

PENDETEKSIAN CORE POINT FINGERPRINT MENGGUNAKAN ALGORITMA POINCARÉ INDEX DAN GEOMETRY OF REGION

Diah Arifah P.¹⁾, Daniel Rudiaman S.²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Informatika, STIKI Malang
diah@stiki.ac.id;

²⁾ Program Studi Teknik Informatika, STIKI Malang
daniel@stiki.ac.id

Abstract

The fingerprint recognition system is one of the biometric technologies that can be used in identifying a person. The fingerprint has a midpoint called the core point. Core Point has a very important role because it will serve as one of the parameters in the process of identification and classification of fingerprints at the stage of feature extraction process. Core Point is also one of the important parameters in determining the fingerprint formula.

In this research, a technique will be developed to determine the midpoint automatically using the poincare index algorithm and geometry of region technique. The first stage is the pre-processing of the fingerprint image which includes (1) the grayscale process (converting the color image to black and white image); (2) normalization process (improving image quality when image is too dark or too bright); (3) binary process (the threshold used is 80% of the average). The second stage is to identify the location of core points through several stages: (1) making block orientation; (2) smooth orientation process; (3) determination of core point using poincare index algorithm and geometry of region. The output of this research will be the obtained core point (midpoint) of the fingerprint which will be used for further fingerprint identification

Keyword: core point, sidik jari, poincare index, geometry of region

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Sistem biometrika merupakan teknologi pengenalan diri dengan menggunakan bagian tubuh atau perilaku manusia. Sidik jari dan tanda tangan, masing-masing merupakan contoh biometrika berdasarkan bagian tubuh dan tingkah laku manusia.

Sistem pengenalan sidik jari merupakan salah satu teknologi biometrik yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi seseorang, bahkan sidik jari menjadi teknologi yang dirasa cukup handal karena terbukti relatif akurat, aman, mudah dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik yang lainnya seperti retina mata atau DNA^[4]. Pola sidik jari merupakan salah satu identitas perorangan yang bersifat unik dan tidak berubah seumur hidupnya, terkecuali akibat suatu

kecelakaan. Karena sifat inilah sidik jari dapat digunakan sebagai alat verifikasi maupun identifikasi personal.

Sidik jari adalah suatu bentuk pola garis (*ridge*) pada permukaan sebuah ujung jari. Pada setiap sidik jari umumnya memiliki ciri-ciri visual yaitu bentuk dan arah alur (*ridge*), titik pusat (*core*), dan pertigaan (*delta*). Sidik jari memiliki titik tengah yang disebut *core point*. *Core Point* mempunyai peranan yang sangat penting karena akan dijadikan sebagai salah satu parameter dalam proses identifikasi dan klasifikasi sidik jari pada tahap proses ekstraksi ciri. *Core Point* juga merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan rumus sidik jari.

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dikembangkan teknik untuk menentukan titik tengah secara otomatis menggunakan algoritma *poincare index* dan *geometry of region technique*.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengidentifikasi lokasi *core point* sidik jari menggunakan *poincare index* dan *geometry of region*
2. Dapat menunjukkan bahwa metode *poincare index* dan *geomtery of region* dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi *core point* sidik jari

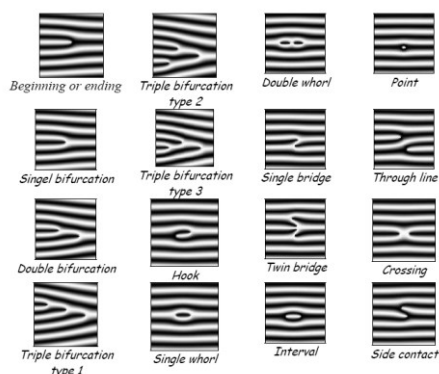
2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Sidik Jari

Sidik jari merupakan karakteristik alami manusia yang digunakan dalam identifikasi personal. Elvayandri (2002) menyatakan bahwa sidik jari memiliki beberapa sifat, antara lain:

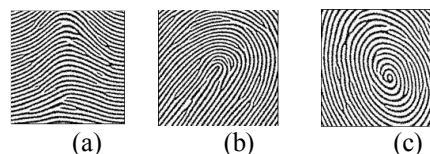
1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.
2. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.

Sidik jari mempunyai *feature* guratan seperti terlihat pada Gambar 1 (Elvayandri, 2002)



Gambar 1. *Feature* pada guratan sidik jari

Klasifikasi sidik jari membagi data pola garis alur sidik jari kedalam kelompok-kelompok kelas ciri yang menjadi karakteristik sidik jari tersebut yaitu untuk mempercepat proses identifikasi. Ada dua jenis kategori sidik jari yaitu kategori bersifat umum (global) dan kategori yang bersifat khusus (lokal) yang digunakan untuk menggambarkan ciri-ciri khusus individual, seperti jumlah *minutiae*, jumlah dan posisi inti (*core*), dan jumlah dan posisi delta.



Gambar 2. Klasifikasi global sidik jari^[2],
(a)Arches, (b) Loops, (c) Whorls

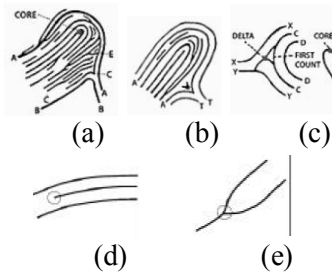
Karakteristik sidik jari yang bersifat global terlihat sebagai pola garis-garis alur dan orientasi dari garis alur tersebut pada kulit. Ciri-ciri global sidik jari diklasifikasikan dalam tiga kategori bentuk^[2] (lihat Gambar 2) , yaitu:

- (1) *Arches* adalah pola garis alur sidik jari berbentuk suatu kurva terbuka yang mencakup 5% dari populasi;
- (2) *Loops* adalah jenis paling umum yaitu kurva melingkar yang meliputi 60% sampai dengan 65 % dari populasi;
- (3) *Whorls* adalah berbentuk lingkaran penuh yang mencakup 30% sampai 35% dari populasi.

Kurva terbuka (*Arches*) dibagi lagi atas *arch* dan *tented arch*. Sedangkan loops dibagi dua menjadi kurva melingkar condong ke kiri (*left loop*) dan melingkar condong ke kanan (*right loop*).

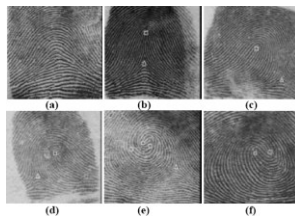
Pada tingkat lokal sidik jari dipandang lebih detail. Ciri-ciri lokal sidik jari ditentukan oleh jumlah dan posisi garis alur dan banyaknya percabangan dari garis-garis alur yang terdiri dari (lihat Gambar 3) ^[2]:

- (1) Inti (*core*) didefinisikan sebagai titik yang didekatnya terdapat alur-alur yang membentuk susunan semi-melingkar. Inti ini digunakan sebagai titik pusat lingkaran balik garis alur yang menjadi titik acuan pembacaan dan pengklasifikasian sidik jari.
- (2) Delta didefinisikan sebagai suatu titik yang terdapat pada suatu daerah yang dibatasi oleh tiga sektor yang masing-masing memiliki bentuk hiperbolik. Titik ini merupakan pertemuan curam atau titik divergensi dari pertemuan dua garis alur.
- (3) *Minutiae* didefinisikan sebagai titik-titik terminasi (*ending*) dan titik-titik awal percabangan (*bifurcation*) dari garis-garis alur yang memberikan informasi yang unik dari suatu sidik jari.



Gambar 3. Karakteristik lokal sidik jari.
(a) Core, (b) delta, (c) minutiae, (d) terminasi, (e) percabangan

Selain itu dikenal juga jenis garis alur (*type lines*) yaitu dua garis alur paralel yang mengelilingi atau cenderung mengelilingi daerah pola, dan cacah garis alur (*ridge count*) atau kerapatan (*density*) yaitu jumlah dari garis-garis alur dalam daerah pola.



Gambar 4 Enam kategori klasifikasi sidik jari berdasarkan delta dan inti^[2]

Gambar 4 (a) memperlihatkan kategori *Arch* yang tidak memiliki delta dan inti. Gambar 4 (b) adalah *Tented Arch* dengan satu delta (Δ) dan satu inti ($\square$). Gambar 4 (c) adalah *Right Loop* dengan satu delta dan satu inti. Gambar 4 (d) adalah *Left Loop* dengan satu delta dan satu inti. Gambar 4 (e) *Whorl* dengan satu delta dan dua inti. Gambar 4 (f) adalah *Twin Loop* dengan dua inti yang tidak tercitra.

2.2. Poincare Index

Poincare index bekerja pada sektor hasil perhitungan dari *orientation field estimation*. Jika hasil perhitungan dari *poincare index* bernilai -0.5 , maka sektor tersebut merupakan daerah sektor delta point. Dan jika bernilai $+0.5$, maka sektor tersebut merupakan sektor core point.

Algoritma dari *poincare index* adalah :

1. Tentukan pusat blok (i,j) dari blok ketetangaan yang dibuat yang berukuran 3×3

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

2. Hitung nilai selisih radian blok yang bertetangga dalam blok ketetangaan yang berukuran 3×3

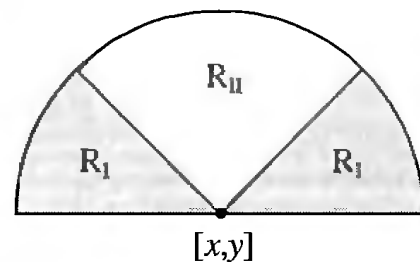
1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 5. Daerah ketetangaan 3×3 pada proses *poincare index*

2.3. Geometry of Region

Algoritma *geometry of region* adalah^[3]:

1. Hitung *smooth orientation* masing-masing blok
2. Hitung nilai sinus dari langkah 1
3. Menentukan daerah pencarian dengan titik pusat *core point* hasil metode *poincare index*
4. Hitung total nilai sinus pada region I dan hitung selisihnya dengan region II



Gambar 6 Region persekitaran blok dengan jari-jari 10 blok

Gambar 6 menunjukkan pembagian region dalam suatu radius pencarian *core point*. Region I adalah region dengan sudut $0^\circ - 50^\circ$, dan $130^\circ - 180^\circ$, sedangkan Region II adalah region yang terletak diantara sudut 50° dan 130°

5. Blok (x,y) dinyatakan sebagai blok yang memiliki lengkungan, jika total nilai sinus pada Region I lebih besar daripada total nilai sinus pada Region II
- Setelah dilakukan langkah ke 5, maka titik referensi (*core point*) untuk sidik jari telah diperoleh

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah penelitian ini dilakukan

dengan menggunakan tahapan-tahapan seperti dibawah ini:

1. Tahap Perencanaan

a. Pemilihan masalah

Masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi letak *core point* sidik jari menggunakan metode *poincare* dan *geometry of region*. Penelitian ini penting dilakukan karena *core point* sidik jari merupakan parameter yang sangat penting dalam proses identifikasi sidik jari.

2. Tahap Pelaksanaan

a. Pengumpulan data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data sidik jari yaitu dengan mengambil dari database sidik jari FVC2002 DB1 dengan format TIF dan berukuran 640x480 pixel

b. Pengolahan data

Database sidik jari akan diolah dengan mengkonversi citra digital menjadi kumpulan data numerik yang representatif dan konsisten yang mewakili karakteristik sidik jari. Dan juga dilakukan proses *grayscale*, proses normalisasi, dan proses binerisasi pada citra sidik jari untuk mendapatkan citra yang representatif. Pada penelitian ini juga menggunakan beberapa modifikasi, yaitu pergeseran, rotasi, pembesaran, penambahan intensitas, pemotongan citra sidik jari, peregangan dan penyusutan citra serta adanya penambahan noise. Setelah dilakukan proses konversi dan pengolahan data citra sidik jari dilakukan proses penentuan letak *core point* sidik jari menggunakan metode *poincare index* dan *geometry of region*.

c. Analisa data

Dalam tahap ini akan dianalisa hasil pengolahan data citra sidik jari yang telah diolah, dikonversi dan ditentukan letak *core point* sidik jari berdasarkan hasil penelitian dan teori yang ada

4. HASIL & PEMBAHASAN

Data sidik jari yang digunakan diambil dari database sidik jari FVC2002 DB1 (<http://bias.csr.unibo.it/fvc2002/download.asp>) dengan format TIF dan berukuran 640x480 pixel. FVC2002 merupakan suatu kompetisi verifikasi sidik jari, dimana dalam proses verifikasi tersebut terdapat sampel citra sidik jari dan database ini menjadi *benchmark* untuk beberapa penelitian tentang sidik jari. Pada penelitian ini hanya diambil database DB1, dimana berisikan 10 jenis sidik jari, dimana masing-masing sidik jari memiliki 8 variasi. Contoh citra sidik jari yang diambil dari FVC2002 ditunjukkan pada Gambar 7.

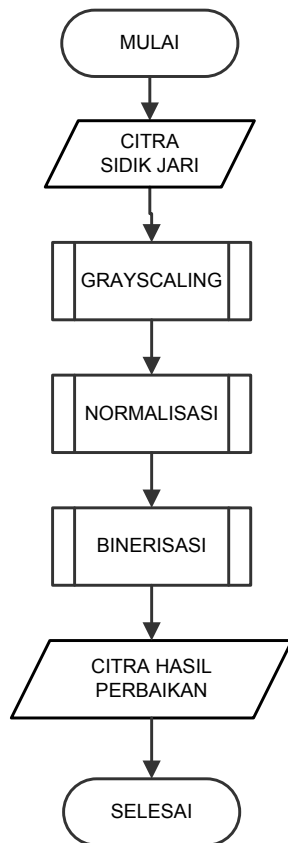


Gambar 7. Contoh citra sidik jari yang diambil dari database FVC2002 DB1

Ukuran citra sidik jari ini diubah menjadi 224 x 228 pixel (Adi, 2003). Selain menggunakan database sidik jari FVC2002 DB1, pada penelitian ini juga menggunakan beberapa modifikasi, yaitu pergeseran, rotasi, pembesaran, penambahan intensitas, pemotongan citra sidik jari, peregangan dan penyusutan citra serta adanya penambahan noise. Proses modifikasi tersebut dilakukan dengan menggunakan *Adobe Photoshop*.

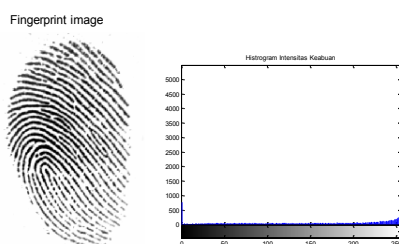
4.1. Proses perbaikan citra

Dalam proses ini, sebelum citra sidik jari diidentifikasi maka citra tersebut melalui beberapa proses, yaitu *grayscale*, normalisasi, dan binerisasi.



Gambar 8. Diagram alir proses perbaikan citra

- a. Mendapatkan citra (*image*) dan mengubahnya menjadi *grayscale*. Citra yang diambil dalam proses ini merupakan file berekstensi TIF, hal ini dikarenakan pengambilan citra dari database sidik jari FVC2002 DB1 menggunakan format file TIF. Setelah dilakukan proses pengambilan data maka selanjutnya melakukan proses *grayscale* untuk merubah dari citra warna menjadi citra hitam putih. Hasil proses *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 10. Sidik jari yang telah dilakukan proses *grayscale* dengan histogram yang dihasilkan

Source code untuk melakukan proses *grayscale* adalah :

```

a. image1=imread('namafile.TIF');
b. try
c. image1=rgb2gray(image1);
d. End
e. Figure
f. imshow(image1);
g. title('Fingerprint image')
  
```

- b. Melakukan proses normalisasi
Proses normalisasi yang digunakan adalah membuat range image menjadi 0 sampai 255. Proses ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra apabila citra terlalu gelap atau terlalu terang

Source code untuk melakukan proses normalisasi adalah :

```
image1 = normalise(image1);
```

- c. Melakukan proses binerisasi
Proses binerisasi citra sidik jari digunakan untuk mentransformasi 8-bit citra abu-abu ke dalam 1 bit citra dengan 1 untuk *ridge* dan 0 untuk *furrow*. Dalam hal ini citra akan bernilai 1 jika lebih besar rata-rata intensitas untuk masing-masing blok (dalam penelitian ini *threshold* yang digunakan adalah 80% rata-rata)

Source code untuk melakukan proses binerisasi adalah :

```
image1=adaptiveThres(double(image1),5);
```

Secara keseluruhan hasil dari proses perbaikan citra ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11. Hasil proses perbaikan citra (a) *grayscale* (b) normalisasi (c) binerisasi

4.2. Proses pembuatan orientasi blok

Proses pembuatan orientasi blok dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai gradien dari setiap blok yang terbentuk dalam citra sidik jari. Langkah-langkah untuk

membuat orientasi blok adalah (Liu et al, 2005):

- Membagi citra sidik jari menjadi beberapa blok dengan ukuran blok $w \times w$ *pixel* (dalam hal ini w didekati 3 piksel)
- Menghitung gradient dari arah x (g_x) dan arah y (g_y) dengan menggunakan 2 filter sobel, yaitu untuk g_x menggunakan operator Sobel horisontal

$$\text{yaitu } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \text{ dan untuk } g_y$$

menggunakan operator sobel vertikal

$$\text{yaitu } \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

- Menghitung orientasi masing-masing blok, dengan rumus :

$$A = \sum_{(u,v) \in W} G_x^2(u,v) \dots\dots\dots (1)$$

$$B = \sum_{(u,v) \in W} G_y^2(u,v) \dots\dots\dots (2)$$

$$C = \sum_{(u,v) \in W} G_y(u,v)G_x(u,v) \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta(i,j) = \frac{1}{2} \arctan \frac{2C}{(A-B)} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

$G_x(u,v)$ = gradient pada arah x pada sumbu (u,v)

$G_y(u,v)$ = gradient pada arah y pada sumbu (u,v)

θ = sudut orientasi masing-masing blok

- Nilai akhir dari proses ini akan didapatkan radian dari tiap-tiap blok.

4.3. Proses Smooth Orientation

Setelah dilakukan proses pembuatan blok orientasi, yang menghasilkan nilai radian dari masing-masing blok, maka dilakukan proses *smooth orientation* terhadap blok tersebut. Proses ini dilakukan untuk memperjelas orientasi dari masing-masing blok (hasil dari proses blok orientasi). Metode yang digunakan untuk *smoothing* adalah menggunakan perhitungan *consistency* (Liu et al, 2005), yaitu :

$$Cons(s) = \frac{\sqrt{\sum_{(i,j) \in \Omega(s)} \cos(2\theta(i,j))^2 + \left(\sum_{(i,j) \in \Omega(s)} \sin(2\theta(i,j))\right)^2}}{M}$$

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *smooth orientation* adalah (Liu et al, 2005) :

- Dari rumus perhitungan *consistency* diatas, hitung nilai $Cons(s)$, dengan nilai $s=1$ dan $\Omega(1) = 8$ blok (dengan daerah persekitaran adalah 3×3). Bentuk ilustrasi dari daerah persekitaran dapat dilihat pada Gambar 12.

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 12. Daerah ketetanggan 3×3 pada proses *smooth orientation*

- Hitung kembali nilai $Cons(s)$ dengan $\Omega(s)$ adalah blok paling luar dari ketetanggan $(2s+1) \times (2s+1)$
- Jika $Cons(s)$ pada langkah ke 2 kurang dari threshold yang diberikan (dalam hal ini adalah 0,5) atau lebih kecil dari $Cons(s-1)$, maka ulangi langkah ke 2 sampai s mencapai nilai maksimum (dalam hal ini $s=5$).
- Jika pada langkah ke 2 nilai $Cons(s)$ lebih besar dari 0,5 atau lebih besar dari $Cons(s-1)$, maka lakukan langkah ke 5
- Jika s telah mencapai nilai maksimum dan nilai $Cons(s)$ masih lebih kecil dibandingkan $Cons(s-1)$, maka $\Omega(s)$ diset ulang ke bentuk ketetanggaan 3×3
- Hitung *smooth orientation* dengan rumus

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{\sum_{(i,j) \in \Omega(s)} \sin(2\theta(i,j))}{\sum_{(i,j) \in \Omega(s)} \cos(2\theta(i,j))} \right)$$

4.4. Proses Penentuan Core Point

Dari citra sidik jari yang telah dilakukan proses *smoothing*, maka dilakukan proses penentuan *core point* dari sidik jari. Dalam mencari *core point* sidik jari menggunakan beberapa algoritma, yaitu algoritma *poincare index* (Maltoni, et al, 2003) dan *geometry of region* (A.K. Jain S et al, 2000) dalam Julasayvake).

Ilustrasi perhitungan nilai PI (*Poincare Index*) adalah:

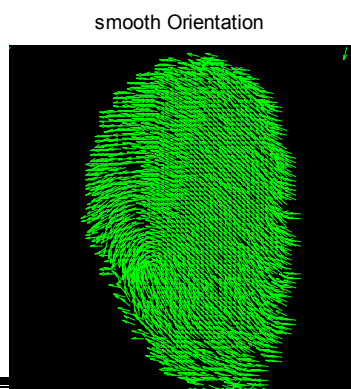
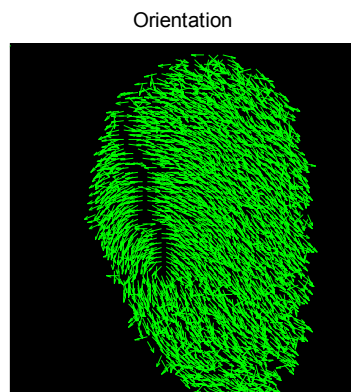
- i. Dari Gambar 5, setiap kotak dengan angka didalamnya menunjukkan blok beserta nomer bloknnya, yaitu blok 1, blok 2, blok 3, blok 4, blok 5, blok 6, blok 7 dan blok 8.
- ii. Setiap blok tersebut memiliki sudut orientasi (hasil dari proses *smooth orientation*).
- iii. Nilai PI (*Poincare Index*) diperoleh dengan menjumlahkan hasil pengurangan sudut orientasi antara blok 1 dengan blok 8, blok 2 dengan blok 1, blok 3 dengan blok 2, blok 4 dengan blok 3, blok 5 dengan blok 4, blok 6 dengan blok 5, blok 7 dengan blok 6 dan blok 7 dengan blok 8

Jika PI (*Poincare Index*) bernilai π , $-\pi$ atau 2π maka blok (i,j) adalah blok tempat *core point* berada

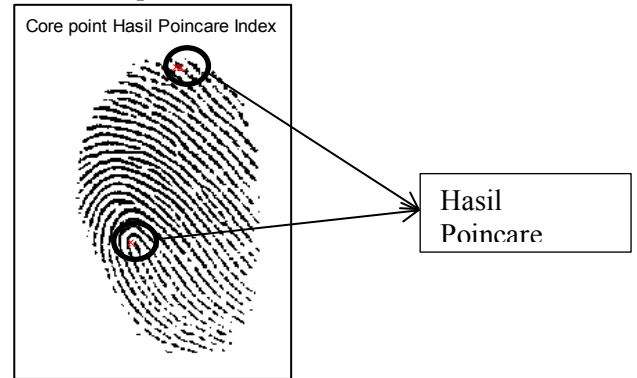
Dari hasil algoritma *poincare index*, maka akan diperoleh beberapa *core point* sidik jari. Untuk mendapatkan *core point* sidik jari yang sesungguhnya maka digunakan algoritma *geometry of region*. Setelah dilakukan proses dalam algoritma *geometry of region* (langkah ke 5), maka titik referensi (*core point*) untuk sidik jari telah diperoleh

Hasil dari setiap proses adalah sebagai berikut :

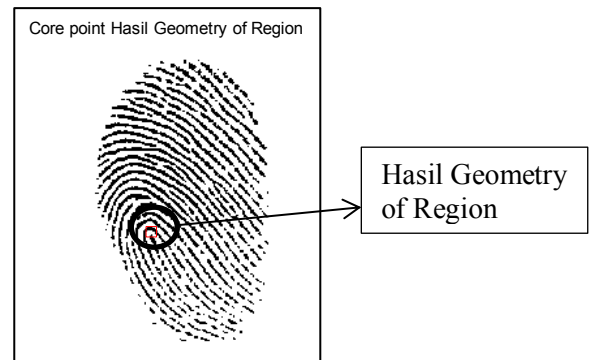
a. Hasil proses *Smooth Orientation*



b. Hasil proses *Poincare Index*



c. Hasil proses *Geometry of Region*



Source code untuk proses penentuan core point adalah :

```

a) [orient,times_value,minus_v
    alue,sum_value,center]
b) RidgeOrient (image1,3);
c) [orients,center]
d) smooth(orient,times_value,m
    inus_value,sum_value,image1
    ,3);
e) [PI,pos]
f) poincare(orients,times_valu
    e,minus_value,sum_value,3);
g) figure
h) imshow(image1);
i) title('Core point Hasil
    Poincare Index')
j) for i = 1:length(pos(:,1))
k) br = pos(i,1);
l) kl = pos(i,2);
m) W = 3;
n) a1 = br*W;
o) b1 = kl*W;
p) a2 = (br+1)*W-1;
q) b2 = (kl+1)*W-1;
r) core(i,1) = fix((a1+a2)/2);
s) core(i,2) = fix((b1+b2)/2);
t) hold on
u) plot(core(i,2),core(i,1),'r
    x')
v) end
w) hold off

```

```
[cor_x,cor_y]=  
GR(image1,orient,pos,3);
```

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan uji coba yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses penentuan *core point* sidik jari dilakukan dengan tahapan pembuatan orientasi blok, proses *smooth orientation*, penentuan *core point* menggunakan algoritma *poincare index* dan *geometry of region*
2. Dengan menggunakan algoritma *poincare index* didapatkan beberapa *core point* sidik jari.
3. Untuk mendapatkan *core point* sidik jari yang sesungguhnya maka digunakan algoritma *geometry of region*.

6. REFERENSI

- [1]Elvayandri. 2007. *Sistem Keamanan Akses Menggunakan Pola Sidik Jari Berbasis Jaringan Saraf Tiruan*. Proyek Akhir Keamanan Sistem Informasi. ITB
- [2]Syamsa, M. 2002. *Pengembangan Model Matematika Untuk Analisis Sistem Identifikasi Sidik Jari Otomatis*. Pusat Pengembangan Teknologi Informatika dan Komputasi. Batan
- [3]Julasayvake A.,Choomchuay S. 2007. *An Algorithm For Fingerprint Core Point Detection*. IEEE. Kulkarni,J.V., Patil, B.D., Holambe,R.S. 2006. *Orientation Feature Fingerprint Matching*. Journal of The Pattern Recognition Society. 39:1551 – 1554
- [4]Putra, D. 2009. *Sistem Biometrika*. Andi Offset. Yogyakarta.