PERUMUSAN SIDIK IBU JARI BERJENIS LOOP DENGAN MENGGUNAKAN METODE WDFs

LOOP TYPE THUMB FORMULA USING WDFs METHOD

Siti Lainatul Afifah[1], Mohammad Ramdhani.ST.,M.T.[2], Rita Purnamasari.ST.,M.T.[3]
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]sitilainatulafifah@gmail.com,
[2]m.ramdhani@tass.telkomunivesity.ac.id,[3]ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.id

Rumus sidik jari merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi seseorang. Dalam dunia kepolisian rumus sidik jari digunakan juga untuk mengidentifikasi seseorang. Sampai saat ini pihak kepolisian masih menggunakan cara konvensional dalam pembuatan rumus sidik jari. Oleh karena itu perlu adanya perangkat lunak yang dapat membuat rumus sidik jari secara otomatis.

Tugas akhir ini dirancang untuk membuat rumus sidik ibu jari secara otomatis dengan menggunakan metode *WDFs*. Dalam pembuatan rumus sidik ibu jari ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu letak titik *core*, delta dan *ridge counting*.

Berdasarkan proses pengujian yang telah dilakukan, tingkat keberhasilan dalam pendeteksian *core* mencapai 49.33%, delta 55.33%, dan *ridge counting* 7.78%. Dari hasil tingkat keberhasilan dalam perumusan sidik ibu jari hanya mencapai 9.11%, dikarenakan beberapa faktor yaitu semakin besar *noise* yang ada pada gambar sidik ibu jari maka gambar sidik ibu jari semakin sulit untuk diproses oleh sistem, kualitas sidik ibu jari yang terlalu kering dan basah pada saat pengambilan sample dapat mempengaruhi letak titik *core*, delta, dan *ridge counting* pada sidik ibu jari tidak terlihat dengan jelas, terdapat garis-garis kecil pada sidik ibu sehingga pada saat proses filter garis tersebut terdeteksi dan mengakibat timbulnya garis baru selain garis sidik jari, sehingga hasil pendeteksian titik *core*, delta, *ridge counting*, dan rumus sidik ibu jari tidak semua nya bisa terdeteksi dengan benar.

Kata kunci: Perumusan sidik ibu jari, *WDFs, Loop.*

Fingerprint formula is one way to identify someone. In the world of police the fingerprint formula is used also to identify a person. Until now the police still use conventional way of making fingerprint formula. Therefore the need for software that can make the fingerprint formula automatically.

This final project is designed to make the thumbprint formula automatically by using the WDFs method. In making the thumbprint formula there are several parameters to be considered namely the location of core point, delta and ridge counting.

Based on the testing process that has been done, the success rate in core detection reaches 49.33%, delta 55.33%, and ridge counting 7.78%. From the results of the success rate in the formulation of thumb prints only reached 9.11%, due to several factors ie the greater the noise that is on the thumb prints the thumb print image is more difficult to be processed by the system, the quality of the fingerprints are too dry and wet on When sampling can affect the location of the core point, delta, and ridge counting on the thumbprints are not clearly visible, there are small lines on the mother's fingerprint so that when the line filter process is detected and resulted in the emergence of a new line other than the fingerprint line, The results of core point detection, delta, ridge counting, and thumbprint not all formulas can be detected correctly.

Keyword: Youth Thumb formula, WDFs, Loop

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sampai saat ini, salah satu cara pihak kepolisian untuk mengidentifikasi seseorang yaitu dengan rumus sidik jari. rumus sidik jari merupakan pembubuhan tanda pada tiap-tiap kolom kartu sidik jari yang menunjukkan interprestasi mengenai bentuk pokok, jumlah bilangan garis, bentuk *loop*, dan jalannya garis. Dalam pembuatan rumus sidik jari pihak kepolisian masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan peralatan tinta daktiloskopi, plat kaca, *roller*, penjepit kartu sidik jari dan kartu sidik jari. Kelemahan dengan menggunakan cara konvensional yaitu tidak *valid* hasil perumusan yang didapat, dikarenakan kurang teliti dalam pembacaan sidik jari maka rumus yang di dapat pun akan berbeda.

Pada tugas akhir ini dilakukan pengembangan sebuah perangkat lunak yang dapat menentukan rumus sidik ibu jari jenis *loop* dengan menggunakan metode *backpropagation*. Untuk pembuatan rumus sidik ibu jari jenis *loop* berdasarkan parameter jenis sidik jari, jenis *loop*, letak *core*, letak delta, dan jumlah bilangan garis.

Fokus dari tugas akhir ini adalah perumusan sidik ibu jari berjenis *loop* dan kemudian dibagi menjadi dua *scenario* yaitu gambar sidik ibu jari tanpa *noise* tambahan, dan gambar sidik ibu jari dengan *noise* tambahan 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 dan 0.50. *Output* dari perangkat lunak ini merupakan hasil rumus sidik ibu jari jenis *loop* dengan menggunakan metode *WDFs*.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merealisasikan suatu perangkat lunak untuk menghasilkan rumus sidik ibu jari dengan masukan sidik ibu jari jenis *loop*.
2. Merancang program aplikasi yang berfungsi untuk menghasilkan rumus sidik ibu jari jenis *loop* dengan menggunakan metode *WDFs.*.
3. Mengetahui tingkat keberhasilan sidik ibu jari dalam otentikasi dengan menggunakan metode *WDFs.*

2. Dasar Teori

Daktiloskopi berasal dari dua kata yunani yaitu *dactylos* dan *scopein*. *Dactylos* yang artinya jari jemari atau garis jari dan *scopein* yang artinya mengamati atau meneliti. Dari definisi tersebut timbul istilah dalam bahasa inggris yang dikenal menjadi ilmu sidik jari. Daktiloskopi yang berarti mengamati sidik jari, tepatnya garis yang terdapat pada ruas ujung jari. Jadi, daktiloskopi adalah ilmu yang mempelajari sidik jari untuk pengidentifikasian seseorang [15].

Berdasarkan dalil atau aksioma ilmu sidik jari ada tiga, yaitu :

1. Sidik jari setiap orang mempunyai ciri-ciri yang berbeda
2. Sidik jari setiap orang tidak berubah selama hidup
3. Sidik jari dapat dirumuskan dan diklasifikasikan secara matematis

Ketiga dalil tersebut dicetuskan oleh Sir Francois Galton (1822-1916) berdasarkan hasil penelitian terhadap beribu-ribu sidik jari manusia yang telah diteliti [16].

2.1. Sidik Jari

Sidik jari adalah hasil dari reproduksi telapak tangan yang tertutupi garis timbul kecil yang disebut rabung gesekan *(fiction ridges)*, yang secara sengaja diambil, dicapkan dengan tinta, maupun bekas yang ditinggalkan pada benda karena pernah tersentuh oleh kulit telapak tangan. [8].

2.2. Jenis Sidik Jari

Berdasarkan klasifikasi, bentuk sidik jari dibagi ke dalam tiga bentuk utama yaitu :

1. *Arch*
   a. *Arch* (busur) yaitu pola sidik jari yang tidak mempunyai ciri- ciri adanya titik delta [9]. *Arch* terdiri dari dua jenis, yaitu Plain *Arch*, Tented *Arch*
2. Whorl
   Whorl (llingkaran) yaitu pola sidik jari yang ditandai dengan adanya dua buah titik delta [9].
   a. *Whorl* terdiri dari empat jenis, yaitu *Plain Whorl*, *Double loop*,*Central packet loop Whorl*, *Accidental Whorl.*
3. *Loop*
   Loop (sangkutan) yaitu pola sidik jari yang ditandai dengan adanya sebuah titik delta [9].
   Bentuk *loop* terdiri dari dua jenis, yaitu :
   1. *Ulnair loop* yaitu garis memasuki pokok tulisan dari sisi yang searah dengan kelingking, melengkung di tengah pokok lukisan dan kembali ke arah sisi semula.
   2. *Radial loop* yaitu garis memasuki pokok lukisan dari sisi searah dengan jempol, melengkung di tengah pokok tulisan dan kembali atau cenderung kembali ke arah sisi semula [7].

2.3. Titik Fokus

Titik fokus adalah yang berperan penting dalam menentukan termasuk ke dalam klasifikasi apa sidik jari tersebut [7].

Dalam pengklasifikasian sidik jari ada dua jenis titik fokus [7], yaitu :

1. *Core* (Inner terminus)
   Core adalah titik tengah yang terdapat pada garis sidik jari *loop* yang terdalam dan terjauh dari delta. Titik tengah dalam perumusan sidik jari sangat penting dan harus diperhatikan.
2. Delta (outer terminus)
   Delta adalah Delta adalah titik atau garis yang terdapat pada pusat perpisahan garis *type lines.*

2.4. Image Processing

Image processing adalah memperbaiki dan menganalisa suatu informasi citra oleh komputer. Informasi citra adalah gambar visual dalam dua dimensi. Pengolahan citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterprestasi oleh manusia atau computer [24].

Hal-hal penting yang harus dilakukan diantaranya sebagai berikut [24] :

a. Peningkatan kualitas citra (*image enhancement*)
b. Pemugaran citra (*image restoration*)
c. Segmentasi citra (*image segmentation*)

2.5. Ridge Counting

Ridge counting merupakan bilangan garis yang melintasi garis bayangan yang ditarik antara delta dan core (delta dan core tidak termasuk dalam penghitungan bilangan garis) [7].

2.6. Rumus Sidik Jari

Rumus sidik jari merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi seseorang. Dalam dunia kepolisian, rumus sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi seseorang. Karena sidik jari merupakan bentuk yang unik dan berbeda pada setiap orang, maka rumus sidik jari akan berbeda setiap orangnya. Dalam dunia kepolisian perumusan sidik jari merupakan pembubuhan tanda pada tiap-tiap kolom kartu sidik jari yang menunjukan interprestasi mengenai bentuk pokok, jumlah bilangan garis dan jenis *loop* [7].

2.7. Pendeteksian titik *core* dan delta

Pendeteksian titik *core* dan delta merupakan salah satu hal penting dalam pengambilan gambar sidik jari, dimana *core* dan delta digunakan untuk titik acuan dalam perumusan sidik jari. Pada tugas akhir ini untuk penentuan titik *core* dengan menggunakan metode *WDFs*.

Jika letak *core* berada diatas maka menggunakan *WDFuc*, jika titik *core* berada di bawah dapat menggunakan *WDFlc*, delta dapat terdeteksi secara bersamaan. Bila gambar sidik jari diputar, tidak aka nada perbedaan yang jelas antara titik *core* atas dan bawah. Oleh karena itu dapat menggunakan *WDFc1* dan *WDFc2* untuk titik *core* dan *WDFd* untuk delta. Berikut adalah persamaannya :

$$WDFc1 = 2\theta(i,j) + \frac{k\pi}{2},$$

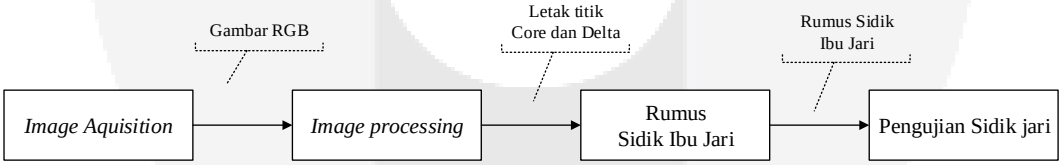
$$WDFc2 = 2\theta(i,j) + \frac{k\pi}{2} - \pi, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$WDFd = -2\theta(i,j) + \frac{k\pi}{2}.$$

3. Perancangan Sistem

3.1. Blok Diagram Sistem

Berikut adalah blok diagram sistem keseluruhan dalam perumusan sidik ibu jari berjenis loop.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram sistem diatas, proses *image aquisition* merupakan tahapan pertama untuk pengambilan gambar sidik ibu jari. Pengambilan *sample* gambar sidik ibu jari dengan menggunakan sensor *UART Fingerprint Reader*. Gambar yang dihasilkan adalah gambar berwarna yang disimpan dalam format .bmp 32 bit dengan ukuran yang berbeda – beda, salah satu ukuran nya yaitu 252x300 piksel. Untuk *sample* sidik ibu jari jenis *loop* diperoleh dari 25 orang mahasiswa, dimana masing – masing orang diambil sample nya sebanyak tiga kali.

Tahap kedua yaitu *image processing*, pada tahap ini ada beberapa proses yang dilakukan. Pertama yaitu proses *resize* gambar menjadi ukuran 304x304, proses ini bertujuan untuk menyamakan ukuran gambar input an yang akan diproses selanjutnya.

Proses ketiga yaitu proses pendeteksian titik *core* dan delta. Dalam penetuan titik *core* dan delta harus memperhatikan beberapa ketentuan titik *core* dan delta yang sudah ada. Karena letak *core* dan delta dapat

mempengaruhi rumus sidik ibu jari yang dibuat. Dalam tugas akhir ini menggunakan metode *WDFs* untuk mendeteksi titik *core* dan delta.

Proses penghitungan bilangan garis (*ridge counting*), ada beberapa faktor penting dalam melakukan proses penghitungan bilangan garis yaitu ketepatan letak titik *core* dan delta, jenis sidik jari *loop* memiliki satu titik *core* dan delta.

Proses pembuatan rumus sidik ibu jari jenis *loop*, pola rumus sidik ibu jari dirancang oleh penulis. Rumus sidik ibu jari ditentukan oleh beberapa parameter yaitu titik *core*, delta, dan *ridge counting*.

Proses pengujian sidik ibu jari dengan menggunakan metode *WDFs* yang ditujukan untuk pengujian gambar sidik jari tanpa *noise* tambahan dan dengan *noise* tambahan dari 0.10 sampai 0.50.

4. Pengujian dan Analisis

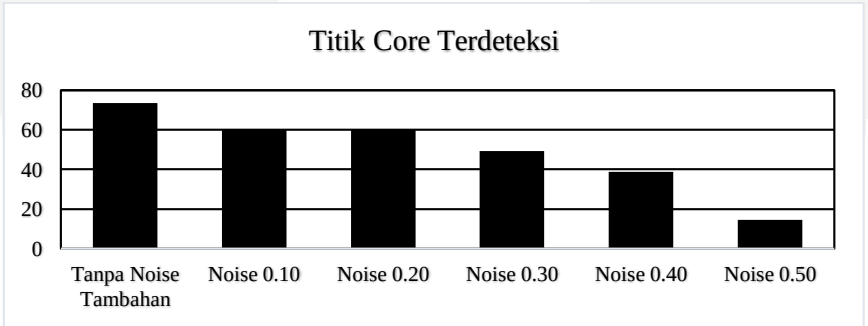
Pada bab ini dilakukan pengujian dan analisis dari keseluruhan sistem. Proses pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil dari sistem yang telah dibuat dan direalisasikan. Data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang telah dibuat.

4.1. Pengujian Sistem

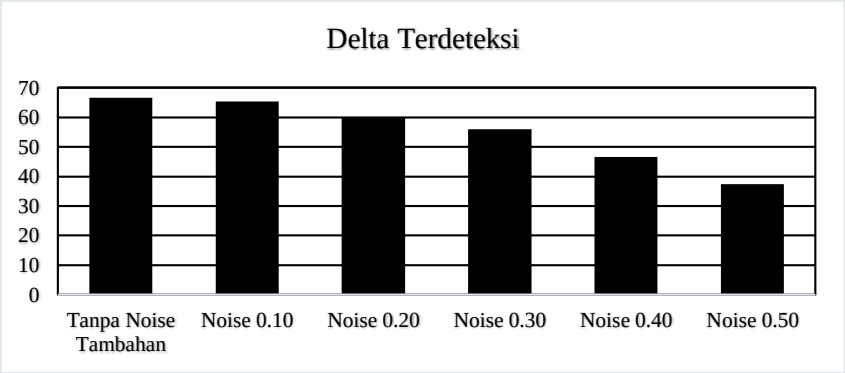
Pada tahap pengujian ini diambil dari 75 *sample* sidik ibu jari jenis *loop*, dan terdapat dua *scenario* yaitu gambar sidik ibu jari tanpa *noise* tambahan dan dengan *noise* tambahan, *noise* tambahan yang diberikan mulai dari 0.10 sampai 0.50. Berikut merupakan tabel dan grafik hasil pengujian titik *core*, delta, *ridge counting* dan rumus sidik ibu jari yang terdeteksi dengan benar :

Tabel 1. Hasil Pengujian Titik *Core* dan Delta

Scenario	Titik *Core* Terdeteksi Benar		Delta Terdeteksi Benar	
	Total	Total dalam %	Total	Total dalam %
Tanpa *Noise* Tambahan	55	73,33	50	66,67
Noise 0.10	45	60	49	65,33
Noise 0.20	45	60	45	60
Noise 0.30	37	49,33	42	56
Noise 0.40	29	38,67	35	46,67
Noise 0.50	11	14,67	28	37,33



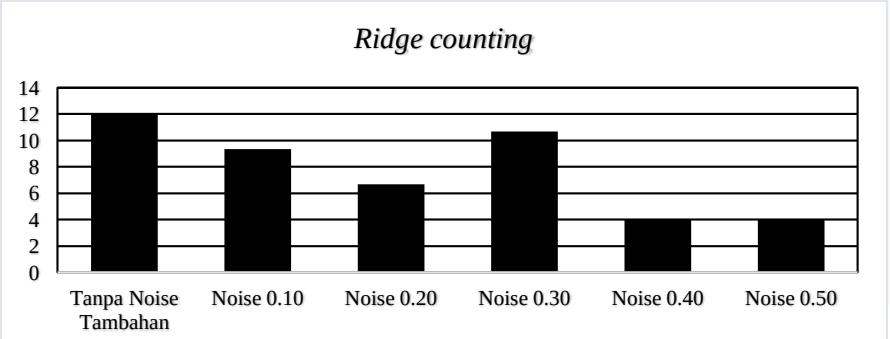
Gambar 2. Grafik *core* yang terdeteksi benar



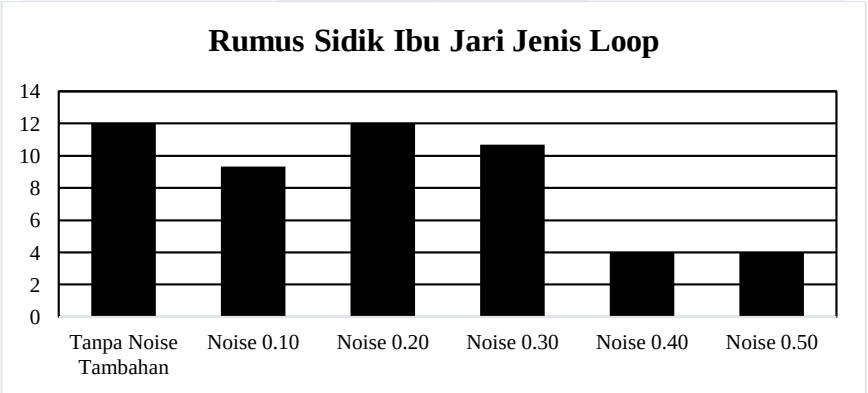
Gambar 3. Grafik delta yang terdeteksi benar

Tabel 2. Hasil Pengujian *Ridge Counting* dan Rumus Sidik Ibu Jari

Scenario	*Ridge Counting* Terdeteksi Benar		Rumus Sidik Ibu Jari Terdeteksi Benar	
	Total	Total dalam %	Total	Total dalam %
Tanpa *Noise* Tambahan	9	12	9	12
Noise 0.10	7	9,33	7	9,33
Noise 0.20	9	12	9	12
Noise 0.30	8	10,67	8	10,67
Noise 0.40	3	4	3	4
Noise 0.50	3	4	3	4



Gambar 4. Grafik *Ridge counting*



Gambar 5. Grafik *Ridge counting*

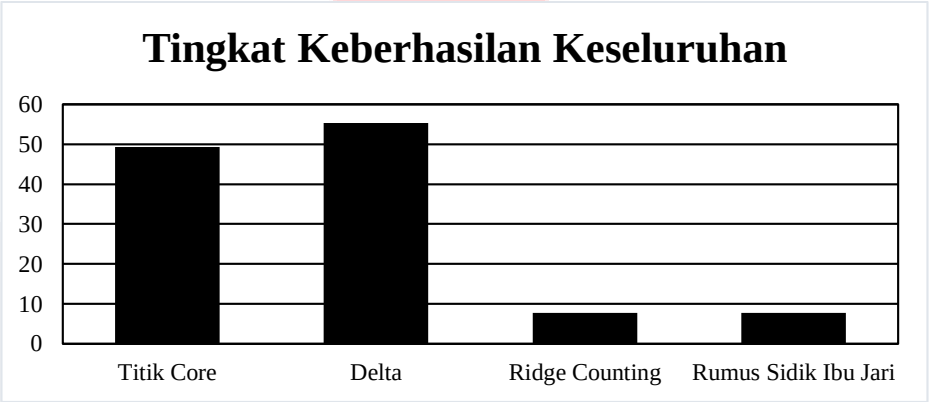
Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dianalisis bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengujian yaitu semakin besar *noise* yang ada pada gambar sidik ibu jari maka gambar sidik ibu jari

semakin sulit untuk diproses oleh sistem, kualitas sidik ibu jari yang terlalu kering dan basah pada saat pengambilan *sample* dapat mempengaruhi letak titik *core*, delta, dan *ridge counting* pada sidik ibu jari tidak terlihat dengan jelas, terdapat garis-garis kecil pada sidik ibu sehingga pada saat proses filter garis tersebut terdeteksi dan mengakibat timbulnya garis baru selain garis sidik jari, kualitas *UART Fingerprint Reader* yang kurang bagus dan cara *cropping* gambar sidik ibu jari dengan menggunakan *snipping tools* dapat mempengaruhi proses pengambilan gambar sidik ibu jari, karena proses *cropping* dengan menggunakan *snipping tools* kualitas dan informasi pada gambar sidik ibu jari yang didapatkan menjadi berkurang. Sehingga hasil pendeteksian titik *core*, delta, *ridge counting*, dan rumus sidik ibu jari tidak semua nya bisa terdeteksi dengan benar.

4.2. Pengujian Akurasi Keseluruhan

Berikut adalah hasil pengujian tingkat keberhasilan berdasarkan titik *core*, delta, *ridge counting* dan rumus sidik ibu jari secara keseluruhan, data diambil dari 75 *sample* sidik ibu jari dan dua *scenario* yaitu tanpa *noise* tambahan dan dengan *noise* tambahan mulai dari 0.10 sampai 0.50, sehingga total *sample* menjadi 450.

.



Gambar 6. Grafik Tingkat Keberhasilan Keseluruhan

Berdasarkan pada grafik yang ditunjukan gambar 4.15. dapat dianalisis bahwa pada titik *core* yang terdeteksi sebesar 49.33% dari *sample* yang terdeteksi sebanyak 222 *sample* sidik ibu jari, delta 55.33% dari *sample* yang terdeteksi sebanyak 24 9*sample* sidik ibu jari, *ridge counting* 7.78% *sample* yang terdeteksi sebanyak 35 *sample* sidik ibu jari.

Dari hasil yang didapatkan maka dapat dibandingkan dengan hasil literatur sebelumnya, untuk tingkat keberhasilan pada literatur sebelumnya penentuan titik *core* 76%, penentuan delta 94%, penentuan *ridge counting* 74 %, dan tingkat keberhasilan perangkat lunak dalam perumusan sidik jari sebesar 70%. Sedangkan hasil yang didapatkan pada pengujian tugas akhir ini yaitu untuk penentuan titik *core* 49.33%, penentuan delta 55.33%, penentuan *ridge counting* 7.78% dan tingkat keberhasilan dalam perangkat lunak dalam perumusan sidik ibu jari sebesar 9.11%.

Dari hasil pengujian yang didapatkan dapat dianalisis bahwa pada pengujian tugas akhir ini semakin besar *noise* yang ada pada gambar sidik ibu jari maka gambar sidik ibu jari semakin sulit untuk diproses oleh sistem, kualitas sidik ibu jari yang terlalu kering dan basah pada saat pengambilan *sample* dapat mempengaruhi letak titik *core*, delta, dan *ridge counting* pada sidik ibu jari tidak terlihat dengan jelas, terdapat garis-garis kecil pada sidik ibu sehingga pada saat proses filter garis tersebut terdeteksi dan mengakibat timbulnya garis baru selain garis sidik jari, kualitas *UART Fingerprint Reader* yang kurang bagus dan cara *cropping* gambar sidik ibu jari dengan menggunakan *snipping tools* dapat mempengaruhi proses pengambilan gambar sidik ibu jari, karena proses *cropping* dengan menggunakan *snipping tools* kualitas dan informasi pada gambar sidik ibu jari yang didapatkan menjadi berkurang. Sehingga hasil pendeteksian titik *core*, delta, *ridge counting*, dan rumus sidik ibu jari tidak semua nya bisa terdeteksi dengan benar.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang diperoleh dan telah dilakukan analisis pada Perumusan Sidik Ibu Jari Berjenis *Loop* dengan Menggunakan Metode *WDFs* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat keberhasilan dalam pendeteksian *core* mencapai 49.33%, delta 55.33%, dan *ridge counting* 7.78% dan rumus sidik ibu jari 7.78%.
2. Dari hasil tingkat keberhasilan dalam perumusan sidik ibu jari hanya mencapai 9.11%, dikarenakan beberapa faktor yaitu semakin besar *noise* yang ada pada gambar sidik ibu jari maka gambar sidik ibu jari semakin sulit untuk diproses oleh sistem, kualitas sidik ibu jari yang terlalu kering dan basah pada saat pengambilan *sample* dapat mempengaruhi letak titik *core*, delta, dan *ridge counting* pada sidik ibu jari tidak terlihat dengan jelas, terdapat garis-garis kecil pada sidik ibu sehingga pada saat proses filter garis tersebut terdeteksi dan mengakibat timbulnya garis baru selain garis sidik jari, sehingga hasil pendeteksian titik *core*, delta, *ridge counting*, dan rumus sidik ibu jari tidak semua nya bisa terdeteksi dengan benar.

5.2. Saran

Dalam tugas akhir ini, masih banyak kekurangan yang dapat diperbaiki untuk pengembangan berikutnya.

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Penelitian dapat dikembangakan dengan meneliti 10 jari dan semua jenis sidik jari sehingga dapat menghasilkan rumus sidik jari dengan standar kepolisian.
2. Pengambilan gambar sidik jari dapat diambil dari berbagai posisi.
3. Dapat menggunakan *fingerprint* dengan kualitas yang lebih bagus, sehingga garis sidik jari dapat terlihat dengan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Putra, Darma. "Sistem Biometrika." *Yogyakarta: Andi Offset* (2009): 161-163.
[2] Leksono, Bowo, Achmad Hidayatno, and R. Rizal Isnanto. "Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari." *TRANSMISI* 13.1 (2011): 1-6.
[3] Arifin; Tumanan, Okvian, ”Pengenalan Pola Sidik Jari Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dengan Menggunakan Pembelajaran Backpropagtion”. 2011.
[4] Imron, Mohammad; Melita, Yuliana, ”Analisa Hasil Perbandingan Identifikasi *Core* Point pada Sidik Jari Menggunakan Metode Direction Of Curvature dan Poincare Index”. 2013.
[5] Riskajaya, Yohanes I., and Tohari Ahmad. "Pengembangan Metode Seleksi Titik Minutiae Pada Sidik Jari dengan Radius Ketetanggaan." *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi* 13.1 (2015): 68-74.
[6] Suyanto,”Soft Computing”. 2008.
[7] Utomo,Agung. “Rahasia Kehebatan di Balik Sidik Jari. Pontianak”. 2013.
[8] Suyadi. “Rahasia Sidik Jari”.
[9] Misbach, Ifa H. *Dahsyatnya Sidik Jari*. VisiMedia, 2010.
[10] Wijaya, Marvin Ch, and Agus Prijono. "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab." *Bandung: Informatika* (2007).
[11] Siang, Jong Jek. "Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan Matlab." *Penerbit Andi, Yogyakarta* (2005).
[12] Suroto,”Studi Penyempurnaan Identifikasi Sidik Jari Pada Algoritma Minutea”. 2009.
[13] Hong, Lin, Yifei Wan, and Anil Jain. "Fingerprint image enhancement: algorithm and performance evaluation." *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* 20.8 (1998): 777-789.
[14] Julasayvake, Atipat, and Somsak Choomchuay. "An algorithm for fingerprint *core* point detection." *Signal Processing and Its Applications, 2007. ISSPA 2007. 9th International Symposium on*. IEEE, 2007.
[15] Prasasti,Yudha. “Peran Daktiloskopi dalam Mengungkapkan Kasus Tindakan Pidana Pencurian (Studi Kasus di Wilayah Hukum Polres Sragen).” 2011.
[16] Rizqiani, Kurnia. M. Ramdhani. and Achmad Rizal. "Perancangan Perangkat Lunak Penghitungan Rumus Sidik Jari Tipe *Loop*."2009.
[17] http://www.peterkovesi.com/matlabfns/
[18] Patmasari, Raditiana. Mohamad Ramdhani. and Achmad Rizal. "Perancangan Perangkat Lunak Rumus Sidik Jari pada Bentuk Sidik Jari Jenis Whorl." *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*. 2009.
[19] Johal, Navrit Kaur, and Amit Kamra. "A novel method for fingerprint *core* point detection." *International Journal of Scientific & Engineering Research* 2.4 (2011): 1-6.
[20] Iwasokun, Gabriel Babatunde, and Oluwole Charles Akinyokun. "Fingerprint singular point detection based on modified poincare index method." *Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recogn* 7 (2014): 259-272.
[21] http://img1.photo138.com/CDM1/THA005700-ALL-1-1.jpg
[22] http://img.dxcdn.com/productimages/sku_326223_4.jpg
[23] Muharam, Fadhillah Saeful Hakim.Achmad Rizal. dan Rheza Faurizki Rahayu.” Klasifikasi Kelelahan Otak Pada Gamer EEG Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik”. 2016.
[24] Juheri,Ahmad. “Identifikasi Pola Sidik Jari Berbasis Transformasi Wavelet Dan Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik”. 2015.