

Klasifikasi Sidik Jari dengan Menggunakan Metode Wavelet Symlet

Eko Sedyono, Yessica Nataliani, Chrisanty Mariana Rorimpandey

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia

Email : ekosed1@yahoo.com, yessica_24@yahoo.com, chrisanty.rorimpandey@gmail.com

Abstrak:

Penelitian ini menjelaskan tentang sistem klasifikasi sidik jari manusia menggunakan metode wavelet. Klasifikasi ini dikembangkan berdasar jenis pola utama dari sidik jari manusia. Jika ditemukan ada sidik jari manusia diluar dari jenis tersebut, maka jenis tersebut tidak akan diproses. Pada saat pertama gambar akan diproses dengan menggunakan transformasi wavelet. Transformasi wavelet dapat memberikan multiresolusi dari gambar nyata. Transformasi wavelet juga digunakan sebagai metode ekstraksi karakteristik dan mengurangi dimensi gambar input. Gambar yang telah dikurangi akan proses ke dalam klasifikasi sidik jari. Sidik jari yang menjadi masukan ke dalam klasifikasi pola utama, antara lain: *Whorl*, *Arch*, *Tented Arch*, *Right Loop*, dan *Left Loop*.

Keywords: *Classification of fingerprint, characteristics extraction, wavelet transformation.*

1. Pendahuluan

Teknik identifikasi dalam hal pengenalan identitas seseorang dengan menggunakan *password* atau kartu tidak cukup handal, karena sistem keamanan dapat ditembus ketika *password* atau kartu tersebut digunakan oleh pengguna lain yang tidak berwenang. Untuk menutupi kekurangan tersebut, dikembangkanlah teknik identifikasi biometric. Teknik identifikasi biometrik didasarkan pada karakteristik alami manusia, yaitu karakteristik perilaku dan karakteristik fisiologis seperti wajah, sidik jari, suara, telapak tangan, iris dan retina mata, *DNA*, dan tanda tangan. Identifikasi biometrik memiliki keunggulan dibanding dengan metode konvensional dalam hal tidak mudah dicuri atau digunakan oleh pengguna yang tidak berwenang.

Penerapan komputer untuk pengenalan pola telah banyak dilakukan, seperti pengenalan karakter, pengenalan suara, namun untuk pengenalan citra sidik jari dari penelitian-penelitian yang sudah ada masih banyak kelemahannya. Hal tersebut disebabkan oleh karakteristik citra

sidik jari yang memiliki kemiripan yang sangat tinggi. Pengenalan pola merupakan pengenalan suatu objek dengan menggunakan berbagai metode dimana dalam proses pengenalannya memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Memiliki tingkat akurasi yang tinggi maksudnya adalah suatu objek yang secara manual tidak dapat dikenali tapi bila menggunakan salah satu metode pengenalan pola, dimana salah satunya yaitu metode *wavelet* dan diaplikasikan dengan komputer, maka citra tersebut dapat dikenali.

Meskipun dalam penerapan komputer pengenalan citra sidik jari masih jarang dilakukan namun sistem pengenalan sidik jari saat ini sering dipilih untuk digunakan. Hal ini disebabkan oleh sidik jari terbukti unik, akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya.

Berbagai teknik klasifikasi sidik jari telah dikembangkan. Pengenalan dan klasifikasi sidik jari dilakukan dengan cara mendeteksi jumlah titik *vocal*, *whorl*, *core*, dan parameter *gradient* antara dua titik *vocal* tersebut.

Transformasi *wavelet* digunakan sebagai ekstraksi ciri yang merupakan *input* bagi sistem klasifikasi. Hal ini disebabkan *wavelet* mempunyai kemampuan membawa keluar ciri-ciri atau fitur khusus pada suatu citra yang diteliti

2. Tinjauan Pustaka

Citra sidik jari diproses awal dengan transformasi *wavelet* sehingga menghasilkan multiresolusi dari citra aslinya. Pengenalan dan klasifikasi dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantizations (LVQ)* mengelompokkan sidik jari ke salah satu pola utama sidikjari (*whorl*, *left loop*, *right loop*, *arch*, dan *tented arch*). Sebagai basis masukan jaringan syaraf, digunakan citra ukuran 16x16, yang kemudian dianalisis juga pengaruh besarnya dimensi vektor masukan terhadap unjuk kerja pengenalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unjuk kerja pengenalan meningkat cukup signifikan untuk masukan dengan dimensi yang lebih besar (64x64) dibandingkan dengan masukan yang lebih kecil (32x32 dan 16x16). Pengenalan dengan ekstraksi ciri *wavelet Daubechies* meningkatkan unjuk kerja sebesar 1% dibandingkan dengan *wavelet Haar*. Implementasi sistem memanfaatkan *toolbox image processing* dan *wavelet* dalam pemrograman *matlab 6.5*. [3]

Pengenalan citra sidik jari berbasis transformasi wavelet sebagai pengolah awal (*preprocessing*) dan jaringan syaraf tiruan sebagai elemen pengenal (*metrika*). Algoritma pengenalan citra sidik jari dimulai dengan mengekstrak citra menjadi ciri-ciri citra dengan cara memilih sejumlah kecil (*m*) koefisien hasil transformasi wavelet yang memiliki magnitude terbesar dan dilanjutkan dengan menghitung tingkat kemiripan antara ciri-ciri citra *query* dengan citra pustaka digunakan digunakan metode jaringan syaraf tiruan jenis *backpropagation*. Pengenalan citra sidik jari menggunakan transformasi wavelet dan jaringan syaraf tiruan memberikan hasil yang baik, hal ini ditunjukkan dengan tingkat kesuksesan pengenalan diatas 90% dan waktu pengenalan yang singkat. Dari ketiga jenis wavelet yang diuji yaitu *Coiflet 6*, *Daubechies 6*, dan *Symlet 6* ternyata ketiga-tiganya memberikan hasil yang baik. Namun jenis

Wavelet Symlet 6 merupakan wavelet yang terbaik untuk pengenalan citra sidik jari, dengan tingkat kesuksesan pengenalan 96,36%. Sistem pengenalan ini memerlukan waktu pengenalan relatif kecil, yaitu sekitar 0,11 detik untuk ukuran basis data 1500 rekord. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Paint Shop Pro 5* sebagai pengeditan citra dan bahasa pemrograman *Borland Delphi 5.0* untuk membuat aplikasi pengenalan. [4]

Berdasarkan penelitian dari 2 jurnal diatas, penelitian ini membahas gabungan dari 2 poin penting pada penelitian tersebut yaitu masukan dengan dimensi yang semakin besar akan menghasilkan unjuk kerja pengenalan yang lebih signifikan, dalam hal ini dimensi yang diambil adalah 128x128 piksel dan menggunakan metode *wavelet symlet 6*, karena metode ini mengalami tingkat kesuksesan yang paling tinggi untuk pengenalan citra sidik jari. Implementasi sistem menggunakan *matlab 6.5* dan untuk mengedit citra menggunakan *Adobe Photoshop CS 2*.

3. Wavelet

Wavelet adalah suatu konsep yang relatif baru dikembangkan. Kata “*wavelet*” sendiri diberikan oleh Jean Morlet dan Alex Grossmann di awal tahun 1980-an, dan berasal dari bahasa Perancis, “*ondelette*” yang berarti gelombang kecil. Kata “*onde*” yang berarti gelombang kemudian diterjemahkan kedalam bahasa Inggris menjadi “*wave*”, lalu digabung dengan kata aslinya sehingga terbentuk kata baru “*wavelet*”.

Transformasi *wavelet* dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu Transformasi *Wavelet* Kontinu dan Transformasi *Wavelet* Diskrit.

Transformasi *Wavelet* Kontinu

Cara kerja Transformasi *Wavelet* Kontinu adalah dengan menghitung konvolusi sebuah sinyal dengan sebuah jendela modulasi pada setiap waktu dengan setiap skala yang diinginkan. Jendela modulasi yang mempunyai skala fleksibel disebut sebagai induk *wavelet* atau fungsi dasar *wavelet*.

Transformasi *wavelet* kontinu secara matematika dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\gamma(s, \tau) = \int f(t) \psi_{s, \tau}^*(t) dt \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan 2.1 menjelaskan $\gamma(s, \tau)$ yang merupakan fungsi sinyal setelah transformasi, dengan variabel s (skala) dan τ (translasi) sebagai dimensi baru. $f(t)$ sinyal asli sebelum transformasi. Fungsi dasar $\psi_{s, \tau}^*(t)$ disebut sebagai *wavelet*, dengan * menunjukkan konjugasi kompleks. Dan inversi dari Transformasi *Wavelet* Kontinu secara matematika dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$f(t) = \int \int \gamma(s, \tau) \psi_{s, \tau}(t) d\tau ds \dots \dots \dots (2)$$

Fungsi dasar *wavelet* secara matematika dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\psi_{s,\tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}}\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) \dots\dots\dots(3)$$

faktor $\frac{1}{\sqrt{s}}$ digunakan untuk normalisasi energi pada skala yang berubah-ubah.

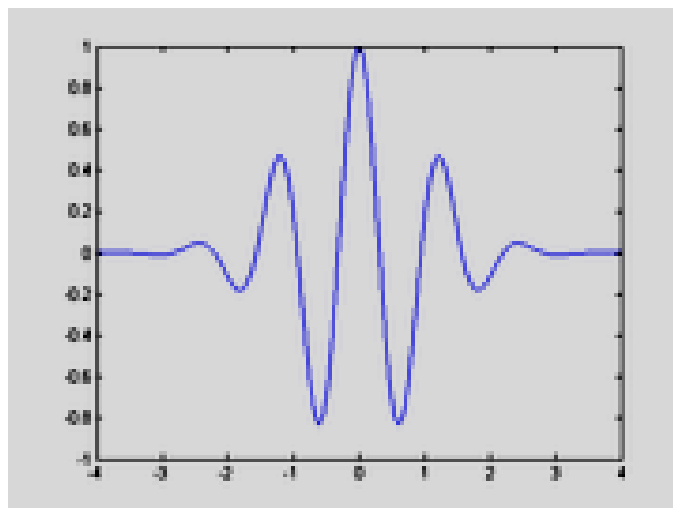
Mexican Hat merupakan normalisasi dari turunan kedua fungsi *Gaussian*. *Mexican Hat* adalah salah satu contoh fungsi dasar Transformasi *Wavelet* Kontinu

$$\psi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^3} \left(1 - \frac{t^2}{\sigma^2}\right) e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(4)$$

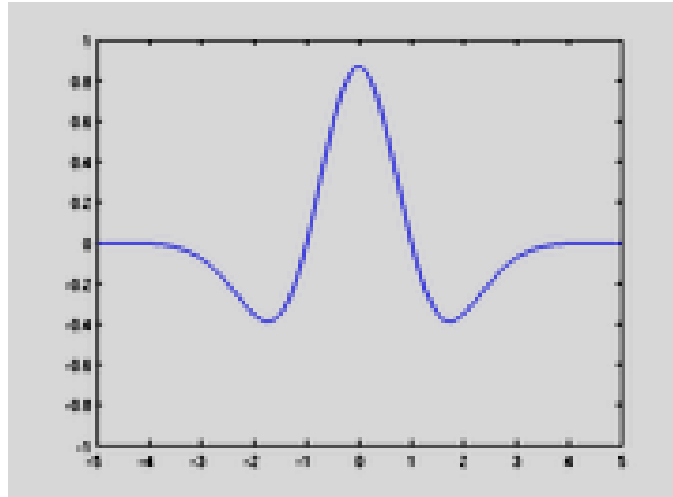
Contoh lain adalah fungsi dasar *Morlet*, yang merupakan fungsi bilangan kompleks:

$$\psi_{\sigma}(t) = c_{\sigma}\pi^{-\frac{1}{4}}e^{-\frac{1}{2}t^2}(e^{i\sigma t} - \kappa_{\sigma}) \quad \text{dengan} \quad \kappa_{\sigma} = e^{-\frac{1}{2}\sigma^2}$$

$$\text{dan } c_{\sigma} = \left(1 + e^{-\sigma^2} - 2e^{-\frac{3}{4}\sigma^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 1 *Wavelet Mexican Hat*



Gambar 2 Wavelet Morlet

Transformasi Wavelet Diskrit

Transformasi Wavelet Diskrit dalam penerapannya lebih mudah daripada Transformasi Wavelet Kontinu. Prinsip dasar dari Transformasi Wavelet Diskrit adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi.

Sinyal pertama-tama dilewatkan pada rangkaian filter high-pass dan low-pass, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai contoh melalui operasi sub-sampling. Proses ini disebut sebagai proses dekomposisi satu tingkat. Keluaran dari filter low-pass digunakan sebagai masukan di proses dekomposisi tingkat berikutnya. Proses ini diulang sampai tingkat proses dekomposisi yang diinginkan. Gabungan dari keluaran-keluaran filter high-pass dan satu keluaran filter low-pass yang terakhir, disebut sebagai koefisien wavelet, yang berisi informasi sinyal hasil transformasi yang telah terkompresi.

$$\begin{aligned}
 y_{low}[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]g[2n - k] \\
 y_{high}[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[2n - k] \dots\dots\dots(6)
 \end{aligned}$$

Persamaan 6 menjelaskan mengenai perhitungan pada low-pass filter dan high-pass filter. Ketika separuh dari sinyal frekuensi telah di dihilangkan, separuh sample dapat dibuang. Hasil keluaran dari pasangan filter menjadi sub-sampling.

Oleh karena operasi sub-sampling yang menghilangkan informasi sinyal yang berlebihan, transformasi wavelet telah menjadi salah satu metode kompresi data yang paling handal. Biro

investigasi federal (FBI) Amerika Serikat menggunakan metode ini dalam proses kompresi data sidik jari mereka.

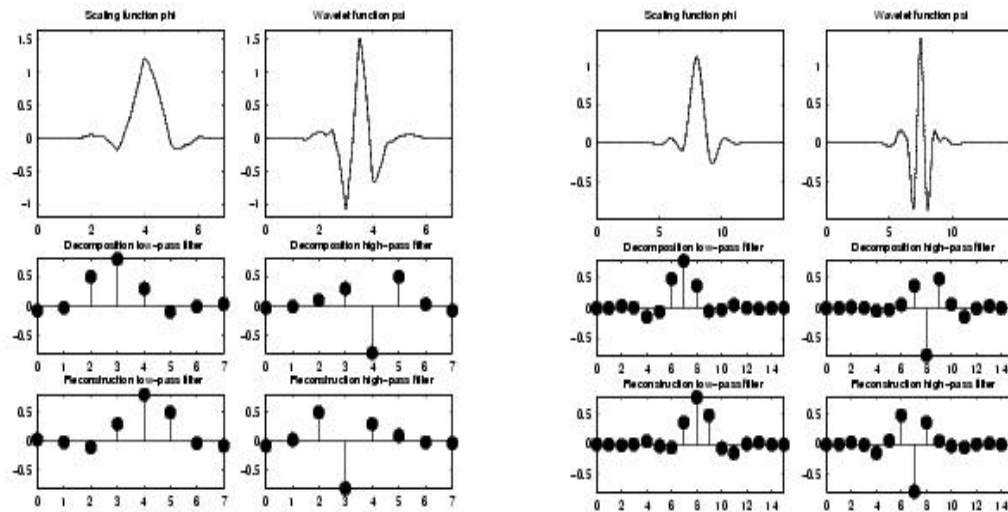
Pasangan *filter high-pass* dan *low-pass* yang digunakan harus merupakan *quadrature mirror filter (QMF)*, yaitu pasangan filter yang memenuhi persamaan berikut:

$$h[L - 1 - n] = (-1)^n \cdot g[n] \dots \dots \dots (7)$$

dengan $h[n]$ adalah *filter high-pass*, $g[n]$ adalah *filter low-pass* dan L adalah panjang masing-masing *filter*.

Wavelet Symlet.

Karakteristik umum *wavelet symlet* secara lengkap didukung oleh *wavelet* melalui asimetri terkecil dan angka lenyap tertinggi pada saat *width* ditentukan. *Wavelet symlet* dikenal dengan singkatan *sym*. Pada penulisan *symN*, N adalah order, contohnya *sym2*, *sym8*. Beberapa pengarang menggunakan $2N$ sebagai ganti N . *Symlet* berkaitan dengan *symmetric*, sehingga sebagai konsekwensi beberapa pengarang tidak menyebutnya sebagai *symlets*.



Gambar 3 *Wavelet Symlet*

Gambar 3 menjelaskan mengenai pencuplikan sinyal yang diskalakan dan kemudian didekomposisikan dengan *wavelet symlet*.

Daubechies mengusulkan bahwa modifikasi *wavelets* dalam hal peningkatan simetri dapat dilakukan pada saat tetap mempertahankan bentuk yang paling sederhana. Gagasan tersebut yaitu menggunakan kembali persamaan m_0 yang terdapat dalam dbN, dengan mempertimbangkan $|m_0(\omega)|^2$ sebagai fungsi W dari $W(z) = U(z)\overline{U(\frac{1}{z})}$. Faktor W pada beberapa cara berbeda dalam bentuk $z = e^{i\omega}$ sebab akar-akarnya dengan modulus tidak sepadan dengan 1 yang pergi berpasangan. Jika salah satu dari akar adalah z_1 , kemudian $\frac{1}{z_1}$ juga suatu akar. Dengan memilih U pada modulus dari z_1 ia akar yang kurang dari 1, berarti telah membangun Daubechies *wavelets* dbN. Filter U merupakan suatu "saringan tahap minimum". Dengan membuat pilihan lain, dapat diperoleh saringan yang lebih simetris, inilah yang disebut *symlet*. [3]

4. Sidik Jari Manusia

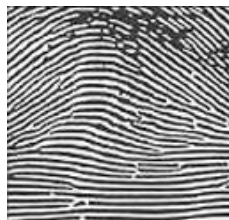
Karakteristik yang dimiliki oleh sidik jari adalah :

1. *Perennial Nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.
2. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapat kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang. [4]

Sidik jari manusia dibagi atas 5 kelompok pola utama sidik jari, yaitu : *Whorl*, *Arch*, *Tented Arch*, *Right Loop*, dan *Left Loop*. [3]



Gambar 4 Pola Whorl



Gambar 5 Pola Arch



Gambar 6 Pola Tented Arch



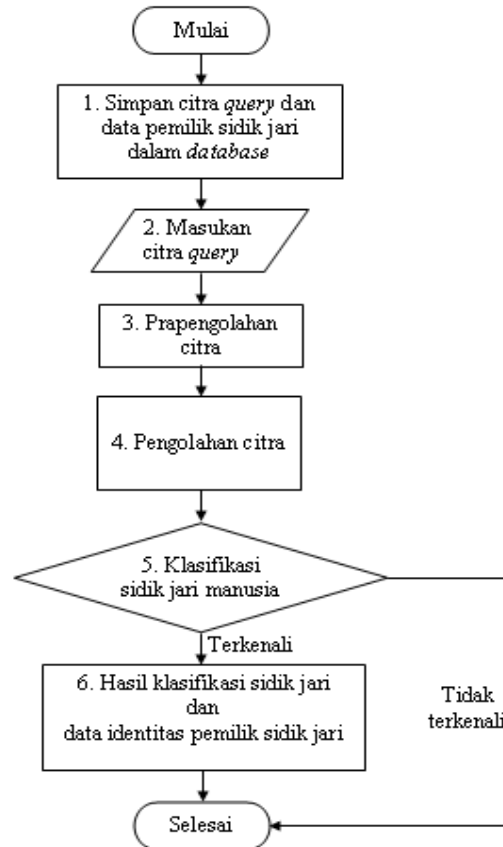
Gambar 7 Pola Right Loop



Gambar 8 Pola Left Loop

5. Perancangan sistem

Perancangan sistem ini menjelaskan proses pengenalan citra sidik jari dengan menggunakan metode *wavelet symlet 6*. Sebelum citra diproses, citra telah disimpan ke dalam database beserta data identitas pemilik sidik jari tersebut. Kemudian citra diklasifikasikan ke salah satu pola utama sidik jari manusia dan selanjutnya ditampilkan beserta informasi identitas pemilik sidik jari tersebut dan keterangan termasuk dalam kelas manakah citra sidik jari tersebut. Proses diatas ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 Diagram Alir Sistem Klasifikasi Sidik Jari Manusia.

Berikut adalah urutan langkah yang diterapkan dalam sistem ini:

- 1) Simpan citra *query* dan data pemilik sidik jari dalam *database* merupakan tahap awal dimana citra yang akan diklasifikasi terlebih dahulu dimasukan kedalam *database* beserta informasi kepemilikan sidik jari tersebut. Data informasi berupa nama dan no ID.
- 2) Masukan citra *query* merupakan tahap memasukan citra sidik jari yang berbentuk JPG dengan ukuran 128x128 piksel kemudian akan diproses lebih lanjut.
- 3) Prapengolahan citra merupakan tahap mengubah dan mempersiapkan nilai-nilai piksel citra digital terkait sehingga menghasilkan bentuk yang lebih cocok untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya. Tahap ini dimulai dengan mengubah warna citra menjadi *grayscale*. Tujuannya

adalah untuk mendapatkan matriks intensitas warna penyusun citra. Selanjutnya, proses binerisasi yaitu citra diubah menjadi bentuk biner, 1 adalah hitam dan 0 adalah putih, kemudian pola inputan yang telah di binerkan dicocokkan dengan vektor *input 9 bit*. Vektor *input 9 bit* merupakan pola ukuran piksel 3 x 3 yang sederhana dalam mencocokkan pola *input* dan *output*, karena semakin sedikit pola maka akan semakin presisi citra yang diproses dan tidak memakan waktu yang lama.

Tabel 1 Contoh pola masukan dan keluaran dengan proses binerisasi
(Elvayandri, 2002)

No.	feature	Vektor input (9 bit)	Vektor output (2 bit)	No.	Feature	Vector input (9 bit)	Vector Output (2 bit)
1.		101010010 (pola-1)	00	9.		010111000 (pola-3)	10
2.		001110001 (pola-1)	00	10.		010011010 (pola-3)	10
3.		010010101 (pola-1)	00	11.		000111010 (pola-3)	10
4.		100011100 (pola-1)	00	12.		010110010 (pola-3)	10
5.		010011100 (pola-2)	01	13.		101010001 (pola-4)	11
6.		100011010 (pola-2)	01	14.		100010101 (pola-4)	11
7.		001110010 (pola-2)	01	15.		101010100 (pola-4)	11
8.		010110001 (pola-2)	01	16.		001010101 (pola-4)	11

Tahap prapengolahan citra bertujuan untuk mengubah citra agar bentuk yang dihasilkan lebih jelas, detail dan lebih cocok untuk proses selanjutnya.

- 4) Pengolahan citra dengan metode *wavelet* merupakan langkah selanjutnya untuk memproses citra. Transformasi *wavelet* merupakan alat yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya. Transformasi *wavelet* memiliki kemampuan membawa keluar ciri-ciri (*features*) khusus dari citra yang diteliti, yaitu ketika *wavelet* melakukan proses dekomposisi dan mengambil *sub-sampling* pada citra, pada proses ini mendeteksi jumlah titik *vocal*, *whorl*, *core*, dan parameter *gradient* antara dua titik *vocal*. Ciri-ciri inilah yang membedakan pola pada sidik jari. Tahap ini citra diproses melalui dekomposisi *wavelet symlet 6*.
- 5) Klasifikasi sidik jari. Tahap ini merupakan proses mencocokkan dengan metode korelasi koefisien antara citra pustaka dengan citra *query*. Korelasi koefisien yang paling besar merupakan pencocokan terbaik antara citra yang telah dimasukan atau yang di sebut citra *query* dengan salah satu pola kelas dalam klasifikasi sidik jari atau yang disebut citra pustaka. Pencocokan dilakukan dalam bentuk matriks. Matriks korelasi n peubah acak X_1, \dots, X_n adalah $n \times n$ matrik dimana i, j adalah $\text{corr}(X_i, X_j)$. Ukuran korelasi yang digunakan adalah koefisien momen-produk, matriks korelasi akan sama dengan matriks kovarians

peubah acak yang telah distandarkan $X_i / SD(X_i)$ untuk $i = 1, \dots, n$. Sehingga, matriks korelasi merupakan matriks definit tak-negatif. Matriks korelasi selalu simetris, yakni korelasi antara X_i dan X_j adalah sama dengan korelasi antara X_j and X_i). Nilai ambang batas yang ditentukan adalah lebih dari sama dengan 97% dari 100% kemiripan. Jika terdapat sidik jari manusia yang tidak sesuai dengan lima kelompok besar sidik jari manusia maka citra tersebut dinyatakan tidak terkenali dan tidak akan diproses lebih lanjut.

- 6) Hasil klasifikasi sidik jari dan data identitas pemilik sidik jari. Tahap ini merupakan tahap yang menampilkan citra hasil proses klasifikasi dan juga tahap dimana citra *query* dinyatakan terkenali atau termasuk salah satu kelas dalam klasifikasi sidik jari manusia, serta menampilkan data informasi identitas pemilik sidik jari tersebut.

6. Perancangan database

Database yang digunakan pada sistem klasifikasi sidik jari adalah *database* yang dirancang dalam *matlab 6.5* dalam bentuk *fdata.dat*. *Fdata.dat* berfungsi sebagai tempat menyimpan sejumlah matriks.

Tabel 2 *Database* pada sistem klasifikasi sidik jari

No	Nama variabel	Ukuran matriks
1.	DB_Five	n x n
2.	No_Data_Five	n x n
3.	DB_Four	n x n
4	No_Data_Four	n x n
5	DB_Three	n x n
6	No_Data_Three	n x n
7	DB_Two	n x n
8	No_Data_Three	n x n
9	DB_one	n x n

7. Hasil dan Pembahasan

Pengujian Modul

Pengujian modul merupakan tahap untuk menjelaskan proses yang terjadi jika fungsi-fungsi didalam modul *dirun* dan *menguji* setiap modul-modul yang terdapat dalam perancangan ini. Apabila modul *error*, maka akan dilaporkan kendala dan alasan *error* yang terjadi. Sedangkan jika berhasil, akan dilaporkan juga *output* dari masing-masing modul tersebut.

SkripsiShanty.m. Modul ini menjadi menu utama dalam perancangan klasifikasi sidik jari. Didalam modul ini terdapat beberapa fungsi utama, yaitu :

- *function open_object_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk mengeksekusi perintah membuka citra *query* kemudian meletakkannya pada *axes1*.
- *function save_object_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk menyimpan citra *query* yang telah terklasifikasi ke lokasi penyimpanan.
- *function refresh_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk me-*refresh* antarmuka sistem klasifikasi sidik jari jika peneliti akan melakukan proses klasifikasi sidik jari lagi.
- *function exit_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk mengeksekusi keluar antarmuka sistem klasifikasi sidik jari
- *function create_new_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk menyimpan citra *query* dan data identitas pemilik sidik jari kedalam *database* yang digunakan untuk proses klasifikasi. Didalam fungsi ini terdapat *syntax* yang berfungsi untuk memanggil modul *database_in*.
- *function delete_object_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk menghapus data-data yang telah tersimpan dalam *database*. Didalam fungsi ini terdapat *syntax* untuk memanggil modul *database_del*.
- *function information_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk membuka *interface information*. Didalam modul ini terdapat *syntax* untuk memanggil modul *database_info*.
- *function recognize_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini merupakan fungsi perhitungan pengolahan citra dengan menggunakan metode *wavelet symlet 6* dan proses pencocokan citra *query* dengan citra pustaka. *Error* yang sering terjadi biasanya pada saat citra *query* diolah hasilnya rusak. Hal itu disebabkan oleh kesalahan pengambilan data *sample* secara manual, kesalahan-kesalahan tersebut yaitu ketebalan pola sidik jari terlalu tipis atau terlalu tebal yang menyebabkan citra *query* tidak terkenali pada proses pencocokan dengan citra pustaka. Didalam fungsi ini juga terdapat 5 pola sidik jari yang disebut citra pustaka, sehingga jika pola citra *query* diluar dari 5 pola citra pustaka maka citra *query* tidak akan terkenali.

Database_in.m. Modul ini merupakan kumpulan fungsi-fungsi untuk menyimpan citra *query* dan data identitas pemilik kedalam *database* sebelum citra *query* diolah dan diklasifikasikan untuk ditampilkan pada *interface* klasifikasi sidik jari. Jika modul ini dilewati pada saat menjalankan sistem klasifikasi sidik jari, maka sistem klasifikasi sidik jari tidak akan berhasil dan sistem menjadi *error*.

- *function database_in_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)*
Fungsi ini merupakan fungsi yang memuat data untuk disimpan.
- *function nama_Callback(hObject, eventdata, handles)* dan *function no_id_Callback(hObject, eventdata, handles)*.
Fungsi-fungsi ini untuk mengeksekusi inputan nama dan no ID yang berupa *string*.
- *function add_object_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk melakukan proses penyimpanan citra *query* yang akan diproses beserta data identitas pemilik sidik jari. Meskipun didalam fungsi ini telah terjadi proses pengolahan citra dengan metode *wavelet symlet 6*, namun tujuannya untuk menyimpan citra *query* kedalam database yang telah tersedia.
- *function open_Data_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi merupakan fungsi untuk mencari dan meletakkan citra *query* yang akan diproses ke *axes* yang telah disediakan.
- *function metu_mas_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk mengeksekusi keluar *interface database_in*.

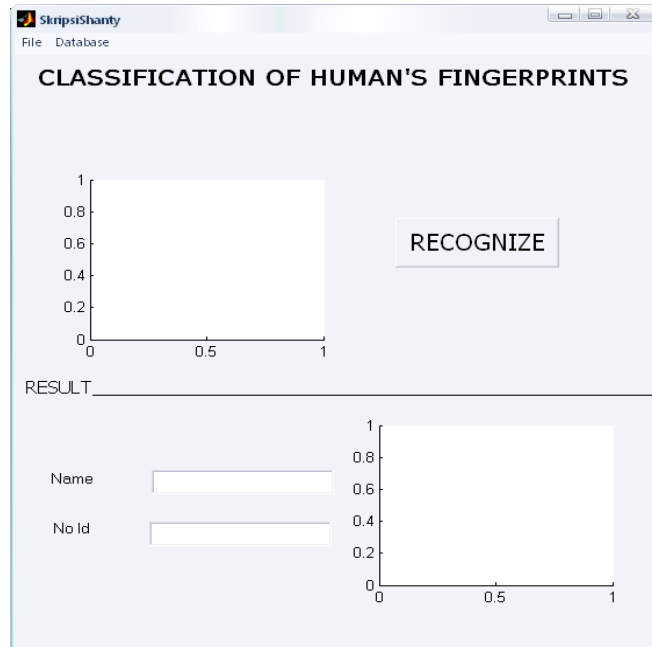
Database_info.m. Modul ini berfungsi untuk menampilkan data-data yang telah tersimpan dalam *database* dan menghapus data-data dalam *database*. Modul ini akan menampilkan *window error dialog* jika terjadi kesalahan penginputan name dan no *ID*, yaitu *Name* dan no *ID* tidak sesuai dengan data yang tersimpan dalam *database*

- *function nama_Callback(hObject, eventdata, handles)* dan *function no_id_Callback(hObject, eventdata, handles)*.
Fungsi-fungsi ini untuk mengeksekusi inputan nama dan no ID yang berupa *string*.
- *function oke_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk menampilkan data yang telah tersimpan dalam *database* kedalam *interface information*. *Error* terjadi ketika inputan yang dimasukan tidak sesuai dengan data yang terdapat dalam *database*.
- *function del_data_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi untuk menghapus data-data yang telah tersimpan dalam *database*. Penghapusan data dapat dilakukan satu persatu jika hanya akan menghapus satu atau beberapa data, atau menghapus data sekaligus.
- *function delete_ALL_OK_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi untuk mengeksekusi perintah menghapus semua data dalam *database*.
- *function close_Callback(hObject, eventdata, handles)*
Fungsi ini untuk mengeksekusi keluar *interface information*.

Rumus.m. Modul ini merupakan perumusan binerisasi yang dirancang menjadi pasangan pola input dan output dalam bentuk 9 bit (ukuran 3 x 3 piksel).

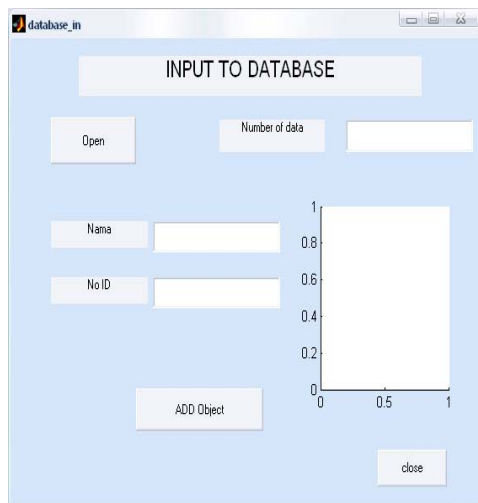
Pembahasan

Implementasi program merupakan langkah merealisasikan perancangan menjadi sistem yang nyata dan dapat digunakan.

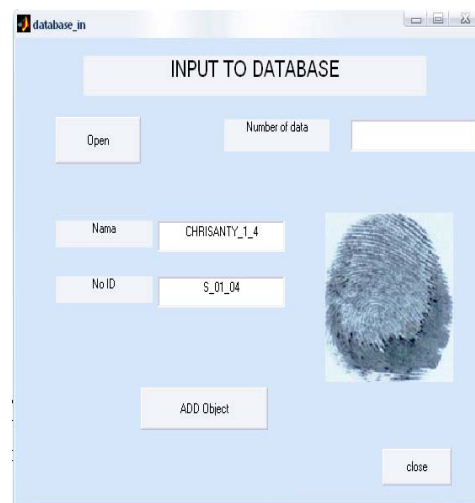


Gambar 10 Interface sistem klasifikasi sidik jari

Interface system klasifikasi sidik jari merupakan tampilan awal sistem dan proses klasifikasi sidik jari terjadi yang kemudian menampilkannya pada form *result*. *Interface* ini terbagi menjadi beberapa *interface* yang berfungsi untuk melakukan proses penyimpanan citra *query* dan data identitas pemilik sidik jari tersebut,



Gambar 11 Interface create new



Gambar 12 Interface create new menginput data

Interface create new berfungsi untuk menyimpan citra *query* dan data pemilik sidik jari tersebut kedalam *database*. Pada *edit text nama*, format penulisan nama diisi dengan nama_no uji_no urut, sedangkan pada *edit text no ID*, format penulisannya S_no uji_no urut. Yang dimaksudkan S pada format no ID adalah *sample*. Tujuan untuk memberi kemudahan pengertian penginputan no ID dan format no ID tetap berupa *string*.



Gambar 13 *Interface information* menampilkan data



Gambar 14 *Interface information* permintaan menghapus data

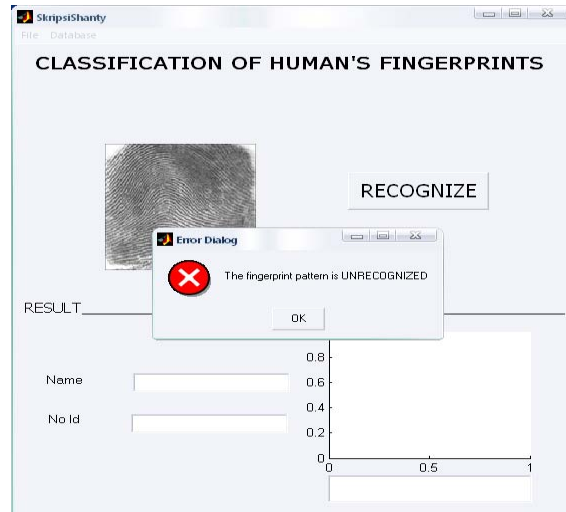
Interface information berfungsi untuk menampilkan data yang tersimpan dalam *database* dan menghapus data dalam *database*. Data yang akan dihapus dapat dilakukan satu persatu atau sekaligus.

RIGHT LOOP

Gambar 15 Tampilan citra yang telah terklasifikasi dan data identitas pemilik sidik jari

Gambar 16 Tampilan menyimpan citra yang telah terklasifikasi

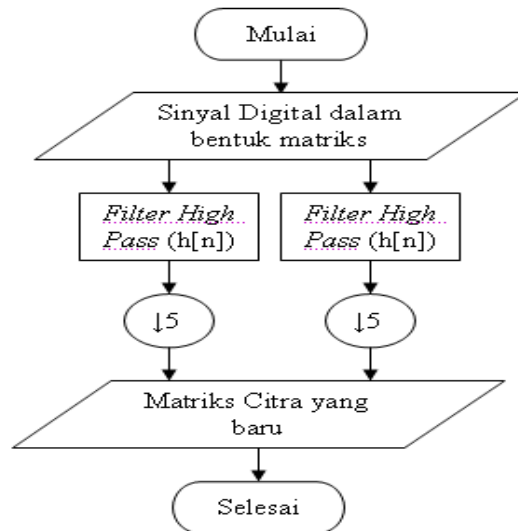
Hasil akhir perancangan sistem klasifikasi sidik jari adalah keberhasilan menampilkan citra yang telah terklasifikasi dengan data identitas pemilik sidik jari tersebut dan keterangan kelas klasifikasi sidik jari citra. Citra yang telah berhasil terklasifikasi disimpan ke lokasi penyimpanan dengan format penulisan nama pemilik sidik jari.jpg, contoh chrisanty_1_4.jpg



Gambar 17 Tampilan citra *query* tidak dapat diproses dan tidak terklasifikasi

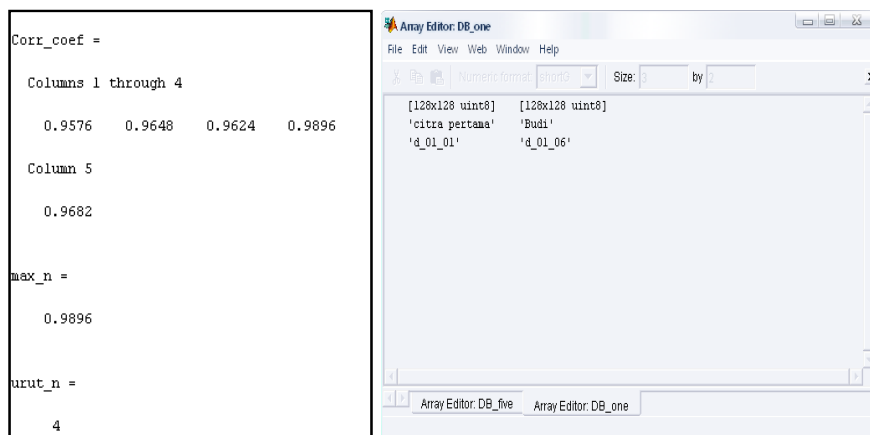
Jika citra *query* yang akan diproses belum disimpan dalam *database* atau citra *query* tidak termasuk dalam 5 kelas utama klasifikasi sidik jari pada saat proses klasifikasi sidik jari, maka sistem akan menampilkan *error dialog window* dengan *comment* "The fingerprint pattern is UNRECOGNIZED". Maksudnya adalah citra *query* tersebut tidak dapat diproses.

Cara kerja atau proses transformasi *wavelet symlet 6* yaitu citra yang akan diproses merupakan sinyal *digital* yang direpresentasikan dengan matriks. Dengan menggunakan *Toolbox Wavelet* pada *matlab*, citra yang telah diubah menjadi matriks kemudian didekomposisikan untuk mendapatkan ciri-ciri khusus, *syntax* atau bentuk penulisannya dalam *matlab* yaitu $[c,s] = \text{wavedec}(\text{img}(:,5), 'sym6')$; C adalah *composed of row vector* dan s adalah matriks citra yang baru. Proses dekomposisi *wavelet symlet 6* yaitu matriks citra input dilewatkan pada rangkaian *filter high pass* dan *low pass*, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai contoh melalui operasi *sub-sampling* pada skala 5.

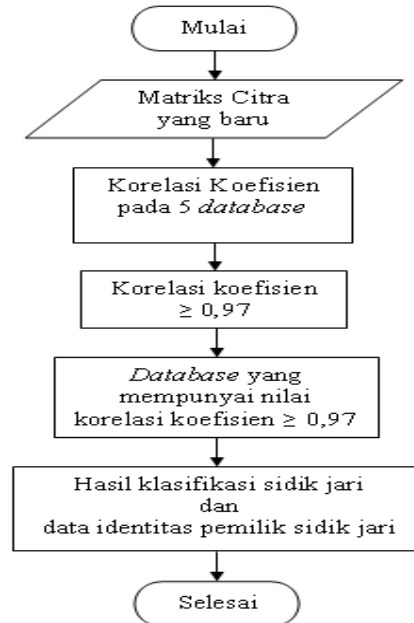


Gambar 18 Diagram Alir Proses *Transformasi Wavelet Symlet 6*

Cara kerja atau proses klasifikasi sidik jari yaitu pencocokan dilakukan dalam bentuk matriks. *Syntax* atau bentuk penulisan dalam *matlab* yaitu `Corr_coef(:,i) = corr2(c,data_DB(:,i))`. Ukuran korelasi yang digunakan adalah koefisien momen-produk, matriks korelasi akan sama dengan matriks kovarians peubah acak. Sehingga, matriks korelasi merupakan matriks definit tak-negatif dan matriks korelasi selalu simetris. Nilai ambang batas yang ditentukan adalah lebih dari sama dengan 0,97 dari 1 sebagai nilai absolut. Hasil atau nilai korelasi koefisien pada masing-masing *database* akan dipilih nilai yang terbesar dan paling mendekati nilai absolut yaitu 1, maka *database* itulah yang digunakan untuk mengidentifikasi citra dalam matriks kemudian menampilkannya pada *interface* klasifikasi sidik jari manusia.



Gambar 19 Tampilan eksperimen cara klasifikasi dan identifikasi sidik jari manusia



Gambar 20 Diagram Alir Cara Kerja Klasifikasi Sidik Jari

Pengujian dengan Data Set

Pada tahap pengujian data set, *sample* yang diambil adalah 35 sidik jari manusia melalui *form* yang telah dibagikan ke beberapa orang. Data yang diambil adalah sidik jari pada jempol manusia yang tidak pernah mengalami kecelakaan serius. Kemudian masing-masing *sample* diuji sebanyak 3 kali untuk mendapatkan *output* yang benar dan *valid*.

Tabel 3 Hasil Pengujian dengan data set yang telah ada dalam database

NO	DATA SAMPEL	UJI 1	UJI 2	UJI 3	KETERANGAN
1	Anthony Pambudi	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
2	Chrisanty M Rorimpandey	TIDAK	YA	TIDAK	BERHASIL
3	Daniel Salomo	YA	YA	TIDAK	BERHASIL
4	David Budi S	YA	YA	TIDAK	BERHASIL
5	Dody Kurniawan	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
6	Erick Stefanus Gunawan	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
7	Farina Harijanto	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
8	Febriana	YA	YA	TIDAK	BERHASIL
9	Ferly Theresya	YA	YA	YA	BERHASIL

NO	DATA SAMPEL	UJI 1	UJI 2	UJI 3	KETERANGAN
10	Hagusa Masahiro	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
11	Iwan Wibowo Untaryo	TIDAK	TIDAK	YA	BERHASIL
12	Jojo Uli H Naipospos	YA	YA	YA	BERHASIL
13	Joyo Wardoyo	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
14	Karel	YA	YA	YA	BERHASIL
15	Micky Kharisma	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
16	Monalisa H P Buyung	YA	YA	YA	BERHASIL
17	Nanda Christian	YA	TIDAK	TIDAK	BERHASIL
18	Novi Yuanita	YA	YA	YA	BERHASIL
19	Novian Eka Hanadi	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
20	Novika Prasetyanti Kurniawan	YA	YA	TIDAK	BERHASIL
21	Oni Noviana	YA	YA	YA	BERHASIL
22	Ranie K P	YA	YA	YA	BERHASIL
23	Stefanus Angga	YA	TIDAK	YA	BERHASIL
24	Syanti Dewi	YA	YA	YA	BERHASIL
25	Theofilus Kurniawan	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
26	Thomas	TIDAK	TIDAK	YA	BERHASIL
27	Tirza Florence manurip	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
28	Yonathan A W P	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK BERHASIL
29	Yosafat Agus Adi	YA	YA	YA	BERHASIL
30	Yudhitya	YA	YA	YA	BERHASIL

Pada tabel pengujian diatas terjadi beberapa kasus yaitu ;

- YA artinya proses klasifikasi berhasil. Citra *query* dapat dikenali dan terklasifikasi. Namun terkadang proses klasifikasi tereksekusi kurang baik meskipun hasil terakhir citra *query* tetap dikenali oleh citra pustaka. Hal ini dapat terjadi karena proses binerisasi dalam pola input 9 bit (ukuran piksel 3 x 3) ternyata merupakan cara yang primitif untuk digunakan pada proses klasifikasi sidik jari karena pola setiap sidik jari yang sangat unik.
- TIDAK artinya citra *query* tidak dikenali dan tidak terklasifikasi. Hal ini disebabkan oleh sketsa sidik jari yang terbentuk kurang jelas yaitu ketebalan pola citra *query* yang terlalu tipis atau terlalu tebal pada saat pengambilan citra secara manual. Awalnya pada saat citra tidak dikenali dan tidak terklasifikasi, pada *matlab* 6.5 ditampilkan *comment* yang menjelaskan letak kode program yang *error* (lihat Lampiran 2) . Namun, *error* yang terjadi telah diperbaiki.

Proses klasifikasi sidik jari dikatakan berhasil jika dalam 3 kali menginput citra *query*, minimal 1 kali citra *query* tersebut dapat diproses dan terklasifikasi. Tingkat keberhasilan proses klasifikasi sidik jari dengan cara pengambilan data yang manual adalah

$$\frac{24 \text{ data sampel yang berhasil}}{30 \text{ data sampel}} \times 100 \% = 80 \%$$

Cara pengambilan data yang manual, yaitu jempol sidik jari diambil dengan menggunakan tinta stempel yang ditempelkan pada kertas kemudian di *scan* merupakan cara yang kurang baik, karena akan memberi pengaruh pada sketsa sidik jari yang terbentuk antara lain ketebalan tinta yang menempel terlalu tebal atau tipis, *brightness* pada citra ketika di *scan*, ukuran citra sidik jari yang beragam serta posisi sidik jari yang tidak tegak.

Cara pengambilan citra sidik jari yang baik adalah menggunakan alat atau *hardware* khusus pengambilan citra sidik jari atau menggunakan jasa situs yang memberikan standar format citra (ketebalan citra, *brightness*, ukuran citra, dan posisi citra) yang seragam.

8. Kesimpulan

Wavelet symlet 6 mampu mengolah citra dan menampilkan ciri-ciri khusus citra, namun cara pengambilan sidik jari dengan tinta stempel yang dicap pada kertas kemudian di *scan* merupakan cara yang kurang baik. Walaupun dengan menerapkan pendekatan binerisasi dengan pola *input 9 bit* terhadap data citra sidik jari secara manual, penerapan metode *wavelet symlet 6* dapat memberikan hasil ketepatan mencapai 80 %.

Daftar Pustaka

- [1] Daubechies, I. (1994). *Ten Lectures On Wavelet* : Matlab Help.
- [2] Elvayandri. (2002). Sistem keamanan akses menggunakan pola sidik jari berbasis jaringan saraf tiruan. Diambil dari: <http://www.cert.or.id/~budi/courses/el695/projects/report-elva.pdf>.
- [3] Minarni. (2004). Klasifikasi sidik jari dengan pemrosesan awal transformasi wavelet. Diambil dari: <http://www.elektro.undip.ac.id/transmisi/desember04.htm>.
- [4] Wijaya. (2004). Pengenalan citra sidik jari berbasis transformasi wavelet dan jaringan saraf tiruan. Diambil dari: <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/pdf.php?PublishedID=ELK04040107>.