

Identifikasi Sidik Jari Menggunakan Metode *Correlation-based* dan Metode *Minutiae-based*

Ghali Marzani¹, Kurniawan Nur R, S.T.,M.T.², Febryanti Sthevanie, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹ghalimarzani@students.telkomuniversity.ac.id, ²kurniawannurr@telkomuniversity.ac.id,

³febryantisthevanie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini banyak berkembang sistem pengenalan identitas individu dan sebagian sistem pengenalan ini digunakan untuk keamanan, karena sistem keamanan yang menerapkan metode *biometric* jauh lebih handal dibandingkan dengan metode konvensional. *Biometric* adalah ilmu sains yang dikembangkan untuk mengidentifikasi individu berdasarkan ciri fisik, kimia, atau kebiasaan yang dimilikinya. Metode *biometric* memiliki kelebihan karena ciri tiap individu unik dan tidak bisa ditiru oleh individu lain.

Sidik jari merupakan identitas yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi dan memverifikasi individu. Kelebihan sidik jari adalah uniknya pola kombinasi dari *valley* dan *ridge* tiap individu yang membuatnya bisa menjadi identitas untuk membedakan tiap individu. Dalam penelitian tugas akhir ini dibangun sistem identifikasi sidik jari yang menggunakan metode *Correlation-based* dan *Minutiae-based*. Hasil dari sistem yang telah dibangun menggunakan gabungan metode *Correlation-based* dan *Minutiae-based* memiliki akurasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan sistem yang menggunakan metode *Minutiae-based* dan metode *Euclidean distance* pada saat *matching*. Hal ini disebabkan karena kurang cocoknya penggabungan metode ekstraksi ciri dari *Minutiae-based* dengan metode *matching* dari *Correlation-based*.

Kata kunci : *Biometric, Fingerprint, Correlation-based, Minutiae-based, Euclidean distance*

Abstract

Currently there are many developing individual identity recognition systems and some of these recognition systems are used for security, because security systems that implement biometric methods are much more reliable than conventional methods. Biometric is the science that developed to identify individuals based on their physical, chemical, or habitual characteristics. Biometric methods have advantages because the characteristics of each individual unique and can not be imitated by other individuals. Fingerprint is the most commonly used identity to identify and verify individuals. The advantages of fingerprint is the unique combination of valley and ridge patterns of each individual that makes it an identity to differentiate between individuals. In this final project research, a fingerprint identification system was developed using Correlation-based and Minutiae-based methods. The result of system build combined method of Correlation-based and Minutiae-based have lower accuracy when compared to system that using Minutiae-based and Euclidean distance during matching proses. This is due to the lack of matching of Minutiae-based characteristic extraction method with the Correlation-based matching method.

Keywords: *Biometric, Fingerprint, Correlation-based, Minutiae-based, Euclidean distance*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Biometrik adalah ilmu sains yang dikembangkan untuk mengidentifikasi individu berdasarkan ciri fisik, kimia, atau kebiasaan yang dimilikinya [2]. Ada banyak jenis biometric, seperti *fingerprint*, *facial feature*, iris, retina, *hand geometry*, tulisan tangan, suara, *vein*, dll, sudah digunakan untuk mengidentifikasi individu. Setiap biometrik memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, dan untuk memilih satu yang terbaik untuk sebuah aplikasi yang spesifik dipengaruhi oleh kriteria kinerja dan ruang lingkup operasi [10].

Sidik jari merupakan salah satu modalitas yang biasa digunakan dalam penelitian untuk mengetahui identitas individu, karena setiap individu memiliki sidik jari yang berbeda. Yang membedakan antar tiap sidik jari adalah kombinasi antara valley dan ridge, dalam sebuah citra sidik jari, ridge merupakan bagian yang berwarna gelap sedangkan valley bagian yang berwarna terang. Masalah yang sering ditemui dalam identifikasi sidik jari adalah *noise* dan *shape distortions*, dengan kata lain rendahnya kualitas gambar sidik jari.

Ada tiga jenis metode *fingerprint matching*, *Minutia-based*, *Ridge-based*, dan *Correlation-based* [10]. Metode *Minutiae-based* biasanya memiliki performa yang paling bagus, namun tidak biasa digunakan pada gambar sidik jari yang berkualitas rendah yang hanya sidikit *minutiae* yang dapat dideteksi. Sedangkan *correlation fingerprint matching*, bisa menangani masalah rendahnya kualitas gambar sidik jari. Oleh karena itu, dalam penelitian tugas akhir dibuat sistem identifikasi sidik jari yang menggunakan metode *Minutiae-based* dan *Correlation-based* untuk meningkatkan akurasi sistem.

Topik dan Batasannya

Tugas akhir ini berfokus untuk membangun sistem yang dapat mengidentifikasi sidik jari dengan menggabungkan dua metode yang berbeda yaitu *correlation-based* dan *minutiae-based*. Alasan dari pemilihan metode - metode tersebut karena diperkirakan akan meningkatkan akurasi dari sistem yang dibangun.

Adapun batasan – batasan dari pengerjaan tugas akhir ini diantaranya :

1. Masalah variasi data hanya berfokus pada orientasi citra.
2. Gambar sidik jari yang digunakan adalah sidik jari yang dalam keadaan normal, tidak terjadi luka, basah, dll.
3. Gambar sidik jari yang digunakan harus berukuran persegi dengan ukuran 512 x 512 pixel

Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini diantaranya:

1. Mengetahui nilai *threshold* yang tepat untuk metode – metode yang digunakan dalam sistem identifikasi sidik jari.
2. Mengetahui performansi metode *minutiae-based* dan *correlation-based* pada sistem identifikasi sidik jari.

2. Studi Terkait

2.1. Biometrik

Biometrik adalah sebuah ilmu untuk membuat suatu identitas berdasarkan ciri fisik, kimia, atau kebiasaan individu. Biometrik memiliki dua fungsi utama yang harus dapat dilakukan yaitu *positive identification (verification)* dan *negative identification (identification)*, selain itu biometric memiliki nilai matematis yang dapat dihitung[2].

2.2. Fingerprint Matching

Algoritma *fingerprint matching* membandingkan dua gambar *fingerprint* yang ada dan mengeluarkan hasil derajat kesamaan (dengan nilai antara 0 dan 1) atau *binary decision* [3]. Secara garis besar *fingerprint matching* dibagi menjadi dua kategori, sebagai berikut.

a) Minutiae-based Matching

Algoritma *minutiae-based* menggunakan *discontinuities* dari *ridge flow pattern* dan menggunakan *template* yang diambil dari sebagian kecil dari *fingerprint* yang akan digunakan untuk melakukan verifikasi di sistem *minutiae based*. Metode *minutiae based* membutuhkan banyak tahap *pre-processing*, dalam pengerjaan tugas akhir ini, tahap *pre-processing* yang digunakan terdiri dari *histogram equalization, image binarization, ridge flow estimation, ROI extraction, dan image thinning*.

b) Correlation-based Matching

Dalam metode *correlation-based* dua gambar sidik jari akan ditumpang-tindihkan dan korelasi dari pixelnya akan dihitung tiap baris. Pada verifikasi berbasis korelasi, sistem memilih *template* yang tepat dari *secondary fingerprint (fingerprint input)* lalu melakukan tahap *matching* untuk mencocokkannya ke *primary fingerprint (fingerprint dari database)*. Jika lokasinya sama dengan yang berada di *primary fingerprint* maka *secondary fingerprint* dianggap asli.

Ada beberapa jenis metode *correlation-based*, namun dalam penelitian tugas akhir ini hanya akan menggunakan metode *correlation coefficient*. Jika r merupakan nilai dari *correlation coefficient* dengan A sebagai input gambar sidik jari dan B merupakan gambar sidik jari dari *database*, sedangkan \bar{A} merupakan rata - rata dari gambar A dan \bar{B} merupakan rata – rata dari gambar B , maka *correlation coefficient* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (1)$$

2.3. Identifikasi

Identifikasi yang dimaksud dalam sistem tugas akhir ini adalah proses sistem melakukan pencarian dan pencocokan data identitas individu pada *database*. Sistem akan melakukan perbandingan satu ke banyak (*one-to-many*) untuk membuktikan identitas individu. Identifikasi memiliki tujuan utama untuk menghindari seorang individu memiliki lebih dari satu identitas[2].

2.4. Ridge Flow Estimation

Ridge flow estimation ini adalah proses yang digunakan untuk menghitung alur *ridge* dan *valley* pada sidik jari. Untuk penghitungan alur sidik jari ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$E = \frac{(2\Sigma\Sigma(g_x * g_y) + \Sigma\Sigma(g_x^2 - g_y^2))}{(W * W * \Sigma\Sigma(g_x^2 + g_y^2))} \tag{2}$$

Dimana (g_x) merupakan gradient searah sumbu x, (g_y) merupakan gradient searah sumbu y, dan W merupakan ukuran dari blok persegi yang akan digunakan.

2.5. Evaluasi

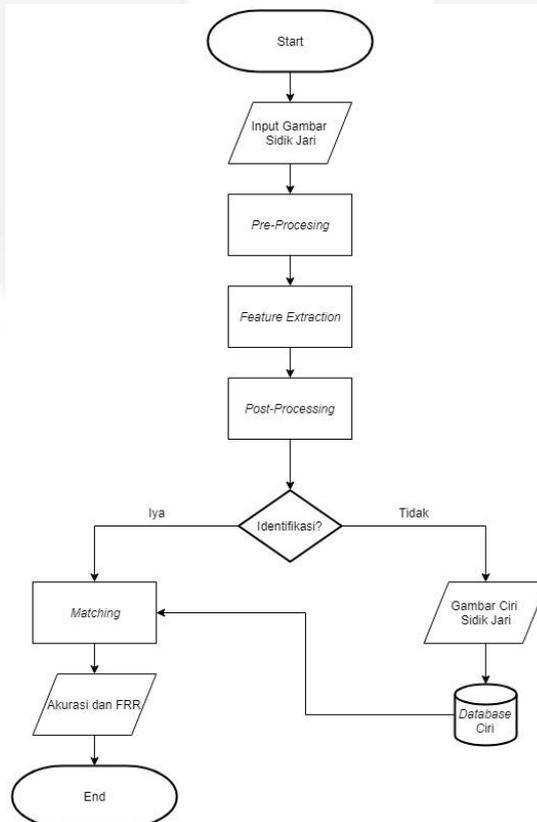
Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran performatansi menggunakan akurasi dan FRR (*False Rejected Rate*), berikut cara penghitungannya.

$$FRR = \frac{\text{jumlah sidik jari benar yang ditolak}}{\text{jumlah pencocokan}} \times 100 \tag{3}$$

$$\text{akurasi} = \frac{\text{jumlah pasangan benar}}{\text{jumlah pencocokan}} \times 100\% \tag{4}$$

3. Sistem yang Dibangun

Sistem yang akan dibangun terdiri dari dua proses utama, yaitu proses pembangunan *database* ciri dan proses identifikasi. Berikut penggambaran sistemnya.

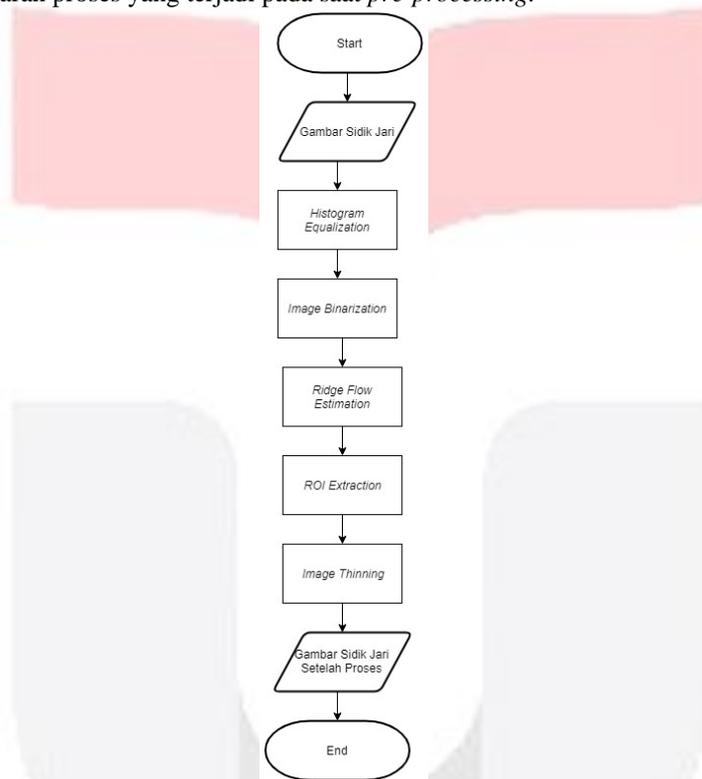


Gambar 3.1 Flowchart Sistem

Pertama sistem akan menerima masukan berupa gambar sidik jari. Gambar sidik jari ini berasal dari *database* NIST 8-bit *Gray Scale Image of Fingerprint Image Groups*. Dalam *database* ini terdapat 4000 sidik jari telunjuk kanan dari 2000 orang. Setelah *input* gambar sidik jari masuk kedalam sistem, gambar akan melewati proses *pre-processing* yang akan meningkatkan kualitas gambar, lalu gambar akan diekstrak cirinya pada proses *feature extraction*, yang diekstrak adalah *minutiae* dari sidik jari. Setelah diekstraksi ciri, gambar akan memasuki proses *post-processing* dimana ciri yang salah akan dihapuskan untuk meningkatkan akurasi sistem. Untuk pembangunan *database* maka gambar selanjutnya akan disimpan di *database*. Sedangkan untuk proses identifikasi maka gambar akan memasuki proses *matching* yang akan dicocokkan dengan gambar sidik jari dari *database* menggunakan metode *correlation-based* dan *euclidean distance*. Setelah itu akan dihasilkan nilai dari akurasi dan FRR. Berikut penjelasan lebih mendalam untuk setiap prosesnya.

3.1. Pre-Processing

Berikut penggambaran proses yang terjadi pada saat *pre-processing*.



Gambar 3.2 Flowchart Pre-Processing

Gambar 3.3 merupakan skema dari tahap *pre-processing*, berikut penjelasan tiap – tahap pada tahap *pre-processing*.

- Proses *histrogram equalization* dilakukan untuk menghilangkan *noise* pada gambar sidik jari dan meningkatkan kontras untuk citra yang kontrasnya rendah.
- Sebelum gambar diubah menjadi *binary form*, gambar akan diubah menjadi *grayscale* terlebih dahulu. Setelah itu gambar akan diubah ke *binary form*.
- Dalam tahap *ridge flow estimation* gambar akan dibagi menjadi blok berukuran 16 x 16 pixel. Selanjutnya akan dijalankan rumus (2) untuk menghitung nilai E pada tiap blok. Blok yang memiliki nilai dibawah *threshold* maka akan dikategorikan sebagai *background*. *Threshold* yang digunakan bernilai 0,00001, nilai ini didapat dari pengujian berulang kali untuk menemukan hasil akurasi sistem tertinggi.
- ROI (*Region of Interest*) akan didapat dengan cara menghilangkan bagian gambar yang tidak memiliki *ridge* dan *valley* yang efektif. Dalam melakukan ekstraksi ROI (*Region of Interest*) akan digunakan dua *morphological operation* yaitu ‘*open*’ dan ‘*close*’, operasi ‘*open*’ berfungsi untuk memperluas citra dan menghilangkan *peaks* yang disebabkan oleh *background noise*, sedangkan operasi ‘*close*’ berfungsi untuk mengecilkan citra dan menghilangkan rongga kecil.
- Dalam tahap *image thinning* juga akan digunakan *morphological filter* yang menghasilkan penajaman pada pixel ridge menjadi memiliki lebar satu pixel.

3.2. Feature Extraction

Pada tahap *feature extraction* ada dua jenis minutiae yang akan diekstrak yaitu *ridge ending* dan *bifurcations*. Minutiae akan ditandai dengan *template* berukuran 3 x 3 pixel untuk mengekstrak *ridge ending* dan *bifurcation*. Jika pixel tengah dari *template* dan tiga pixel disekitarnya bernilai '1' maka pixel tersebut diklasifikasikan sebagai *bifurcation*, jika pixel tengah dari *template* dan hanya satu pixel disekitarnya yang memiliki nilai '1', maka pixel tersebut diklasifikasikan sebagai *ridge ending* [8].

3.3. Post-Processing

Minutiae yang salah yang disebabkan oleh *noise* dari proses *thinning* akan dihilangkan dalam tahap ini. Berikut beberapa rule yang digunakan dalam tahap ini.

- Minutiae yang berada pada jarak kurang dari 10 pixel dari ujung gambar dihapus
- Jika jarak antara *ridge ending* dan *bifurcation* kurang dari D maka hapus kedua minutiae
- Jika jarak antara dua *ridge ending* kurang dari D maka hapus kedua minutiae
- Jika jarak antara dua *bifurcation* kurang dari D maka hapus kedua minutiae

Untuk mencari D, dapat menggunakan rumus berikut:

$$D = \frac{\text{jumlah semua pixel pada baris yang bernilai satu}}{\text{jumlah baris}} \quad (5)$$

3.4. Matching

Saat melakukan *matching*, *input* gambar sidik jari akan dicocokkan dengan seluruh gambar ciri sidik jari pada *database*. Untuk melakukan *matching* akan digunakan metode *correlation-based* yang dihitung dengan rumus (1) untuk mengetahui seberapa besar korelasi dari tiap gambar dan metode *euclidean distance*. Untuk penghitungan metode *correlation-based* gambar *input*(A) dan gambar *database*(B) akan dihitung korelasinya, untuk nilai A_{mn} adalah nilai dari intensitas gambar *input* pada baris m dan kolom n, sedangkan \bar{A} adalah nilai rata – rata dari intensitas gambar *input*. Begitu juga untuk gambar *database*, nilai B_{mn} adalah nilai dari intensitas gambar *database* pada baris m dan kolom n, sedangkan \bar{B} adalah nilai rata – rata dari intensitas gambar *database*. Untuk metode *correlation based* ini akan digunakan *threshold* yang bernilai $\pm 0,5$. Nilai *threshold* ini didapatkan dari pengkategorian bahwa gambar yang memiliki nilai korelasi lebih besar dari 0.5 atau -0.5 memiliki korelasi yang kuat[10].



Gambar 3.3 Gambar Input



Gambar 3.4 Gambar Database

Untuk penghitungan menggunakan metode *euclidean distance* akan dihitung jarak setiap *minutiae* pada kedua gambar. Gambar yang memiliki rata – rata nilai yang paling rendah yang akan dipilih sebagai sidik jari yang memiliki kesamaan paling tinggi.

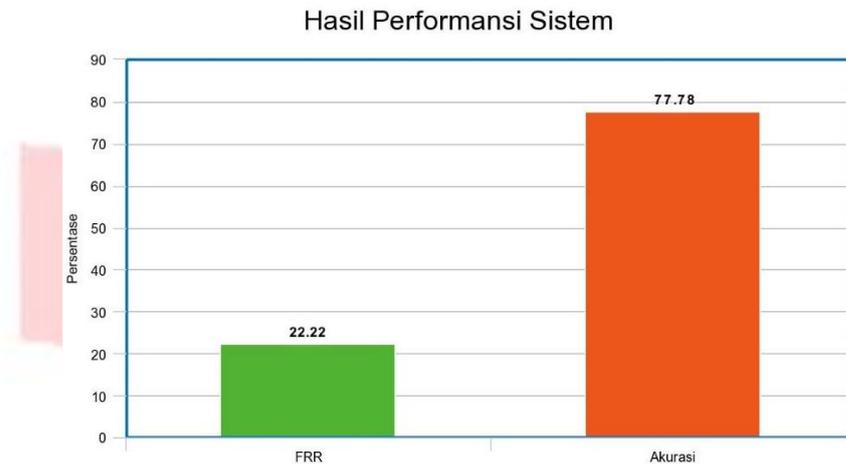
4. Evaluasi

4.1. Hasil Pengujian

Hasil dari penerapan metode *correlation-based* dan *minutiae-based* pada sistem identifikasi sidik jari yang dibangun untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

a) Skenario Pengujian Metode *Matching Correlation*

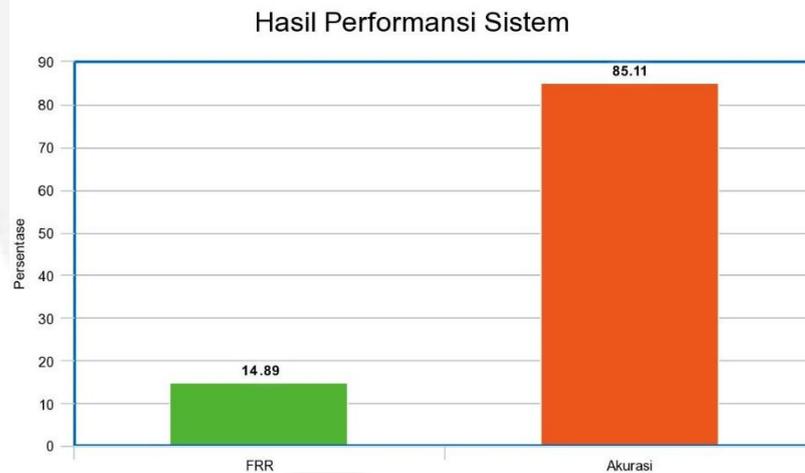
Pada skenario ini akan dilakukan pengujian penggunaan metode *matching correlation* untuk mengetahui nilai korelasi dari tiap gambar sidik jari. Berikut hasil pengujiannya:



Gambar 4.1 Hasil Performansi *Matching Correlation*

b) Skenario Pengujian Metode *Matching Euclidean Distance*

Pengujian menggunakan metode *matching euclidean distance* ini untuk menghitung jarak antar minutiae antar gambar sidik jari. Berikut hasil pengujiannya:



Gambar 4.2 Hasil Performansi *Matching Euclidean Distance*

4.2. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dapat dianalisis bahwa:

1. Analisis Metode *Matching Correlation*

Pengujian sistem identifikasi sidik jari yang menggunakan metode *correlation-based* dan *minutiae-based* memiliki akurasi 77.78% dan nilai FRR 22.22%. Kurang tingginya akurasi dari sistem ini disebabkan kurang cocoknya penggunaan metode *pre-processing* dari *minutiae-based* dengan metode *matching* dari *correlation-based*.

2. Analisa Metode *Matching Euclidean Distance*

Pengujian menggunakan metode ini dilakukan untuk membandingkan metode yang diusungkan dalam tugas akhir ini dengan metode *matching euclidean distance*. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa akurasi dari metode ini lebih tinggi dibandingkan dengan gabungan metode yang diusungkan dalam tugas akhir ini.

5. Kesimpulan

- Sistem identifikasi sidik jari menggunakan metode *correlation-based* dan *minutiae-based* memiliki performasi yang cukup tinggi dengan akurasi 77,78% dan FFR 22,22%, namun sistem ini masih tertinggal dalam hal performasi dibanding dengan sistem yang menggunakan metode *euclidean distance* pada tahap *matching* yang memiliki akurasi 85,11% dan FRR 14,89%.
- Untuk saran, untuk membangun sistem menggunakan metode yang sama, akan lebih baik lagi jika menggunakan dataset yang lebih berkualitas tinggi untuk mendapatkan performasi yang lebih baik



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Amal, "Sistem Identifikasi Biometrika Multimodal Palmprint dan Palmvein Menggunakan Two-Dimensional Locality Preserving Projection," 2014.
- [2] A. K. Jain, Handbook of Biometrics, 2008.
- [3] Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar, Handbook of Fingerprint Recognition, 2009.
- [4] Gurgen Khachatryan, Hovik khasikyan, "Correlation-based Password Generation From Fingerprint," *Information Model and Analyses*, 2012.
- [5] D. Ashk Kumar, T.Ummal Sariba Begum, "A Comparative Study on Fingerprint Matching Algorithms for EVM," 2013.
- [6] D. S. K. Singla, "A Review of Image Based Fingerprint Authentication," 2013.
- [7] V.Karthikeyan and V.J.Vijayalakshmi, "An Efficient Method for Recognizing the Low," 2013.
- [8] Jin Fei Lim, Renee Ka Yin Chin, "Enhancing Fingerprint Recognition Using Minutiae-Based and Image-Based," 2013.
- [9] S. Malathi and C. Meena, "FINGERPRINT MATCHING BASED ON PORE CENTROIDS," 2011.
- [10] S Sankar Kumar , Dr S Vasuki, "Performance of Correlation based Fingerprint verification in Real Time," 2016.
- [11] Yesu Raja A, Dr.Arumuga Perumal S, "Survey on Fingerprint Verification Methods Based on Different Type of Feature Extraction," 2015.
- [12] Asker M. Bazen, Gerben T.B. Verwaaijen, Sabih H. Gerez,, "A Correlation-Based Fingerprint Verification System".

Lampiran

Hasil *step by step* dalam sistem

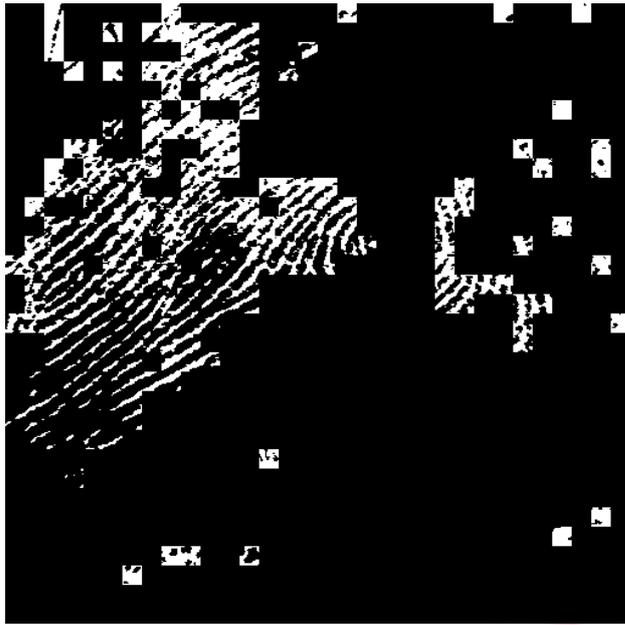
1. Gambar sidik jari



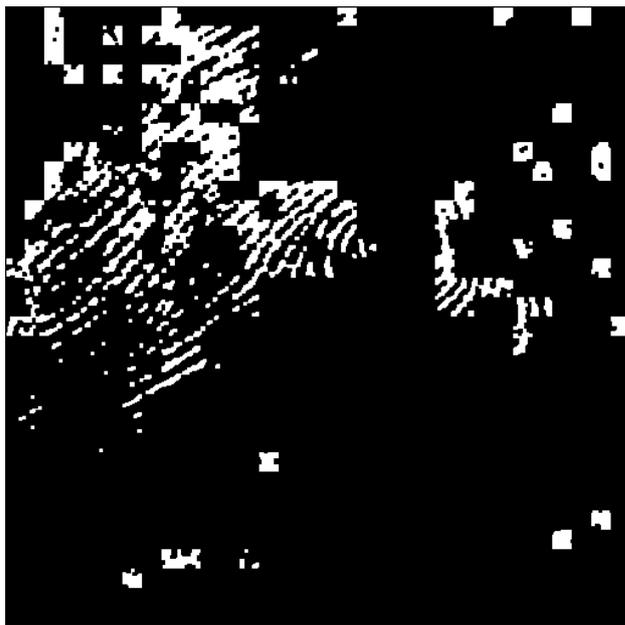
2. Binary form



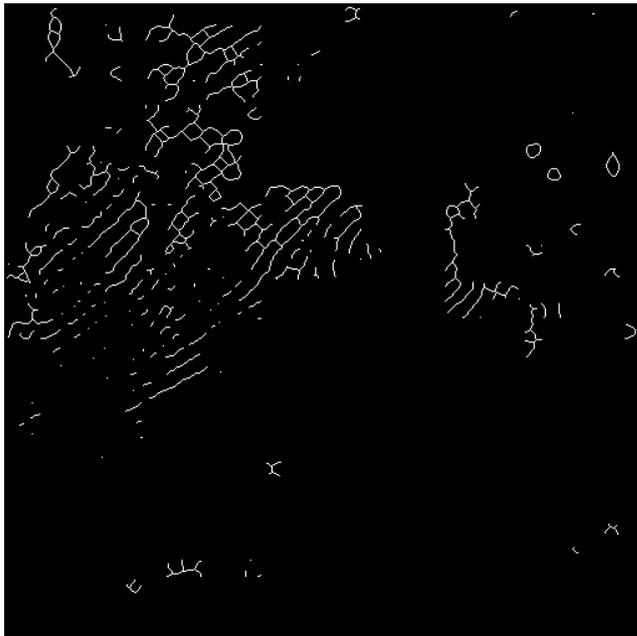
3. Ridge flow estimation



4. ROI



5. Image thinning



6. Ekstraksi ciri



7. Removal

