sub menu keluar, pada menu *help* terdapat sub menu petunjuk penggunaan aplikasi dan pada menu *about* terdapat sub menu tentang aplikasi.

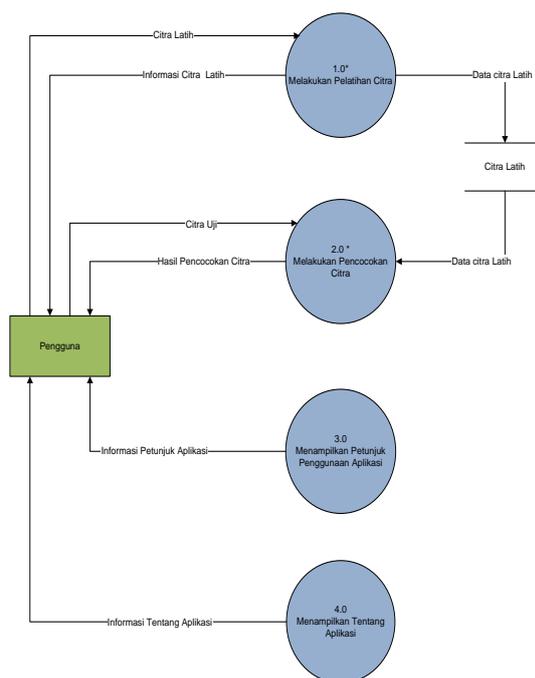
Sistem dibangun dengan pendekatan terstruktur. Diagram konteks digunakan sebagai alat bantu dalam perancangan sistem ini. Diagram konteks merupakan suatu model yang menjelaskan secara global bagaimana data digunakan dan ditransformasikan untuk proses atau yang menggambarkan aliran data kedalam dan keluar sistem. Berikut ini adalah diagram konteks aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan



Gambar1 Diagram Konteks

Gambar 1 merupakan diagram konteks aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan. Gambar 1 memberikan informasi bahwa aplikasi ini memiliki satu entitas yaitu pengguna yang bertugas sebagai pengelola sistem. Pengguna dapat melakukan pelatihan citra dan pencocokan citra. Pelatihan citra dilakukan pengguna dengan memasukkan citra ke dalam *database* dan pencocokan citra dilakukan dengan memasukkan citra uji ke dalam sistem.

Diagram arus data level 1 merupakan penjabaran dari diagram konteks. Terdapat satu entitas dan empat proses yang dilakukan pada diagram level 1. Berikut merupakan diagram level 1 aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan.

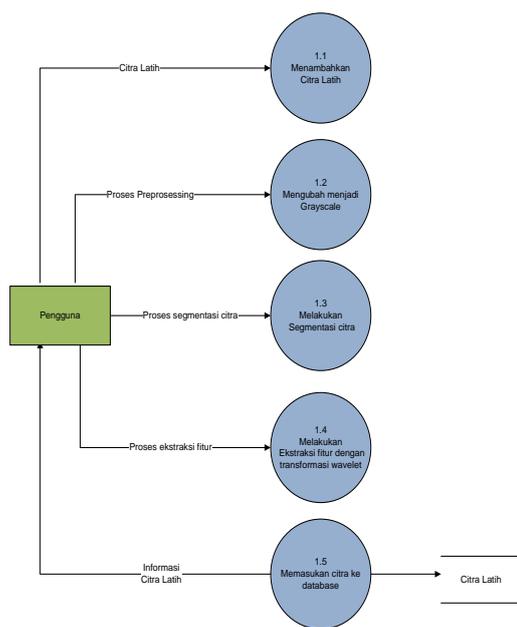


Gambar 2 DFD Level 1

Gambar 2 merupakan diagram level 1 aplikasi pencocokan citra garis telapak tangan. Pada diagram ini terdapat satu entitas yaitu pengguna dan empat proses yaitu melakukan pelatihan citra, melakukan pencocokan citra, menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi dan menampilkan tentang aplikasi. Berikut penjelasan mengenai proses yang dilakukan pada diagram level 1.

1. Proses 1.0 *melakukan pelatihan citra.

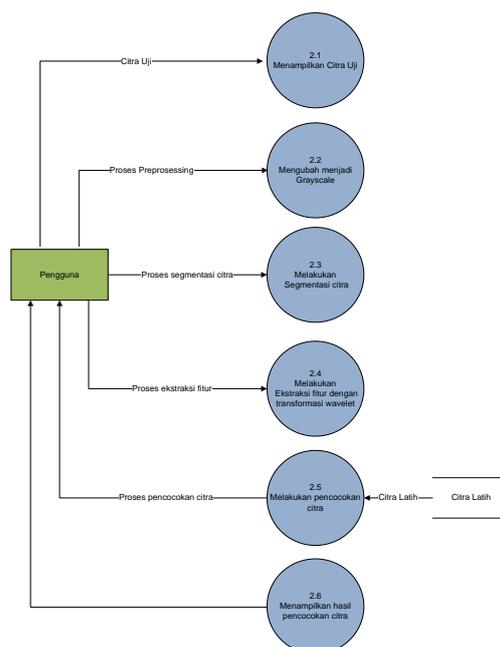
Proses ini dilakukan untuk menambah jumlah citra yang terdapat dalam *database* yang digunakan sebagai citra *training* atau citra latih pada proses pencocokan citra. Pada proses ini terdapat tanda bintang (*) yang menunjukkan bahwa proses 1.0 masih memiliki proses yang lebih rinci lagi. Diagram level 2 proses 1 aplikasi pencocokan citra garis telapak tangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 DFD Level 2 Proses 1

Gambar 3 merupakan penjabaran dari proses pelatihan citra. Terdapat satu entitas yaitu pengguna dan lima proses yaitu menambahkan citra latih, mengubah citra RGB menjadi *grayscale*, melakukan segmentasi citra, melakukan ekstraksi fitur dengan transformasi *wavelet*, dan memasukan citra ke dalam *database*.

2. Proses 2.0 * melakukan pencocokan citra. Pada proses ini pengguna dapat melakukan pencocokan citra telapak tangan dengan memasukan citra uji ke dalam sistem. Hasil dari proses ini berupa tampilan citra latih yang memiliki kemiripan terdekat dengan citra uji. Pada proses 2.0 ini juga memiliki tanda bintang (*) yang menunjukkan bahwa proses 2.0 masih memiliki proses yang lebih rinci lagi. Diagram level 2 proses 2 aplikasi pencocokan citra garis telapak tangan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4DFD Level 2 Proses 2

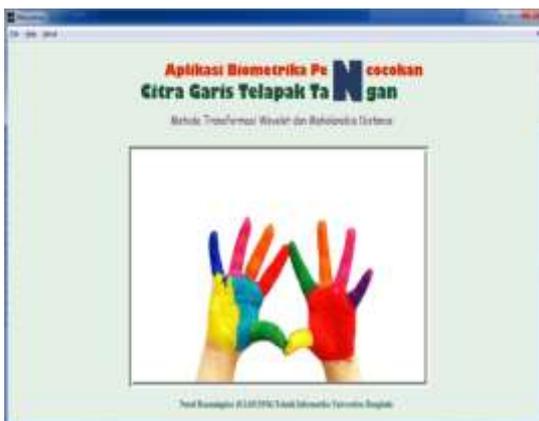
Gambar 4 merupakan penjabaran dari proses pelatihan citra. Terdapat satu entitas yaitu pengguna dan enam proses yaitu menampilkan citra uji, mengubah citra RGB menjadi *grayscale*, melakukan segmentasi citra, melakukan ekstraksi fitur dengan transformasi *wavelet*, melakukan pencocokan citra dengan menghitung selisih jarak kemiripan antara citra uji dengan citra latih menggunakan *mahalanobis distance* dan menampilkan hasil pencocokan citra yang dilakukan.

3. Proses 3.0 adalah menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi. Proses ini menampilkan informasi mengenai petunjuk penggunaan aplikasi sehingga memberikan kemudahan kepada pengguna.
4. Proses 4.0 menampilkan tentang aplikasi. Proses ini menampilkan informasi

mengenai tentang aplikasi yang akan dibuat.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis dan perancangan sistem, selanjutnya adalah tahap implementasi. Berikut ini adalah hasil implementasi pada sistem:



Gambar 5. Halaman Menu Utama

Gambar 5 merupakan tampilan dari halaman menu utama aplikasi. Halaman utama merupakan halaman pertama yang akan keluar saat sistem dijalankan. Pada halaman utama dapat memilih menu *file*, menu *help* dan menu *about*. Berikut tampilan halaman pencocokan citra yang terdapat pada menu *file*.



Gambar 6 Halaman Menu Pencocokan Citra

Gambar 6 merupakan tampilan dari halaman sub menu pencocokan citra telapak tangan. Pada sub menu ini, pengguna dapat memilih citra latih, memilih citra uji, melihat hasil *preprocessing*,

memasukkan citra ke dalam *database*, melihat jumlah data yang terdapat dalam *database*, menghapus *database*, melihat citra yang terdapat dalam *database*, melihat hasil proses dari dekomposisi citra dengan transformasi *wavelet* dan melakukan pencocokan citra telapak tangan. Proses pencocokan citra dapat dilakukan pengguna dengan memasukkan citra uji ke dalam aplikasi kemudian aplikasi akan mencari citra yang terdapat dalam *database* yang memiliki kemiripan terdekat dengan citra uji.

Langkah awal untuk melakukan proses pelatihan adalah memilih citra yang akan dimasukkan ke *database* dengan menekan tombol pilih citra. Maka akan muncul kotak dialog untuk memilih citra seperti Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7 Kotak Dialog untuk memilih citra

Setelah dilakukan pemilihan citra maka citra yang dipilih beserta informasinya muncul pada aplikasi. Berikut merupakan tampilan citra yang telah dipilih.



Gambar 8 Tampilan citra beserta informasinya

Gambar 8 merupakan tampilan citra yang dipilih beserta informasinya. Informasi yang ditampilkan adalah nama citra, waktu eksekusi, ukuran citra, hasil *resize*, proses mengubah citra menjadi *grayscale*, proses segmentasi dan proses ekstraksi ciri yang berhasil dilakukan.

Untuk dapat melihat hasil *preprocessing* pilih tombol hasil *preprocessing*. Pada halaman ini, terdapat empat citra yang ditampilkan yaitu citra asli, citra hasil *resize*, citra *grayscale* dan citra hasil segmentasi seperti yang terlihat pada Gambar 9.

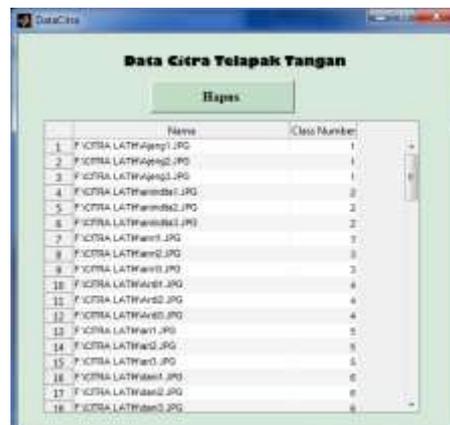


Gambar 9 Citra Hasil *Preprocessing*

Proses pelatihan dapat dilakukan dengan memilih tombol masukan ke *database*. Pada proses ini, citra yang dipilih masuk ke *database* yang akan digunakan pada proses pencocokan citra.

Untuk dapat melihat informasi dari jumlah citra yang terdapat dalam *database* maka pilih tombol info *database* dan untuk menghapus seluruh citra

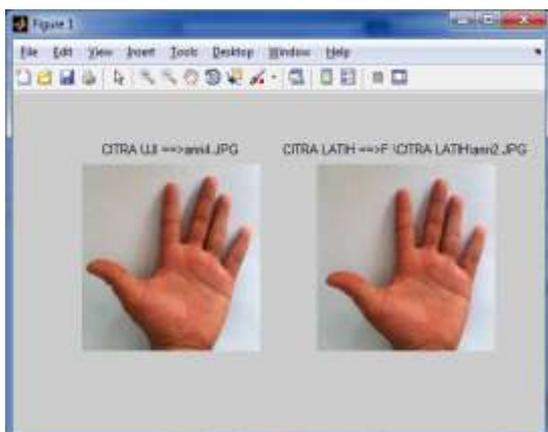
yang terdapat dalam *database* maka pilih hapus *database*. Citra yang terdapat dalam *database* dapat dilihat dengan menekan tombol pilih citra. Berikut merupakan tampilan seluruh citra yang terdapat dalam *database*.



Gambar 10 Citra dalam *Database*

Gambar 10 menampilkan seluruh citra yang terdapat dalam *database*. Jumlah seluruh citra yang disimpan dalam *database* pada penelitian ini sebanyak 90 citra.

Proses pencocokan citra dapat dilakukan dengan memasukkan citra uji pada aplikasi. Setelah citra uji tampil maka pengguna dapat melakukan proses pencocokan citra dengan menekan tombol pencocokan citra. Hasil dari pencocokan citra ditampilkan pada sebuah *figure* seperti yang terlihat pada Gambar 11. Citra yang ditampilkan pada *figure* tersebut adalah citra uji dan citra latih yang memiliki kemiripan terdekat dengan citra uji tersebut. Berikut merupakan tampilan hasil dari pencocokan citra yang dilakukan.



Gambar 11 Hasil Dari Pencocokan Citra

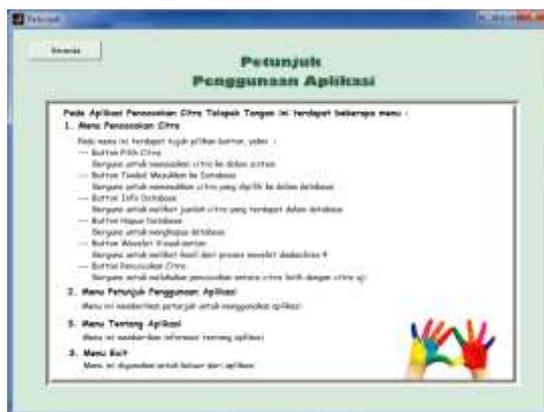


Gambar 12 Informasi Hasil Dari Pencocokan Citra

Gambar 11 dan Gambar 12 merupakan tampilan dari hasil pencocokan citra. Gambar 11 menampilkan citra latih dan citra uji yang berhasil dicocokkan sedangkan Gambar 12 menampilkan informasi dari hasil pencocokan. Informasi yang ditampilkan adalah nama citra uji, nama citra latih, waktu eksekusi dan jarak *mahalanobis* antara citra uji dan citra latih.

Untuk kembali ke tampilan menu utama maka pilih tombol kembali dan untuk keluar dari aplikasi maka pilih sub menu keluar yang terdapat pada menu *file*.

Halaman petunjuk penggunaan aplikasi terdapat pada menu *help*. Berikut tampilan halaman petunjuk penggunaan aplikasi.



Gambar 13 Halaman Petunjuk Penggunaan Aplikasi

Gambar 13 merupakan halaman petunjuk penggunaan aplikasi yang berfungsi untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan aplikasi. Halaman berikutnya adalah halaman tentang aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 14 berikut ini.



Gambar 14 Halaman Tentang Aplikasi

Gambar 14 merupakan halaman tentang aplikasi yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang aplikasi yang dibangun.

Pengujian aplikasi dilakukan terhadap berbagai macam citra sebanyak enam kali yaitu :

1. Pengujian dengan sampel citra asli sebanyak 60 citra
2. Pengujian dengan sampel citra blur 1.0 sebanyak 30 citra

3. Pengujian dengan sampel citra blur 2.0 sebanyak 30 citra
4. Pengujian dengan sampel citra dirotasi 90° sebanyak 30 citra
5. Pengujian dengan sampel citra dirotasi 180° sebanyak 30 citra
6. Pengujian dengan sampel citra dirotasi 270° sebanyak 30 citra

Hasil dari pengujian dengan sampel citra asli ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Citra

Hasil pengujian dengan sampel citra asli yang berhasil dicocokkan dari 60 citra uji adalah sebanyak 51 citra dan yang tidak berhasil dicocokkan adalah sebanyak 9 citra. Persentase keberhasilan dari sampel citra asli adalah sebesar 85%. Waktu rata-rata pengujian dengan sampel citra asli ini adalah 14.3766 detik.

No.	Sampel	Hasil	Waktu (detik)	Jarak	Ket
1	Ajeng4	Ajeng2	14.62	0.382	Cocok
2	Ajeng5	Ajeng2	14.57	0.308	Cocok
3	Anin4	Anin2	14.65	0.384	Cocok
4	Anin5	Anin2	14.41	0.233	Cocok
5	Anri4	Anri2	14.33	0.177	Cocok
6	Anri5	Anri2	14.15	0.250	Cocok
7	Ardi4	Ardi3	14.90	0.362	Cocok
8	Ardi5	Ardi3	14.67	0.271	Cocok
9	Ari4	Ari1	14.63	0.312	Cocok
10	Ari5	Ari2	14.62	0.410	Cocok
11	Dani4	Dani1	14.51	0.233	Cocok
12	Dani5	Tiara3	14.87	0.425	Tidak
13	Deny4	Deny3	14.91	0.190	Cocok
14	Deny5	Deny3	15.45	0.248	Cocok
15	Eva4	Nandar2	14.66	0.434	Tidak
16	Eva5	Eva3	14.62	0.367	Cocok
17	Fani4	Fani2	14.96	0.240	Cocok
18	Fani5	Fani1	14.69	0.334	Cocok
19	Ferin4	Ferin3	16.61	0.326	Cocok
20	Ferin5	Ferin2	14.63	0.338	Cocok
21	Ines4	Ines3	14.56	0.286	Cocok
22	Ines5	Ines3	14.45	0.362	Cocok
23	Kevin4	Ardi3	14.39	0.460	Tidak
24	Kevin5	Ardi3	14.35	0.462	Tidak
25	Macun4	Macun2	14.68	0.333	Cocok
26	Macun5	Macun2	14.53	0.393	Cocok
27	Maya4	Maya3	14.27	0.225	Cocok
28	Maya5	Maya3	14.52	0.240	Cocok
29	Nandar4	Nandar2	14.93	0.423	Cocok
30	Nandar5	Roma1	14.51	0.435	Tidak
31	Noky4	Noky2	14.52	0.292	Cocok
32	Noky5	Noky3	17.41	0.323	Cocok
33	Nurul4	Nurul3	14.59	0.287	Cocok
34	Nurul5	Nurul3	14.82	0.277	Cocok
35	Riko4	Riko3	14.83	0.241	Cocok
36	Riko5	Riko3	15.03	0.235	Cocok
37	Rinov4	Rinov2	14.72	0.429	Cocok
38	Rinov5	Rinov2	14.88	0.356	Cocok
39	Roma4	Roma1	15.27	0.368	Cocok
40	Roma5	Roma1	15.07	0.297	Cocok
41	Sandi4	Sandi2	15.34	0.320	Cocok
42	Sandi5	Sandi2	15.89	0.273	Cocok
43	Sintia4	Ardi3	15.54	0.443	Tidak
44	Sintia5	Sintia1	14.89	0.399	Cocok
45	Theo4	Theo1	14.79	0.400	Cocok
46	Theo5	Zein1	14.85	0.445	Tidak
47	Tiara4	Tiara1	14.61	0.371	Cocok
48	Tiara5	Tiara1	16.67	0.335	Cocok
49	Venny4	Nandar3	16.07	0.451	Tidak
50	Venny5	Venny1	15.27	0.258	Cocok
51	Wawan4	Wawan2	16.34	0.340	Cocok
52	Wawan5	Wawan3	14.75	0.298	Cocok
53	Yogi4	Yogi1	15.22	0.395	Cocok
54	Yogi5	Yogi1	15.07	0.455	Cocok
55	Yudha4	Yudha2	15.41	0.377	Cocok
56	Yudha5	Yudha2	14.85	0.407	Cocok
57	Zain4	Rinov2	15.01	0.465	Tidak
58	Zain5	Zain2	15.09	0.319	Cocok
59	Zein4	Zein2	15.49	0.291	Cocok
60	Zein5	Zein1	15.74	0.246	Cocok

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis, hasil dan pembahasan mengenai aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan yang telah dibangun, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan berbasis dekstop yang dapat digunakan sebagai sistem autentifikasi menggunakan metode Transformasi *wavelet* dan *Mahalanobis distance*.
2. Metode Transformasi *wavelet* dan *Mahalanobis distance* yang diimplementasi pada aplikasi ini memberikan hasil pengujian dengan sampel citra asli sebesar 85%.
3. Metode Transformasi *wavelet* dan *Mahalanobis distance* dapat mengenali citra yang diberikan blur 1.0 dan 2.0. Hal ini dibuktikan dengan hasil pencocokan yang dilakukan. Masing-masing hasil pencocokan adalah 83.3% dan 86.7%. Dengan demikian dibuktikan bahwa dengan menggunakan metode tersebut citra uji dengan blur 1.0 dan 2.0 dapat dicocokkan.
4. Metode Transformasi *wavelet* dan *Mahalanobis distance* belum dapat digunakan untuk mengenali citra uji yang dirotasi 90°, 180°, 270°. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase pengujian yang masih rendah. Masing-masing hasil pencocokan adalah 56.7%, 10% dan 16.7%
5. Waktu tercepat dalam proses pengujian citramenggunakan Laptop DELL Processor Core i3 M390 adalah dengan sampel citra asli yaitu 14.3766 detik sedangkan waktu pengujian terlama adalah dengan sampel citra uji rotasi 180° yaitu 17.6124 detik.

VII. SARAN

Pembuatan aplikasi biometrika pencocokan citra garis telapak tangan ini tidak terlepas dari permasalahan dan kekurangan, baik dalam proses penelitian maupun kekurangan dari pihak peneliti sistem. Untuk itu pengembangan sistem selanjutnya diharapkan :

1. Aplikasi dapat dikembangkan agar mampu mengenali citra telapak tangan bukan hanya bagian kiri namun juga bagian kanan manusia.
2. Aplikasi dapat melakukan pengambilan citra secara langsung menggunakan *webcam* atau *scanner*.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan algoritma yang lain untuk proses pencocokan citra telapak tangan dengan ekstraksi fitur warna, bentuk, dan tekstur seperti metode *color retrieval dan shape retrieval* agar hasil pencocokan lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Wijaya, M. C., & Prijono, A. (2007). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung: Informatika
- [2] Pamungkas, S. B. (2013). *Jaringan Saraf Tiruan PAda Biometrika Deteksi Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Backpropagation*. Dipetik November 20, 2014, dari Universitas Dian Nuswantoro: <http://eprints.dinus.ac.id..pdf>
- [3] Saragih, E. (2010). *Bab II Landasan Teori*. Dipetik November 2014, dari Universitas Sumatera Utara: repository.usu.ac.id
- [4] JennesE. (2008). *Mahalanobis Distance*. Dipetik 2014, dari www.jenessent.com/arcview/mahalanobis_descripton.htm