

## KLASIFIKASI DAN PENINGKATAN KUALITAS CITRA SIDIK JARI MENGUNAKAN *FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)*

Salahuddin<sup>1)</sup>, Tulus<sup>2)</sup>, F. Fahmi<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe<sup>1)</sup>

Jl. B. Aceh-Medan KM. 280,3 Buketrata-Lhokseumawe, Tel. (0645)42670

Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara<sup>2)</sup>

Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Padang Bulan, Medan, Sumatera Utara

Jurusan Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara<sup>3)</sup>

Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155 Indonesia

Telepon +6261(8211236), Fax +6261(8213250)

Email : [salahuddin\\_ali@ymail.com](mailto:salahuddin_ali@ymail.com)<sup>1)</sup>; [tulus@usu.ac.id](mailto:tulus@usu.ac.id)<sup>2)</sup>; [fahmimn@usu.ac.id](mailto:fahmimn@usu.ac.id)<sup>3)</sup>

### Abstrak

Sistem pengenalan sidik jari bertujuan untuk mengidentifikasi sidik jari seseorang sehingga dapat di kenali ciri unik dari orang tersebut. Hasil dari ekstraksi ciri sidik jari sangat bergantung pada kualitas dari citra sidik jari itu sendiri, seperti halnya kejelasan ridge structure pada citra sidik jari. Citra yang baik akan memiliki kontras yang baik dan dapat menggambarkan ridges dan valleys. Jenis sidik jari didefinisikan diantaranya: sidik jari berminyak yang memiliki piksel ridges cenderung sangat tebal, sidik jari kering yang memiliki ridges yang kasar pada tingkat lokal dan terdapat piksel putih/ valley yang banyak, serta sidik jari netral secara umum tidak memiliki sifat khusus seperti berminyak dan kering. Untuk mendapatkan citra yang baik pada citra sidik jari kering dilakukan ekstraksi garis tengahnya dan menghapus piksel putih/valley sehingga nilai ridge meningkat. Penelitian ini menggunakan metode FFT karena FFT merupakan salah satu algoritma yang dapat menghitung secara cepat dan mendukung dilakukan proses secara real time. Dengan metode FFT citra sidik jari dengan ridges yang terputus dianalisa dan dihitung probabilitasnya dari ridge frequency dan ridge orientation, setelah ditingkatkan kualitasnya dengan menggunakan FFT maka didapatkan peningkatan piksel ridge 97.52 % pada konstanta  $k=0,6$ . Dan Hasil Verifikasi Persentase Matching Sidik jari tertinggi pada nilai konstanta  $k=0,6$  yaitu 54,29%.

**Key Word : Sidik Jari kering, Klasifikasi citra sidik jari, Fast Fourier Transform**

### 1. Pendahuluan

Teknologi biometrik memiliki beberapa kelebihan seperti tidak mudah hilang, tidak bisa dipalsukan, dan tidak mudah rusak. Sistem pengenalan sidik jari bertujuan untuk mengidentifikasi sidik jari seseorang[1]. Kualitas citra sidik jari yang baik jika memiliki kontras yang baik dan dapat menggambarkan struktur *ridges* dan *valleys* yang jelas.

*Point Minutiae* adalah sejenis titik yang terbentuk pada sidik jari. Ada beberapa jenis *minutiae* atau dapat juga disebut dengan *ridge*, diantaranya *ridge ending* (akhir), *ridge crossing* (persilangan), dan fitur kecil yang berbentuk dari percabangan *ridge* pada sidik jari disebut *ridge bifurcation* [2].

Di antara seluruh indikator biometrik, sidik jari memiliki kehandalan yang sangat tinggi dan sering digunakan oleh para ahli *forensik* di dalam investigasi kriminal untuk mengungkap kejahatan. Teknologi pengenalan sidik jari sampai sekarang terus dikembangkan dan dikompetisikan. Salah satu kompetisi internasional adalah *Fingerprint Verification Competition (FVC)* yang mana pada kompetisi ini diukur dari akurasi dan waktu yang dibutuhkan dalam identifikasi [1]. Kendala utama dalam pengenalan sidik jari dengan metode berbasis *minutiae* pada umumnya citra sidik jari memiliki kualitas yang rendah,

disebabkan oleh jenis kulit (berminyak, kering, dan cacat).

Jenis sidik jari dengan kondisi lingkungan didefinisikan diantaranya: sidik jari berminyak, sidik jari kering dan sidik jari netral. Untuk mendapatkan citra yang baik pada gambar berminyak, *valley* yang tipis dan terputus ditingkatkan dengan cara dilebarkan, dan untuk mendapatkan citra yang baik pada citra kering, *ridges* yang ditingkatkan dengan mengekstraksi garis tengahnya dan menghapus piksel putih/*valley*[3][4].

Untuk mendapatkan citra yang baik pada gambar berminyak, *valley* yang tipis dan terputus ditingkatkan dengan cara dilebarkan, dan untuk mendapatkan citra yang baik pada citra kering, *ridges* yang ditingkatkan dengan mengekstraksi garis tengahnya dan menghapus piksel putih/ *valley* [4]

Oleh karena itu, perbaikan kualitas citra sidik jari seharusnya menjadi prioritas utama sebelum mengidentifikasi parameter-parameter yang berupa ciri (*feature*) dari objek didalam citra [5]. Salah satu metode yang dapat melakukan proses peningkatan kualitas citra sidik jari adalah metode *FFT (fast fourier transform)*. Penggunaan FFT ini didasarkan pada sifat sidik jari yang berubah-ubah (*non-stationary*) artinya karakteristik-karakteristik mempunyai nilai yang

berbeda-beda pada satu bagian dengan bagian yang lain dalam sebuah citra sidik jari.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya melakukan *enhancement* citra sidik jari kotor menggunakan metode *hybrid* dan gabor filter dengan hasil 87% meningkat untuk 200 sidik jari melakukan perbaikan citra sidik jari dengan metode STFT menghasilkan perbaikan yang sangat baik, kemudian melakukan *Enhancement* sidik jari dengan STFT mendapatkan hasil peningkatan 24,6% dari 800 citra sidik jari [6][8][9].

Berdasarkan latar belakang masalah maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

1. Mendapat hasil klasifikasi citra sidik jari (Berminyak, Kering dan Netral).
2. Mendapatkan nilai konstanta  $k$  pada metode FFT yang cocok untuk peningkatan citra sidik jari kering.
3. Mendapatkan persentase peningkatan kualitas citra sidik jari.

## 2. Metode Penelitian

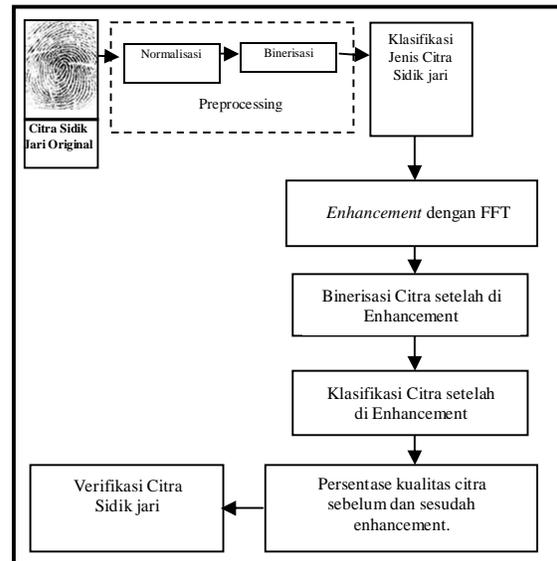
Penelitian yang dilakukan penulis pada dasarnya ada beberapa tahapan, yaitu:

1. Pengambilan Data Citra Sidik Jari.
2. Preprocessing (Normalisasi dan Binerisasi)
3. Klasifikasi Jenis Citra Sidik Jari
4. Peningkatan Citra Sidik Jari dengan FFT
5. Binerisasi kembali citra yang telah di *Enhancement*
6. Klasifikasi kembali citra yang telah di *Enhancement*
7. Persentase kualitas citra sebelum dan sesudah *enhancement*.
8. Verifikasi Citra Sidik Jari.

Adapun metode peningkatan kualitas citra sidik jari kering yang diusulkan dalam penelitian ini adalah metode *FFT*, sehingga cacat pada citra sidik jari dapat dihilangkan agar tingkat akurasi pengenalan sidik jari dalam sistem biometrik dapat ditingkatkan.

Sebelum delapan tahapan penelitian ini dilaksanakan, penulis terlebih dahulu melakukan pengumpulan referensi sebagai acuan dalam penelitian lalu kemudian menelaah referensi tersebut dengan melakukan tinjauan pustaka tentang *enhancement* citra terutama pada citra sidik jari kering.

Secara umum ada beberapa tahapan utama pada penelitian ini, yakni pengambilan citra sidik jari, preprocessing, klasifikasi sidik jari, *enhancement* dengan *FFT*, binerisasi dan klasifikasi serta tahapan perbandingan sebelum *enhancement* dan setelah *enhancement*.



Gambar 1. Blok Diagram Tahapan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sidik jari original yang dilakukan pengambilannya dengan alat *optical fingerprint*.



Gambar 2 Image Sidik Jari Asli

Setelah setelah proses pengambilan data, tahap berikutnya dalam proses *enhancement* sidik jari adalah Normalisasi citra dan Binerisasi citra. Proses normalisasi dilakukan untuk menstandartisasi atau menyeragamkan nilai intensitas citra sidik jari normal dengan menyesuaikan cakupan derajat keabuan sehingga berada pada cakupan nilai yang diharapkan, Binerisasi adalah proses mengubah *greylevel* citra menjadi citra biner. Hal ini meningkatkan kontras antara *ridge* dan *valley* dalam citra sidik jari, dan akibatnya memfasilitasi ekstraksi *minutiae*.

Proses binerisasi melibatkan pemeriksaan tingkat *grey-level* nilai setiap piksel dalam citra yang disempurnakan, dan jika nilai lebih besar daripada ambang global, maka nilai piksel disetel ke nilai biner satu, selain itu diatur ke nol. Hasilnya adalah citra biner berisi dua tingkat informasi, latar depan *ridge* dan latar belakang *valley*.

Selanjutnya diterapkan metode *enhancement* citra sidik jari kering yaitu *FFT* (*Fast Fourier Transform*). Pengembangan metode *FFT* dalam melakukan *enhancement* citra sidik jari kering merupakan bagian utama penelitian ini untuk menemukan metode *enhancement* dengan *FFT* yang tepat dengan

melakukan perubahan terhadap nilai konstanta k yang berbeda, sehingga didapatkan citra yang *dienhancement* lebih baik.

Metode FFT telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya dari sistem pengenalan citra sidik jari. Dalam implementasinya, kita membagi gambar menjadi blok pengolahan kecil (32 x 32 piksel) dan melakukan Transformasi Fourier berdasarkan rumus[8]:

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \exp\{-j2\pi x(\frac{ux}{M} + \frac{uy}{N})\} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk u = 0, 1, 2, .., 31 and v = 0, 1, 2, .., 31

Dalam rangka meningkatkan blok tertentu dengan frekuensi dominan, kita kalikan FFT dari blok oleh besarnya waktu.

Dimana besarnya yang asli

$$FFT = \text{abs}(F(u,v)) = |F(u,v)|.$$

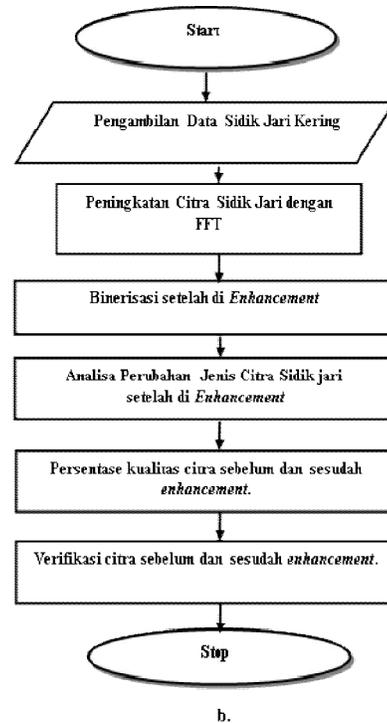
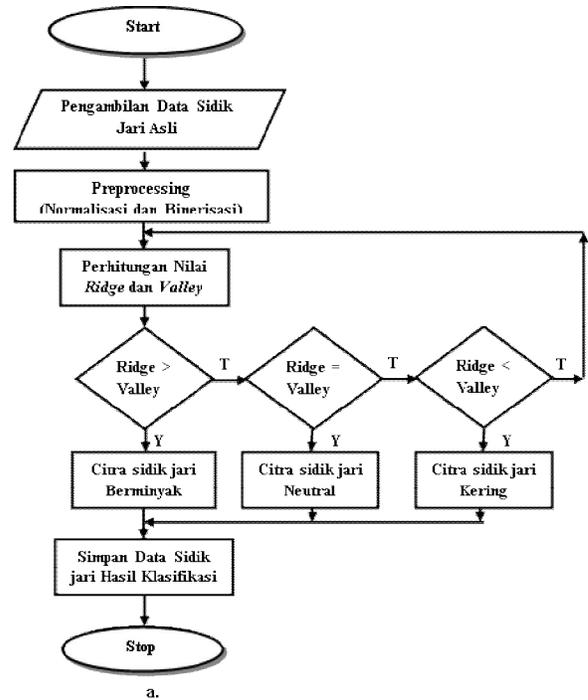
Maka diperoleh peningkatan citra berdasarkan persamaan :

$$g(x,y) = F^{-1}\{F(u,v) \times |F(u,v)|^K\} \dots\dots\dots(2)$$

dimana  $F^{-1}(F(u,v))$  diberikan oleh:

$$F(u,v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \exp\{-j2\pi x(\frac{ux}{M} + \frac{uy}{N})\} \dots\dots\dots(3)$$

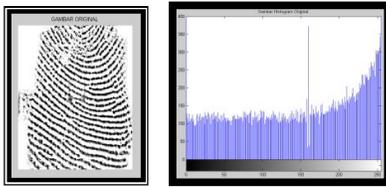
Untuk x = 0, 1, 2 .. 31 dan y = 0, 1, 2 .. 31. K dalam persamaan 2 adalah konstanta yang ditentukan, dipilih k = 0,2 sampai dengan k=1,2 untuk menghitung. Nilai k tinggi dapat meningkatkan penampilan dari *ridge* dengan mengisi lubang-lubang kecil di *ridge*, tetapi jika nilai k terlalu tinggi dapat mengakibatkan kesalahan dengan bergabung *ridge* yang mungkin menyebabkan penghentian menjadi sebuah bifurkasi [6][7].



Gambar 4. a. Diagram Alir Klasifikasi Citra Asli.  
b. Diagram Alir Proses *Enhancement* Citra Sidik jari kering

**3. Hasil dan Pembahasan**

Citra sidik jari diambil menggunakan *scanner fingerprint* tipe *U.are.U 4500* jenis *optical* digital personal. Data yang diambil berukuran 307 x 400 piksel dengan type data BMP.



Gambar 5 Citra Sidik Jari Asli dan Histogramnya

Gambar 5 merupakan citra sidik jari asli dan histogramnya, kemudian citra sidik jari asli tersebut dilakukan proses normalisasi. Hasil dari normalisasi suatu citra sidik jari yang mempunyai nilai *mean* nol dan *variance* satu. Dalam pengolahan citra normalisasi dibutuhkan juga untuk menyeragamkan ukuran pada citra yang tidak sesuai pada saat pengambilan citra awal.

Tahap selanjutnya pada preprocessing adalah binarisasi, proses ini bertujuan untuk meningkatkan nilai *grayscale* atau dikonversi ke dalam suatu citra biner. Sebuah citra biner disimpan sebagai citra 1-bit. Biasanya citra *grayscale* dikonversi ke dalam satu citra biner menggunakan nilai *threshol*.

Pada penelitian ini dilakukan dengan memakai beberapa nilai *threshold* dengan tujuan untuk melihat mana yang terbaik dalam proses binarisasi. Adapun nilai *threshold* yang di pilih antara lain 130, 150 dan 160. Dipilihnya nilai *threshol* 160 pada penelitian ini karena pada *threshol* 160 terjadi sebaran nilai intensitas yang paling tinggi, sehingga nilai 160 yang lebih banyak muncul pada citra sidik jari tersebut, maka diambil nilai *threshol* 160 sebagai acuan dalam binerisasi citra sidik jari kering disini.

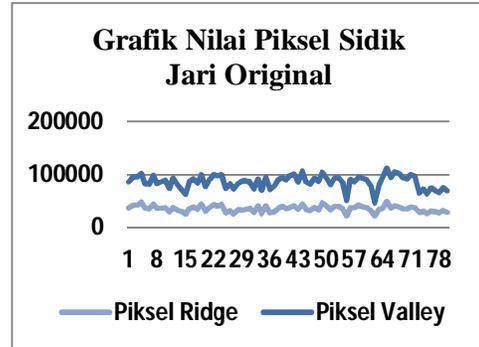


Gambar 6 Hasil Binarisasi dengan Nilai *Threshold* 160.

Hasil dari klasifikasi citra sidik jari asli atau hasil perhitungan nilai *Ridge* dan *Valley* didapatkan Nilai Rata-rata piksel *Ridge* sebesar 35369 dan rata-rata nilai piksel *Valley* sebesar 50102. Karena nilai *Ridge* lebih kecil dari nilai *Valley*, maka hasil klasifikasi citra dikategorikan sebagai citra sidik jari kering

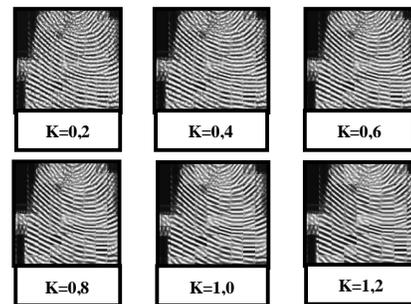
Untuk mendapatkan data *template* yang akan digunakan sebagai pembanding pada proses verifikasi citra sidik jari, maka diambil 1 (satu) sampel citra diantara 8 (delapan) citra yang ada sebagai nilai citra sidik jari normal, dengan cara mengambil satu citra yang mempunyai nilai piksel *ridges* paling tinggi diantara piksel yang ada, karena piksel *ridges* yang

paling tinggi akan mendekati ke nilai piksel untuk sidik jari netral. sehingga dari 80 sampel data sidik jari ada 10 sampel citra sidik jari sebagai citra sidik jari normal (data *template*) dan 70 citra yang dikategorikan sebagai citra sidik jari kering yang akan ditingkatkan kualitasnya dengan menggunakan FFT.



Gambar 7 Grafik Data Nilai Piksel Sidik Jari Original Berdasarkan grafik data nilai piksel sidik jari original pada gambar 7 terlihat bahwa nilai piksel *ridge* rata-rata berada di bawah nilai piksel *valley* untuk 80 sampel sidik jari, sehingga sidik jari tersebut dikategorikan sebagai citra sidik jari kering.

Proses *enhancement* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Fast Fourier Transform*, dimana citra sidik jari yang telah ternormalisasikan sebanyak 80 sidik jari, maka diambil 70 sidik jari yang dinyatakan kering berdasarkan nilai *piksel ridge* dan *piksel valley* diproses untuk di *enhancement* dengan *FFT*. Hasil dari proses *enhancement* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

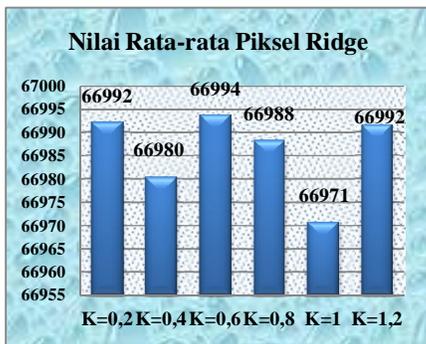


Gambar 8 Citra Enhancement dengan nilai konstanta k yang berbeda

Sebuah Citra itu dibagi menjadi blok pemrosesan kecil (32 x 32 piksel) dan transformasi *Fourier* dilakukan berdasarkan persamaan 1. Untuk  $u = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, 31$  dan  $v = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, 31$ . Dalam rangka meningkatkan blok tertentu dengan frekuensi dominan, kita kalikan FFT dari blok oleh besarnya waktu. Dimana besarnya FFT asli =  $abs(F(u, v)) = |F(u, v)|$ . Untuk memperoleh peningkatan citra berdasarkan persamaan 2. Dimana  $F^{-1}(F(u, v))$  diberikan oleh persamaan 2. Untuk  $x = 0, 1, 2, 3, \dots, 31$  dan  $y = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, 31$ . K dalam persamaan 2 adalah konstanta yang ditentukan, dipilih  $k=0,2$  sampai

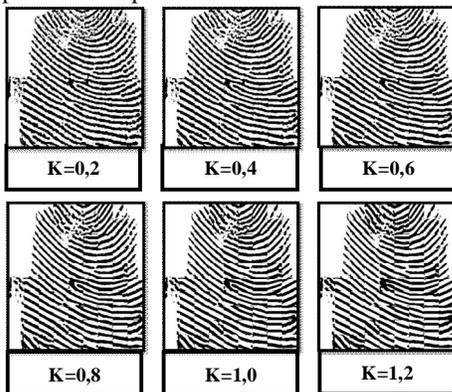
dengan  $k=1,2$ . untuk menghitung. Nilai konstanta  $k$  yang tinggi dapat meningkatkan penampilan dari *ridge* dengan mengisi lubang-lubang kecil di *ridge*, Gambar 8 merupakan citra setelah di *enhancement* dengan FFT, peningkatan citra FFT memiliki perbaikan untuk menghubungkan beberapa titik salah yang rusak di punggung dan untuk menghilangkan beberapa sambungan tersebar diantara *ridges*.

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa setelah proses peningkatan citra dilakukan dengan perubahan nilai konstanta  $k$  dari  $k=0,2$  sampai dengan  $k=1,2$ , maka terlihat adanya perbedaan nilai rata-rata piksel *ridge* pada setiap perubahan nilai konstanta. Dan terlihat bahwa rata-rata nilai *ridges* yang paling rendah terdapat pada nilai  $k=1$  dan rata-rata nilai *ridges* paling tinggi pada nilai  $k=0,6$ .



Gambar 9 Grafik Nilai rata-rata piksel *ridge* pada citra setelah *dienhancement*.

Binerisasi citra sidik jari dilakukan untuk mengubah gambar sidik jari 8-bit *gray* ke gambar 1-bit dengan nilai *ridges=0* dan nilai alur=1. Setelah operasi, *ridges* di sidik jari yang disorot dengan warna hitam sedangkan alur berwarna putih. Suatu metode binerisasi lokal yang *adaptive* dilakukan untuk binerisasi gambar sidik jari. Seperti metoda yang disebut yang berasal dari mekanisme kerja mengubah nilai piksel untuk 1 jika nilai tersebut ini lebih besar dari nilai intensitas rata-rata dari blok saat ini (16x16) seperti terlihat pada Gambar 7.

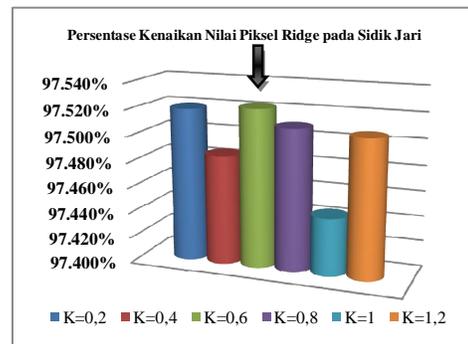


Gambar 10 Citra Binerisasi setelah *Enhancement* dengan nilai konstanta  $k$  yang berbeda

Setelah citra sidik jari kering di *enhancement* maka perlu dilakukan kembali proses klasifikasi jenis citra sidik jari untuk mengetahui dari hasil peningkatan kualitas tersebut, sidik jari tergolong ke sidik jari netral atau berminyak. Dari hasil klasifikasi diperoleh hasil bahwa jenis citra sidik jari mengalami peningkatan.

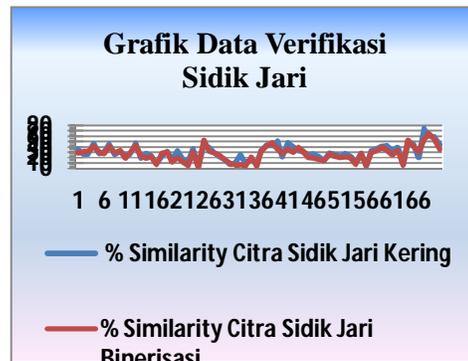
Pada tahap ini proses membandingkan antara piksel *ridges* pada sidik jari *original* sebelum ditingkatkan kualitasnya dengan metode FFT dan piksel *ridges* yang dihasilkan setelah dilakukan proses peningkatan kualitasnya dengan FFT.

Hasil keseluruhan dirata-ratakan didapatkan persentase peningkatan nilai piksel *ridges* antara 97,44% sampai dengan 97,52%, untuk grafik kenaikan nilai piksel *ridges* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Grafik persentase kenaikan nilai piksel *ridge* pada sidik jari setelah di *Enhancement*

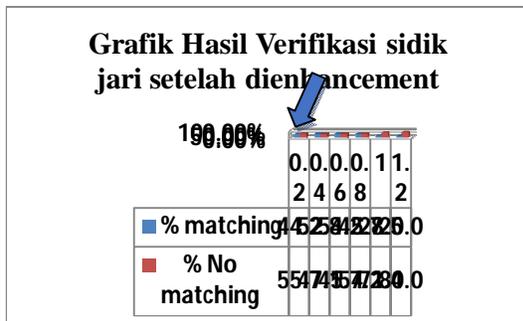
Tahap selanjutnya adalah proses verifikasi yaitu dengan mencocokkan *minutiae* atau *matching minutiae*.



Gambar 12 Grafik persentase kecocokan citra sidik jari normal dengan citra sidik jari kering dan sidik jari dibinerisasi

Hasil dari 70 data sidik jari didapatkan persentase kecocokan citra rata-rata sebesar 29,78% untuk verifikasi citra sidik jari normal dengan citra sidik jari kering seperti terlihat pada Gambar 12.

Hasil dari verifikasi citra sidik jari adanya peningkatan rata-rata presentase kecocokan dan juga terjadi penurunan, dari rata-rata presentase verifikasi sidik jari kering sebesar 29,78% diambil sebagai standard untuk menyatakan *Matching* dan *No Matching*, dimana jika hasil verifikasi didapat persentase kecocokan diatas 29,78% maka dinyatakan *Matching* dan sebaliknya jika persentasenya dibawah 29,78% dinyatakan *No Matching*, sehingga didapat bahwa persentase *Matching* Sidik jari tertinggi pada nilai konstanta  $k=0,6$  yaitu 54,29%, seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik hasil verifikasi citra sidik jari setelah *enhancement*

### 3. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap citra sidik jari kering dengan menggunakan *fast fourier transform* (FFT) untuk mendapatkan citra yang ter-*enhancement*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi citra sidik jari didapat bahwa semua data citra dinyatakan kering disebabkan kemungkinan jenis kulit yang diambil kering dan proses pengambilan data yang kurang sempurna.
2. Pada proses peningkatan kualitas citra sidik jari kering dengan menggunakan metode FFT, didapatkan nilai  $k=0,6$  yang terbaik.
3. Persentase peningkatan kualitas citra sidik jari pada nilai konstanta  $k=0,6$  sebesar 97,52%.
4. Persentase *Matching* Sidik jari tertinggi pada nilai konstanta  $k=0,6$  yaitu 54,29%.

### 4. Daftar Pustaka

- [1] F. A. Afsar, M. A. (2004). *Fingerprint Identification and Verification System using Minutiae Matching*. National Conference on Emerging Technologies (pp. 141-146). Islamabad, Pakistan: Department of Computer & Information Sciences.
- [2] Pratama, A. B. (2008). Verifikasi Citra Sidik Jari Poin Minutiae dalam Visum Et Repertum (VER) menggunakan K-Means Clustering. *Ilmu Komputer UB*, Hal. 1-6.

- [3] Rahmad Syam, M. H. (2010). *Determining the Standard Value of Acquisition Distortion of Fingerprint Images Based on Image Quality*. ITB J. ICT Vol. 4, No. 2. , 115-132.
- [4] Yun, E. &. (2006). *Adaptive Fingerprint Image Enhancement with Fingerprint Image Quality Analysis*. Elsevier on Image and Vision Computing, 101-110.
- [5] M. Rajinikannan, D. Ashok Kumar, dan R. Muthuraj. (2010). *Estimating the Impact of Fingerprint Image Enhancement Algorithms for Better Minutia Detection*. International Journal of Computer Application, Vol. 2, No. 1, Hal 36-42.
- [6] Noviyanto, A. (2009). *Perbaikan Citra Sidik Jari dengan Metode STFT (Short Time Fourier Transform) Analysis*. Yogyakarta: Universitas Gadjag Mada.g
- [7] Sangram Bana dan D. Davinder Kaur. (2011). *Fingerprint Recognition using Image Segmentation*. International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies, Vol. 5 NO. 1, Hal 12-23.
- [8] Sharat S, C. A. (2006). *Fingerprint Image Enhancement Using STFT Analysis*. Pattern Recognition 40, Hal. 198-211.
- [9] Nasir, M. (2010). *Enhancement Citra Sidik Jari Kotor Menggunakan Hybrid Method dan Gabor Filter*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.