

IDENTIFIKASI CITRA SIDIKJARI MENGGUNAKAN ALIHRAGAM WAVELET DAN JARAK EUCLIDEAN

Gunar Hendarko

Ahmad Hidayatno – R. Rizal Isnanto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

During this time, fingerprint identification is performed manually using the naked eyes. Therefore, a research must be done to help people identifying a fingerprint. Techniques or methods which can recognize the fingerprint pattern of a program supported by the software. In this final project the system established has a purpose to recognize a fingerprint image and in the end can identify the owner of the fingerprint. This research is also to obtain a best wavelet for fingerprint recognition and to know performance from this recognition system.

Fingerprint identification process beginning from image data acquisition, image processing, and decomposition process using *wavelet* transform. *Wavelet* transform used is fingerprint image feature. Then the energy value of each fingerprint from wavelet decomposition is calculated. There, the value a energy is saved in database. The further process to compare the energy between fingerprint which will be identified by fingerprint which exist in database. The fingerprint energy which has a minimum Euclidean distance will be taken as the identified fingerprint.

The experiment were carried out in four kind of *wavelets* i.e Haar, Daubiechies, Symlet and Coiflet. This experiment used 200 fingerprint image from 10 responders. Each responder has 10 database image and 10 test image. From four kind of wavelet tested, it can be shown that all of them have good result. However for best type of wavelet Daubiechies_8 has a best image recognition with recognition success rate reaches 91% without threshold value. The experiment is also done by using 5 database images and one database image. In experiment using 5 database images, recognition success rate reaches 90%, while for best wavelet experiment using 1 database image recognition success rate occurs to be declined become 83%.

Keywords: Fingerprint, image processing, *wavelet* transform, Euclidean distance.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi, terutama di bidang dunia digital, membawa perubahan cukup besar. Salah satunya dengan adanya digitalisasi data citra. Hampir semua sistem analog digantikan dengan sistem komputerisasi.

Perkembangan pengolahan citra digital juga semakin luas, di antaranya adalah pengenalan pola (*pattern recognition*) pada citra digital. Pola dari citra yang diolah adalah guratan-guratan sidikjari. Ciri khas yang dimiliki suatu guratan pola sidikjari tersebut berbeda antara satu orang dengan orang lain. Perbedaan pola dari sidikjari tersebut bisa digunakan sebagai identifikasi.

1.2 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat suatu perangkat lunak yang bisa mengenali pola sidikjari secara otomatis.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada tugas akhir ini masalah yang dibahas akan dibatasi pada :

1. Pengenalan sidikjari hanya digunakan untuk sidikjari ibu jari tangan kanan.

2. Pengenalan pola sidikjari hanya dilakukan dalam posisi tegak terhadap alat pemindai sidikjari.
3. Pola sidikjari yang diidentifikasi adalah pola-pola sidikjari dalam keadaan bersih dan normal.
4. Alat pemindai hanya digunakan untuk akuisisi data citra sidikjari dan tidak terhubung langsung dengan sistem yang dibuat.
5. Citra yang diolah merupakan citra aras keabuan dengan 256 derajat keabuan.
6. Metode yang digunakan adalah menggunakan alihragam *wavelet* dan jarak Euclidean.
7. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Matlab R2008a

II. Dasar Teori

2.1 Pengantar Sidikjari

Sifat-sifat yang dimiliki oleh sidikjari, antara lain^[2]:

1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidikjari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.
2. *Immutability*, yaitu sidikjari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidikjari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.

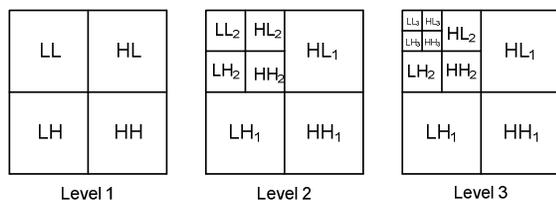
Ciri khas sidikjari yang digunakan adalah guratan sidikjari yang dapat diidentifikasi dengan cara menganalisis detail dari guratan-guratan sidikjari yang dinamakan dengan “*minutiae*”. Ciri-ciri pada pola sidik jari dapat berupa lengkungan, jumlah garis, vektor ciri, dll.

2.2 Alihragam Wavelet

Ide tentang *wavelet* telah ada sejak awal abad 20, tetapi pengembangannya baru dicapai pada tahun 80-an. Disamping paper oleh Frazier dan Jawerth (1985), *wavelet* juga populer disekolah “*French School*” di Perancis yang diketuai oleh J. Morlet, A. Grossman, dan Y. Meyer.

2.2.1 Alihragam *wavelet* pada citra

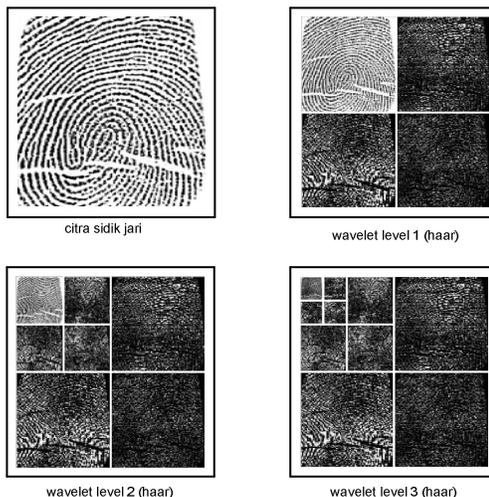
Alihragam *wavelet* terhadap citra adalah menapis citra dengan tapis *wavelet*. Hasil dari penapisan ini adalah 4 sub citra dari citra asal, ke-4 sub citra ini berada dalam domain *wavelet*. Ke-4 sub citra ini adalah lolos rendah-lolos rendah (LL), lolos rendah-lolos tinggi (LH), lolos tinggi-lolos rendah (HL), dan lolos tinggi-lolos tinggi (HH). Proses ini disebut dekomposisi, dekomposisi dapat dilanjutkan kembali dengan citra lolos rendah-lolos rendah (LL) sebagai masukannya untuk mendapatkan tahap dekomposisi selanjutnya. Gambar 2 menunjukkan suatu citra dekomposisi dari level 1 sampai level 3.



Gambar 2. Dekomposisi citra

Pada dekomposisi aras 1, *Subband* hasil dari dekomposisi dapat didekomposisi lagi karena aras dekomposisi *wavelet* bernilai dari 1 sampai n atau disebut juga alihragam *wavelet multilevel*. Jika dilakukan dekomposisi lagi, maka *subband* LL yang akan didekomposisi karena *subband* LL berisi sebagian besar dari informasi citra. Jika dilakukan dekomposisi dengan aras dekomposisi dua maka *subband* LL akan menghasilkan empat buah *subband* baru, yaitu *subband* LL2 (Koefisien Aproksimasi 2), HL2 (Koefisien Detil Horisontal 2), LH2 (Koefisien Detil Vertikal 2), dan HH2 (Koefisien Detil Diagonal 2).

Gambar dibawah menunjukkan citra sidikjari yang melalui proses penapisan *wavelet* (dekomposisi).



Gambar 3. Dekomposisi citra sidikjari

2.2.2 Jenis –Jenis *Wavelet*

Beberapa jenis *wavelet*:

1. *Wavelet* Haar.
Wavelet Haar adalah *wavelet* yang paling tua dan sederhana. Panjang tapis *wavelet* Haar adalah 2.
2. *Wavelet* Daubechies.
Wavelet daubechies memiliki nama pendek db, dan untuk orde N dituliskan dengan dbN. Untuk orde N = 1 disebut juga Haar, N = 2,...,N = 45. Panjang *wavelet* Daubechies adalah 2N.
3. *Wavelet* Symlet
Wavelet Symlet memiliki nama pendek sym, untuk orde N ditulis dengan symN. *Wavelet* Symlet memiliki orde N=2,...,45. Panjang tapis untuk *wavelet* Symlet adalah 2N. Misal sym10 memiliki panjang tapis 20.
4. *Wavelet* Coiflet
Wavelet Coiflets memiliki nama pendek Coif, untuk orde N dituliskan dengan CoifN. *Wavelet* Coiflets meimilki orde N = 1,...,5.

2.3 Jarak Euclidean

Jarak Euclidean digunakan untuk klasifikasi atau identifikasi suatu vektor ciri yang dimasukan dengan ciri pada basis data yang ada. Jarak Euclidean ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$d(\vec{u}, \vec{v}) = \|\vec{u} - \vec{v}\| = \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2 + \dots + (u_n - v_n)^2} \dots \dots \dots (3)$$

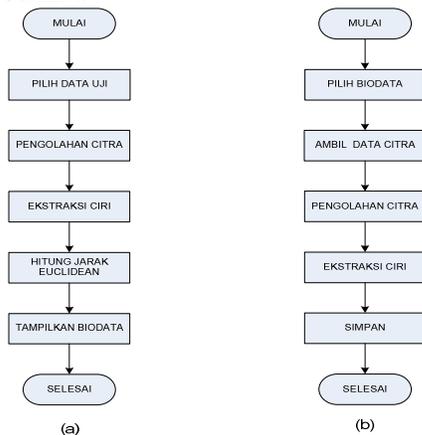
dengan:

- $d(\vec{u}, \vec{v})$ =jarak Eucidean
- \vec{u} = vektor ciri masukan
- \vec{v} = vektor ciri basis data
- n = jumlah vektor ciri

Pengenalan diperoleh dengan menghitung jarak terdekat, yaitu nilai jarak Euclidean yang paling kecil.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROGRAM

Diagram alir untuk perancangan sistem sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram alir (a) pengenalan (b) pelatihan

3.1 Akuisisi Data Citra

Akuisisi data citra dilakukan dengan alat pemindai khusus sidikjari. Pemindai yang digunakan adalah *U.are.U 4000B fingerprint sensor*. Sensor ini berukuran 79mm×49mm×19mm. Citra sidikjari yang dihasilkan berukuran 154×208 piksel dengan resolusi 512 dpi (*dot per inch*). Format citra dalam bentuk *Windows Bitmap Graphics (*.bmp)*.

3.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra bertujuan untuk mengubah dan mempersiapkan nilai-nilai piksel citra digital terkait agar menghasilkan bentuk yang lebih cocok untuk operasi berikutnya. Pengolahan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) dan pemotongan citra (*image cropping*).

3.2.1 Perbaikan Kualitas Citra

Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Pada proses ini, ciri-ciri tertentu yang terdapat di dalam citra lebih diperjelas kemunculannya.

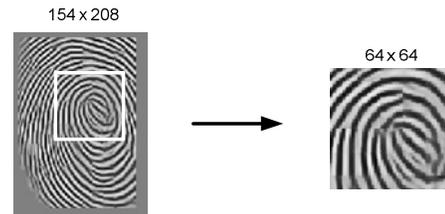


Gambar 5. Perbaikan kualitas citra sidikjari

Pada Gambar 5 menunjukkan perbedaan kualitas citra sidikjari. Citra sidikjari sebelum diperbaiki terdapat derau yaitu titik-titik hitam dan guratan-guratan dari sidikjari yang terputus-putus, dengan operasi perbaikan citra derau dapat dikurangi dan alur guratan-guratan lebih diperjelas.

3.2.2 Pemotongan Citra (*crop image*)

Pemotongan citra dilakukan citra untuk memilih dan memisahkan objek dari citra keseluruhan. Objek tersebut merupakan bagian dari citra yang akan diolah atau dianalisis.



Gambar 6. Citra hasil pemotongan

Pada tugas akhir ini citra masukan berukuran 154×208 piksel. Setelah citra di perbaiki kemudian dilakukan pemotongan terhadap citra tersebut. Citra hasil pemotongan berukuran 64×64 piksel.

3.3 Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan nilai yang merupakan ciri dari citra sidikjari tersebut. Ekstraksi dilakukan dengan menapis citra sidikjari dengan tapis *wavelet* kemudian dihitung energi hasil penapisan tersebut.

3.3.1 Tapis Wavelet

Sebagai masukan pada proses penapisan ini adalah citra hasil perbaikan (154×208 piksel) yang telah dipotong menjadi 64×64 piksel. Penapisan ini berfungsi mendekomposisikan citra masukan menjadi citra pendekatan (aproksimasi) dan citra detail.

Pada tugas akhir ini aras tapis *wavelet* yang diperbolehkan hanya sampai 5 saja, sebab untuk masukan citra 64×64 piksel apabila ditapis lebih dari aras 5 akan menunjukkan nilai 0 (nol) pada nilai energinya.

3.3.2 Perhitungan Energi

Perhitungan energi berfungsi untuk menghitung energi yang dihasilkan setiap citra hasil alihragam *wavelet*. Energi tersebut merupakan koefisien masukan perhitungan jarak Euclidean

3.4 Perhitungan Jarak Euclidean

Pencocokan sidikjari didasarkan pada perhitungan jarak Euclidean antarenergi citra uji dengan energi pada basis data. Rumus jarak euclidean dapat di lihat pada persamaan dibawah:

$$d(\vec{u}, \vec{v}) = \|\vec{u} - \vec{v}\| = \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2 + \dots + (u_n - v_n)^2} \dots \dots \dots (4)$$

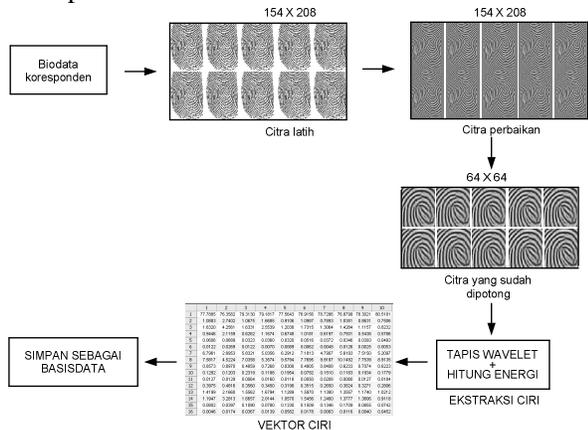
dengan:

- $d(\vec{u}, \vec{v})$ =jarak Eucidean
- \vec{u} = vektor ciri masukan
- \vec{v} = vektor ciri basis data
- n = jumlah vektor ciri

Pada tugas akhir ini perhitungan dilakukan dengan menghitung selisih energi hasil penapisan dari tiap-tiap sidikjari pada basisdata dengan data uji.

3.6 Proses Pelatihan

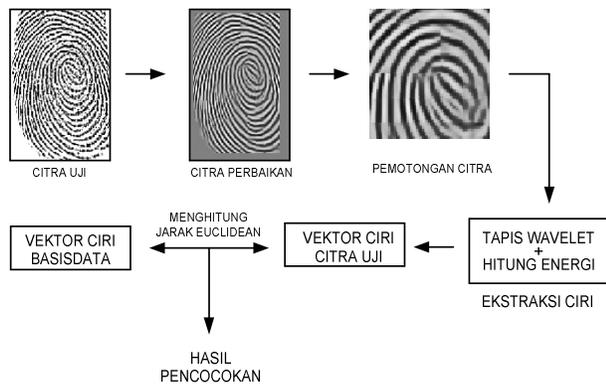
Proses pelatihan dilakukan dengan mengambil data citra sidikjari yang tersedia pada basis data. Untuk masing-masing koresponden, data yang digunakan sebagai basis data berjumlah sepuluh citra latih. Kesepuluh (10) citra latih inilah yang nantinya akan diekstraksi ciri dan vektor ciri hasil ekstraksi ciri inilah yang dijadikan sebagai ciri pembeda antara sidikjari yang satu dengan yang lain. Proses pelatihan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Pelatihan

3.7 Proses Identifikasi

Hasil pengenalan diperoleh dengan cara mengambil data dengan nilai jarak Euclidean paling kecil. Hanya ada dua hasil pengenalan, yaitu dikenali dan tidak dikenali. Dikenali bila data tersebut tidak lebih dari nilai ambang (*threshold*) dan tidak dikenali jika sebaliknya.



Gambar 8. Proses Pengenalan

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Hasil Penelitian

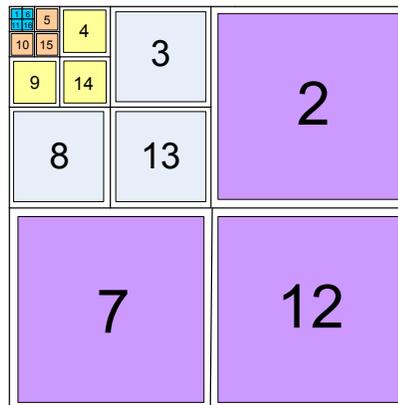
4.1.1 Akuisisi data

Akuisisi data citra dilakukan dengan alat pemindai khusus sidikjari. Pemindai yang digunakan adalah *U.are.U 4000B fingerprint sensor*. Sensor ini berukuran 79mm×49mm×19mm. Citra sidikjari yang

dihasilkan berukuran 154×208 piksel dengan resolusi 512 dpi (*dot per inchi*).

4.1.2 Dekomposisi Wavelet

Pada saat proses dekomposisi *wavelet* citra asli akan dipecah menjadi citra aproksimasi dan citra detail. Citra detail sendiri terdiri dari citra detail horizontal, citra detail vertikal dan citra detail diagonal. Kemudian citra aproksimasi didekomposisi kembali sampai aras yang digunakan yaitu aras 5, gambaran proses dekomposisi seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Dekomposisi *wavelet* level 5

Pada Gambar 9 terlihat ada 16 citra bagian (*subcitra*), ini berarti pada dekomposisi citra aras 5 akan di peroleh 16 ciri citra.

4.2 Pengujian dan analisis hasil pengujian

Pada pengujian digunakan 200 citra sidikjari yang terdiri dari 10 responden. 100 citra sidikjari digunakan untuk proses pelatihan dan 100 citra sidikjari lainnya untuk proses pengenalan, jadi masing-masing responden mempunyai 20 citra sidikjari dimana 10 citra digunakan pelatihan dan 10 lainnya sebagai citra ujinya.

Untuk tapis *wavelet* yang digunakan ada beberapa jenis tapis *wavelet* seperti tapis *wavelet* tipe Haar, Daubechies, Symlet dan Coiflet. Aras Dekomposisi yang digunakan pada pengujian ini adalah dekomposisi *wavelet* aras 5. Parameter yang dihitung dari pengujian ini adalah tingkat keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi suatu sidikjari. Rumus Tingkat keberhasilan adalah:

$$\% \text{keberhasilan} = \frac{\sum \text{benar}}{\sum \text{Data}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

Untuk citra basisdata apabila diujikan maka akan mempunyai nilai keberhasilan 100% karena semuanya sudah pernah dilatih dan pada jarak Euclidean akan menunjukkan nilai nol (0).

4.3 Pengujian Jenis Wavelet Terbaik

Berdasarkan hasil pengujian pada semua jenis Wavelet maka dapat dibuat analisis pengujian jenis wavelet terbaik. Hasil ini didapat dengan membandingkan prosentase tingkat keberhasilan pada masing-masing tapis baik tapis Haar, Daubiechies, Symlet maupun Coiflet. Keseluruhan Prosentase tingkat keberhasilan pada keseluruhan pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Prosentase Tingkat keberhasilan pada keseluruhan pengujian

Jenis Wavelet		Prosentase Tingkat keberhasilan
Haar		86%
Daubiechies	Daubiechies_2	62%
	Daubiechies_5	88%
	Daubiechies_8	91%
Symlet	Symlet_2	61%
	Symlet_7	77%
Coiflet	Coiflet_1	65%
	Coiflet_3	90%
	Coiflet_5	86%

Dari Tabel 2, jenis *wavelet* yang memiliki prosentase tingkat keberhasilan paling tinggi adalah jenis *wavelet* Daubiechies tipe Daubiechies_8 yang mampu mengidentifikasi citra uji sidikjari sampai 91%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Citra Uji Menggunakan Tapis Daubiechies_8

Nama Pengguna	Jarak Euclidean	Status dikenali	Hasil Identifikasi	
01. A. Bahaudin	A. Bahaudin_uji01	0,067881	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji02	0,088269	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji03	0,092237	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji04	0,1213	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji05	0,063829	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji06	0,073735	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji07	0,079387	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji08	0,10479	Birtha	Salah
	A. Bahaudin_uji09	0,10312	A. Bahaudin	Benar
	A. Bahaudin_uji10	0,11132	A. Bahaudin	Benar
02. Amron	Amron_uji01	0,13772	Amron	Benar
	Amron_uji02	0,072793	Amron	Benar
	Amron_uji03	0,11072	Amron	Benar
	Amron_uji04	0,13983	Amron	Benar
	Amron_uji05	0,11733	Amron	Benar
	Amron_uji06	0,16989	Amron	Benar
	Amron_uji07	0,12534	Amron	Benar
	Amron_uji08	0,14783	Amron	Benar
	Amron_uji09	0,13597	Amron	Benar
	Amron_uji10	0,16713	Amron	Benar
03. Arko	Arko_uji01	0,065437	Arko	Benar
	Arko_uji02	0,10413	Arko	Benar
	Arko_uji03	0,078311	A. Bahaudin	Salah
	Arko_uji04	0,059607	A. Bahaudin	Salah
	Arko_uji05	0,10724	Arko	Benar
	Arko_uji06	0,09032	Arko	Benar
	Arko_uji07	0,065599	Arko	Benar
	Arko_uji08	0,066943	Arko	Benar
	Arko_uji09	0,083792	A. Bahaudin	Salah
	Arko_uji10	0,10177	A. Bahaudin	Salah
04. Birtha	Birtha_uji01	0,10072	Birtha	Benar
	Birtha_uji02	0,042475	Birtha	Benar
	Birtha_uji03	0,12085	Birtha	Benar
	Birtha_uji04	0,666146	Birtha	Benar
	Birtha_uji05	0,067936	Birtha	Benar
	Birtha_uji06	0,093159	Birtha	Benar
	Birtha_uji07	0,061742	Birtha	Benar
	Birtha_uji08	0,13828	Birtha	Benar
	Birtha_uji09	0,079362	Birtha	Benar
	Birtha_uji10	0,069819	Birtha	Benar

Nama Pengguna	Jarak Euclidean	Status dikenali	Hasil Identifikasi	Nama Pengguna
05. Budi	Budi_uji01	0,028275	Budi	Benar
	Budi_uji02	0,056634	Budi	Benar
	Budi_uji03	0,067275	Budi	Benar
	Budi_uji04	0,089636	Budi	Benar
	Budi_uji05	0,068293	Budi	Benar
	Budi_uji06	0,059164	Budi	Benar
	Budi_uji07	0,15649	Budi	Benar
	Budi_uji08	0,07043	Budi	Benar
	Budi_uji09	0,062794	Budi	Benar
	Budi_uji10	0,086827	Budi	Benar
06. Dewi	Dewi_uji01	0,0505	Dewi	Benar
	Dewi_uji02	0,062288	Dewi	Benar
	Dewi_uji03	0,052413	Dewi	Benar
	Dewi_uji04	0,10775	Dewi	Benar
	Dewi_uji05	0,075803	Dewi	Benar
	Dewi_uji06	0,10687	Dewi	Benar
	Dewi_uji07	0,092651	Dewi	Benar
	Dewi_uji08	0,08012	Dewi	Benar
	Dewi_uji09	0,073405	Dewi	Benar
	Dewi_uji10	0,088704	Dewi	Benar
07. Fajar	Fajar_uji01	0,11799	Fajar	Benar
	Fajar_uji02	0,064725	Fajar	Benar
	Fajar_uji03	0,10106	Fajar	Benar
	Fajar_uji04	0,13016	Fajar	Benar
	Fajar_uji05	0,062401	Fajar	Benar
	Fajar_uji06	0,12297	Fajar	Benar
	Fajar_uji07	0,11798	Fajar	Benar
	Fajar_uji08	0,095051	Fajar	Benar
	Fajar_uji09	0,064835	Fajar	Benar
	Fajar_uji10	0,048917	Fajar	Benar
08. Firmansyah	Firmansyah_uji01	0,086811	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji02	0,082591	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji03	0,11265	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji04	0,064842	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji05	0,055048	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji06	0,094013	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji07	0,12078	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji08	0,13278	Amron	Salah
	Firmansyah_uji09	0,05615	Firmansyah	Benar
	Firmansyah_uji10	0,13491	Gunar	Salah
09. Gunar	Gunar_uji01	0,13025	Gunar	Benar
	Gunar_uji02	0,20248	Gunar	Benar
	Gunar_uji03	0,10041	Gunar	Benar
	Gunar_uji04	0,099708	Fajar	Salah
	Gunar_uji05	0,11836	Gunar	Benar
	Gunar_uji06	0,089157	Gunar	Benar
	Gunar_uji07	0,007278	Gunar	Benar
	Gunar_uji08	0,18852	Fajar	Salah
	Gunar_uji09	0,085829	Gunar	Benar
	Gunar_uji10	0,18552	Gunar	Benar
10. Mahendra	Mahendra_uji01	0,057258	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji02	0,056804	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji03	0,052938	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji04	0,079762	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji05	0,090537	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji06	0,10959	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji07	0,12902	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji08	0,066814	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji09	0,070782	Mahendra	Benar
	Mahendra_uji10	0,092226	mahendra	Benar

4.3.1 Pengujian Jenis *wavelet* terbaik dengan 5 citra basisdata

Pada pengujian sebelumnya citra basisdata yang digunakan sebagai citra latih diambil secara acak berjumlah 10 buah, semakin banyak citra yang dijadikan sebagai citra basisdata akan semakin banyak tingkat kemiripan ciri pada citra-citra basisdata satu sama lain. Oleh karena itu perlu dilakukan pemilihan citra dan mereduksi jumlah citra basisdata. Pada pengujian ini, prosentase tingkat keberhasilan menggunakan 5 citra basisdata pada tapis *wavelet* terbaik adalah 90%.

4.3.2 Pengujian Jenis *wavelet* terbaik dengan 1 citra basisdata

Pada pengujian ini hanya digunakan 1 citra sidikjari sebagai citra basisdata. Pengujian ini hanya menggunakan 1 citra basisdata terpilih. Metode yang digunakan dalam pemilihan data citra yang akan disimpan dalam basisdata adalah dengan membandingkan citra basisdata dengan citra uji. Pada

pengujian ini, prosentase tingkat keberhasilan menggunakan 5 citra basisdata pada tapis *wavelet* terbaik adalah 83%.

Pada pengujian dapat dilihat bahwa pengujian pada jenis *wavelet* terbaik menggunakan 10, 5 maupun 1 citra basisdata mengalami penurunan tingkat keberhasilan. Pada pengujian menggunakan 10 citra basisdata tingkat keberhasilan mencapai 91% namun terjadi penurunan setelah jumlah citra basisdata dikurangi menjadi 5 citra saja. Pada pengujian menggunakan 5 citra basisdata tingkat keberhasilan mengalami penurunan menjadi 90%. Pengurangan citra basisdata dari 10 menjadi 5 citra basisdata menyebabkan penurunan tingkat keberhasilan sebesar 1%, sedangkan penggunaan 1 citra basisdata tingkat keberhasilan mengalami penurunan yang signifikan yaitu 83%.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang diperoleh dan analisis yang dapat dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode identifikasi menggunakan alihragam *wavelet* dan jarak Euclidean ternyata menunjukkan hasil yang cukup baik, ini dibuktikan dengan prosentase keberhasilan mencapai 91% pada *wavelet* jenis Daubiechies_8 untuk 100 citra uji.
2. Pada pengujian jenis *wavelet* terbaik (Daubiechies 8) dengan 10, 5 dan 1 basisdata mengalami penurunan prosentase tingkat keberhasilan pengenalan yaitu dari 91%, 90%, dan 83%.
3. Nilai ambang memiliki pengaruh pada hasil pengenalan. Semakin besar nilai ambang semakin besar data dikenali sebagai data pada basisdata, baik dikenali benar maupun dikenali salah, begitu juga sebaliknya. Tanpa nilai ambang, semua data masukan akan dikenali sebagai salah satu data pada basisdata.
4. Untuk citra yang belum pernah dilatih atau yang tidak terdapat pada basisdata akan lebih sulit dikenali jika dibandingkan dengan citra yang telah dilatih.

5.2 Saran

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan yang dapat diperbaiki untuk pengembangan berikutnya di antaranya adalah:

1. Perlu dikembangkan dengan alat pemindai sidik jari yang langsung dihubungkan dengan perangkat lunak, sehingga sistem dapat memproses secara waktu nyata (*real time*).
2. Perlu dikembangkan alat pemindai yang memiliki ukuran sensor yang lebih besar, sehingga informasi yang didapatkan dari sidik

jari bisa lebih banyak agar kedalaman dekomposisi *wavelet* bisa ditambah.

3. Perlu dilakukan penelitian terhadap jenis *wavelet* selain dari keempat jenis yang telah diujikan kemudian dibandingkan untuk memperoleh jenis *wavelet* yang paling optimal.
4. Metode pengenalan menggunakan jarak Euclidean bisa diganti dengan metode pengenalan yang lainnya misalnya menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) kemudian dibandingkan untuk memperoleh metode mana yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burrus, C.S., R.A Gopinath, and H. Guo, *Introduction to Wavelet and Wavelet Transform*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1998.
- [2] Elvayandri, *Sistem Keamanan Akses Menggunakan Pola Sidikjari Berbasis Jaringan Saraf Tiruan*. Institut Teknologi Bandung, Proposal Projek Akhir, 2001.
- [3] Herawati, *Pengenalan Wajah Menggunakan Alihragam Wavelet Daubechies Sebagai Pengolahan Awal*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- [4] Mallat, S., *A Wavelet Tour of Signal Processing 2nd edition*, Academic Press, USA, 1999.
- [5] Minarni, *Klasifikasi Sidikjari Dengan Pemrosesan Awal Transformasi Wavelet*, Jurnal Transmisi, volume 2, 37-41, 2004.
- [6] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika Bandung, 2004.
- [7] Rahmawati, Indah, *Pemampatan Data Citra Digital Aras Keabuan Dengan Alihragam Wavelet Paket Melalui Penyandian Huffman Menggunakan Delphi*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- [8] Santosa, R.G., *Aljabar Linier Dasar*, Andi Yogyakarta, 2009.
- [9] Suta Wijaya, Gede Pasek dan Bulkis Kanata, *Pengenalan Citra sisik jari Berbasis Transformasi Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan*, Jurnal Teknik Elektro, volume 4, 46-52, 2004.
- [10] Sugiharto, A., *Pemrograman GUI dengan Matlab*, Andi Yogyakarta, 2006.
- [11] ---, *Image processing Toolbox User's Guide*, version 2, The Mathwork, Inc., Natick, MA., 1997.
- [12] ---, *Wavelet Toolbox User's Guide*, version 1, The Mathwork, Inc., Natick, MA., 1997.



Gunar Hendarko (L2F305213) lahir di Pemalang, 15 November 1983. Menyelesaikan pendidikan dasar hingga pendidikan menengah di Pemalang dan Diploma 3 di Universitas Diponegoro. Saat ini sedang menempuh pendidikan Strata 1 di jurusan Teknik Elektro bidang Konsentrasi Teknik Elektronika Telekomunikasi Universitas Diponegoro

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ahmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP.196912211995121001

R.Rizal Isnanto S.T., M.T.
NIP.197007272000121001