

LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN DOSEN PEMULA



Pendeteksian Core Poin Fingerprint Menggunakan Algoritma Poincare
Index dan Geometry of Region

Tahun ke -1 dari rencana 1 tahun

TIM PENGUSUL :

DIAH ARIFAH P., S.Kom, M.T (KETUA)

NIDN : 0020027802

DANIEL RUDIAMAN S., S.T., M.Kom (ANGGOTA)

NIDN : 0722037101

SEKOLAH TINGGI INFORMATIKA DAN KOMPUTER INDONESIA
STIKI - MALANG
OKTOBER 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pendeteksian Core Point Fingerprint Menggunakan
Algoritma Poincare Index dan Geometry of Region

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : DIAH ARIFAH PRASTININGTYAS, S.Kom , M.T
Perguruan Tinggi : STIKI Malang
NIDN : 0020027802
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Informatika
Nomor HP : 081330722409
Alamat surel (e-mail) : diah@stiki.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : DANIEL R SIJABAT S.T., M.Kom
NIDN : 0722037101
Perguruan Tinggi : STIKI Malang

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 20,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 20,000,000

Mengetahui,
Ketua



(Dr. Eva Handriyantini, S.Kom., M.MT)
NIP/NIK 010050

Kota Malang, 30 - 10 - 2017
Ketua,

(DIAH ARIFAH PRASTININGTYAS,
S.Kom)
NIP/NIK 132312209

Menyetujui,
Ka. LPPM



(Subari, M.Kom)
NIP/NIK 010077

RINGKASAN

Sistem pengenalan sidik jari merupakan salah satu teknologi biometrik yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi seseorang. Pola sidik jari merupakan salah satu identitas perorangan yang bersifat unik dan tidak berubah seumur hidupnya, terkecuali akibat suatu kecelakaan. 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.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan teknik untuk menentukan titik tengah secara otomatis menggunakan algoritma poincare index dan geometry of region technique. Tahap pertama adalah pra pemrosesan citra sidik jari yang meliputi (1) proses grayscale (melakukan konversi citra warna menjadi citra hitam putih); (2) proses normalisasi (memperbaiki kualitas citra apabila citra terlalu gelap atau terlalu terang); (3) proses binerisasi (threshold yang digunakan adalah 80% dari rata-rata). Tahap kedua adalah melakukan identifikasi letak core point melalui beberapa tahap yaitu (1) pembuatan orientasi blok; (2) proses smooth orientation; (3) penentuan core point menggunakan algoritma poincare index dan geometry of region. Dari hasil penelitian tersebut akan didapat core point (titik tengah) dari sidik jari yang nantinya akan dapat digunakan untuk identifikasi sidik jari lebih lanjut.

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	3
RINGKASAN	4
BAB 1. PENDAHULUAN.....	7
1.1.Latar Belakang	7
1.2. Hipotesis	8
1.3 Rumusan Masalah	8
1.4. Tujuan Penelitian	8
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sidik Jari.....	9
2.2 Pengolahan Citra Digital	12
2.3 Poincare Index.....	12
2.4 Geometry of Regionm	13
BAB 3. TUJUAN & MANFAAT PENELITIAN	15
3.1. Tujuan Penelitian	15
3.2. Manfaat Penelitian.....	15
BAB 4. METODE PENELITIAN	16
4.1. Metode Penelitian.....	16
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	22
5.1. Proses Pengolahan Data.....	22
5.2. Pengumpulan Data	22
5.3. Proses perbaikan citra.....	23
5.4. Proses penentuan core point	26
5.4.1. Proses pembuatan orientasi blok	26
5.4.2. Proses smooth orientation.....	27
5.4.3. Penentuan core point menggunakan algoritma poincare index	28
5.4.4. Penentuan core point menggunakan algoritma geometry of region.....	29

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	32
6.1. Rencana Tahapan Berikutnya	32
BAB 7. KESIMPULAN & SARAN	33
7.1. Kesimpulan	33
7.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

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. Sebelum teknologi biometrika, pengenalan identitas dilakukan dengan menggunakan metode konvensional, seperti penggunaan PIN dan password dan berdasarkan sesuatu yang dimiliki (seperti kartu atau kunci yang dimiliki). Metode konvensional ini menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya adalah tidak ingat dengan PIN dan password, kartu atau kunci dapat hilang atau dicuri. Berbagai kelemahan metode konvensional diatas menjadi salah satu pemicu berkembangnya sistem biometrika.

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. Pola sidik jari dibagi menjadi 3 pola, utama yaitu arch, loop, dan whorl. 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 digunakan sebagai acuan dalam proses ekstraksi ciri ataupun proses matching apabila terdapat rotasi atau dilatasi pada citra sehingga citra yang bergeser dapat dikenali. 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. Hipotesis

Berdasarkan analisa awal yang dilakukan diketahui bahwa :

1. Penentuan core point sidik jari merupakan langkah yang sangat penting dalam proses identifikasi sidik jari yaitu dalam proses ekstraksi ciri
2. Algoritma atau metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi letak core point adalah poincare index dan geometry of region

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada analisa awal maka dapat dirumuskan permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana metode atau algoritma poincare index dan geometry of region dapat mengidentifikasi lokasi core point sidik jari

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi lokasi core point sidik jari menggunakan poincare index dan geometry of region
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar untuk mata kuliah yang diampu oleh peneliti
3. Mencapai target luaran seperti yang tercantum dibawah ini :

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian	
1	Publikasi ilmiah di jurnal nasional (ber ISSN)	Ada	
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Nasional	Ada
		Lokal	Tidak Ada
3	Bahan ajar	Ada	
4	Luaran lainnya jika ada (Teknologi Tepat Guna, Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial)	Tidak Ada	
5	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	4	

BAB II

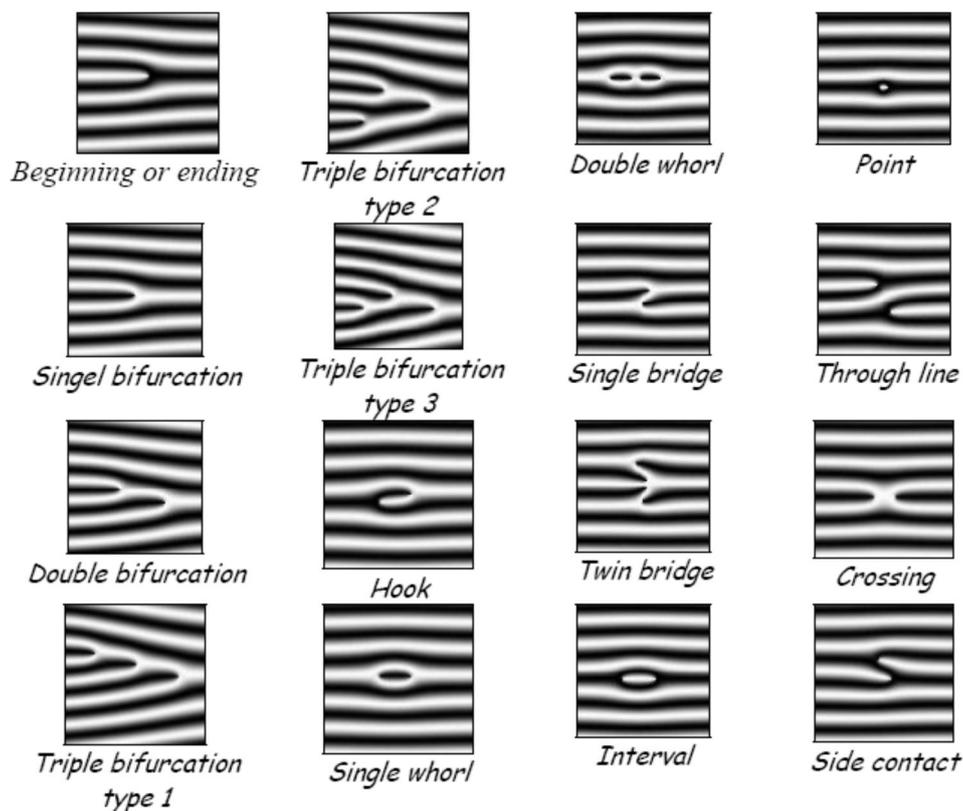
TINJAUAN PUSTAKA

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.

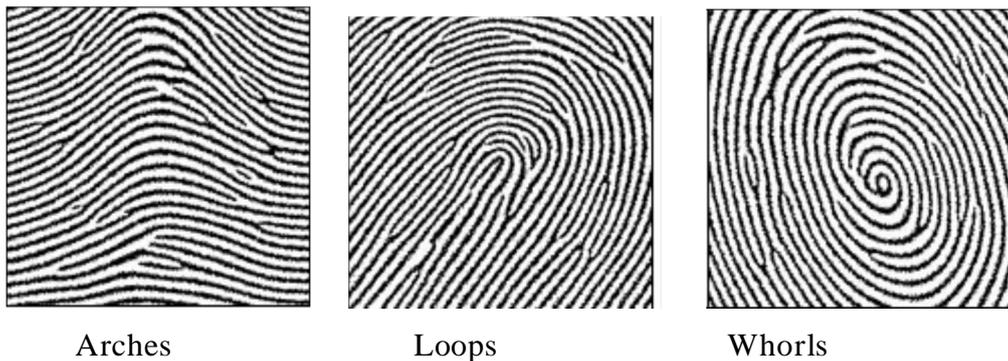
Sidik jari mempunyai feature guratan seperti terlihat pada Gambar 2.1 (Elvayandri, 2002) .



Gambar 2.1 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 2.2 Klasifikasi global sidik jari [2]

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 2.2) , yaitu :

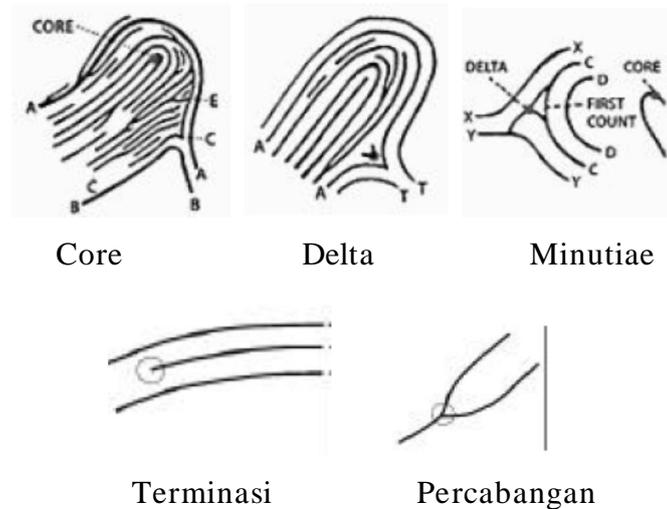
- (1) Arches adalah pola garis alur sidik jari berbentuk suatu kurva terbuka yang mencakup 5% dari populasi;
- (2) Loops adalah jenis paling umum yaitu kurva melingkar yang meliputi 60% sampai dengan 65 % dari populasi;
- (3) Whorls adalah berbentuk lingkaran penuh yang mencakup 30% sampai 35% dari populasi.

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 2.3) [2]:

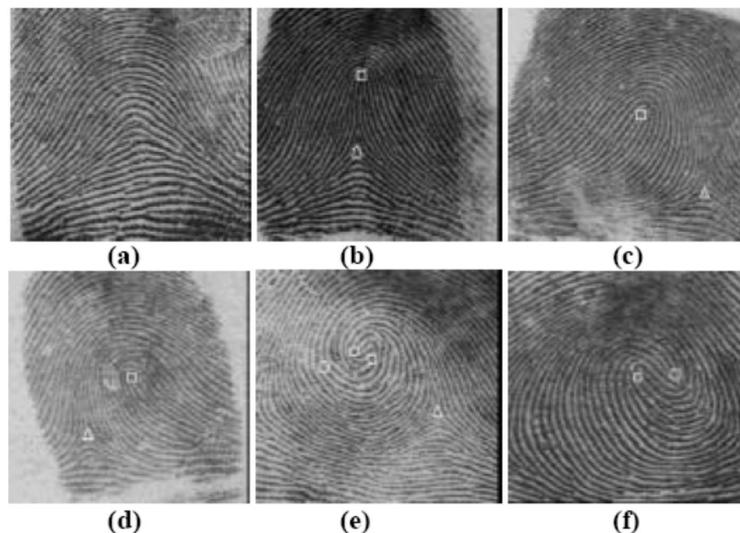
- (1) Inti (core) didefinisikan sebagai titik yang didekatnya terdapat alur-alur yang membentuk susunan semi-melingkar. Inti ini digunakan sebagai titik pusat lingkaran balik garis alur yang menjadi titik acuan pembacaan dan pengklasifikasian sidik jari.
- (2) Delta didefinisikan sebagai suatu titik 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 2.3 Karakteristik lokal sidik jari

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 2.4 Enam kategori klasifikasi sidik jari berdasarkan delta dan inti [2]

Gambar 2.4 (a) memperlihatkan kategori Arch yang tidak memiliki delta dan inti. Gambar 2.4 (b) adalah Tented Arch dengan satu delta (Δ) dan satu inti (). Gambar 2.4 (c) adalah Right Loop dengan satu delta dan satu inti. Gambar 2.4 (d) adalah Left Loop dengan

satu delta dan satu inti. Gambar 2.4 (e) Whorl dengan satu delta dan dua inti. Gambar 2.4 (f) adalah Twin Loop dengan dua inti yang tidak tercipta.

2.2. Pengolahan Citra Digital

Image Processing atau pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Operasi-operasi yang dilakukan dalam pengolahan citra salah satunya adalah image analysis. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya.

Segmentasi adalah salah satu cara yang sering digunakan dalam memilah citra dalam data, yaitu membagi citra menjadi bagian yang diharapkan termasuk objek yang dianalisis. Segmentasi sering dianalogikan terhadap proses pemisahan latar depan dan latar belakang. Konsep dasar tentang segmentasi daerah melalui operasi thresholding yang bertujuan untuk memisahkan daerah milik beberapa objek dan latar belakang untuk menghasilkan citra biner.

Threshold atau binerisasi adalah pengelompokan pixel dalam citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu.

2.3. 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 ketetanggaan 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 ketetanggaan yang berukuran 3 x 3

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 2.5. Daerah ketetanggaan 3x3 pada proses poincare index

Ilustrasi perhitungan nilai PI (Poincare Index) adalah :

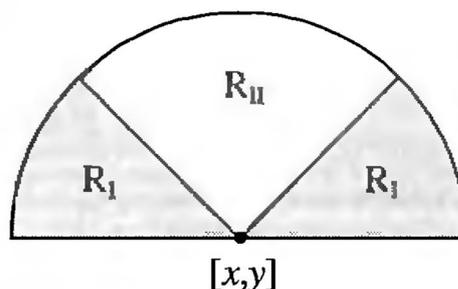
- i. Dari Gambar 3.3, setiap kotak dengan angka didalamnya menunjukkan blok beserta nomer bloknnya, yaitu blok 1, blok 2, blok 3, blok 4, blok 5, blok 6, blok 7 dan blok 8.
- ii. Setiap blok tersebut memiliki sudut orientasi (hasil dari proses smooth orientation).
- iii. Nilai PI (Poincare Index) diperoleh 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

2.4. 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 2.6 Region persekitaran blok dengan jari-jari 10 blok

Gambar 2.6 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

BAB III

TUJUAN & MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. 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

3.2. Manfaat Penelitian

Secara umum manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai materi kuliah yang diampu oleh peneliti
2. Mampu menunjukkan dan membuktikan bahwa metode poin care index dan geometry of region dapat menentukan lokasi core point sidik jari
3. Dapat dipublikasikan secara ilmiah melalui jurnal nasional maupun melalui temu ilmiah secara nasional

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah :

a. Tahapan-tahapan penelitian

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

3. Tahap Diseminasi

Pada tahap ini hasil penelitian dikirimkan ke jurnal-jurnal penelitian yang relevan dengan topik identifikasi sidik jari. Disamping jurnal, peneliti juga akan menghadiri seminar-seminar untuk menyampaikan hasil penelitian tersebut (menjadi pemakalah dalam pertemuan tersebut). Selain itu, hasil penelitian juga akan dijadikan sebagai bahan ajar untuk mata kuliah yang diampu oleh peneliti.

b. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia

c. Peubah yang diamati/ diukur

Peubah yang diamati/ diukur adalah letak core point sidik jari .

d. Model yang digunakan

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimental yaitu akan melakukan percobaan untuk menentukan letak core point sidik jari menggunakan metode poicare index dan geometry of region

e. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah

1. Citra sidik jari yang akan diidentifikasi terlebih dahulu dikonversi menjadi suatu citra digital berupa kumpulan data numerik yang representatif dan konsisten
2. Proses pemasukan data (pengambilan sidik jari)

Data sidik jari yang digunakan diambil dari database sidik jari FVC2002 DB1 dengan format TIF dan berukuran 640x480 pixel. 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

3. Pra pemrosesan citra

Dalam proses ini dilakukan beberapa tahap, yaitu :

- a. Proses Grayscale, yaitu melakukan proses konversi citra warna menjadi citra hitam putih.
- b. Proses normalisasi, bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra apabila terlalu gelap atau terlalu terang
- c. Proses binerisasi, 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)

4. Penentuan Core Point

Penentuan core point dilakukan untuk mencari lengkungan yang maksimal dari concave ridge

Proses pencarian core point dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

a. Proses pembuatan orientasi blok

Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai gradien dari setiap blok yang terbentuk dalam citra sidik jari.

Langkah-langkah membuat orientasi blok adalah :

- i. Membagi citra sidik jari menjadi beberapa blok dengan ukuran blok $w \times w$ pixel (dalam hal ini w didekati 3 piksel)
- ii. 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 yaitu

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

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

- iii. Menghitung orientasi masing-masing blok, dengan rumus :

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

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

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

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

dimana :

$$G_x(u, v) = \text{gradient pada arah x pada sumbu } (u, v)$$

$$G_y(u, v) = \text{gradient pada arah y pada sumbu } (u, v)$$

θ = sudut orientasi masing-masing blok

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

b. 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, yaitu :

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

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses smooth orientation adalah :

1. Dari rumus perhitungan consistency diatas, hitung nilai $\text{Cons}(s)$, dengan nilai $s=1$ dan $\Omega(1) = 8$ blok (dengan daerah persekitaran adalah 3×3). Bentuk ilustrasi dari daerah persekitaran dapat dilihat pada Gambar 3.1.

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 3.1. Daerah ketetanggan 3×3 pada proses smooth orientation

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

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

c. Menentukan core point menggunakan algoritma poicare index

Adapun langkah-langkahnya adalah sbb :

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

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 3.2. Daerah ketetangaan 3x3 pada proses poicare index

Ilustrasi perhitungan nilai PI (Poincare Index) adalah :

1. Dari Gambar 3.2, 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.
2. Setiap blok tersebut memiliki sudut orientasi (hasil dari proses smooth orientation).
3. 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

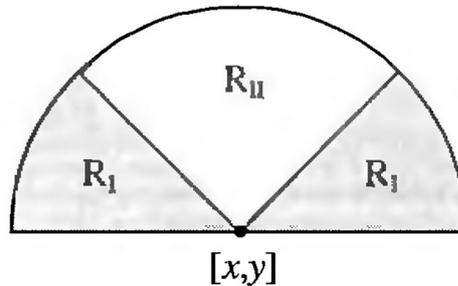
Jika PI (Poincare Index) bernilai π , $-\pi$ atau 2π maka blok (i,j) adalah blok tempat core point berada

Dari hasil algoritma poicare index, maka akan diperoleh beberapa core point sidik jari. Untuk mendapatkan core point sidik jari yang sesungguhnya maka digunakan algoritma geometry of region

d. Menentukan core point menggunakan algoritma geometry of region

Adapun langkah-langkahnya adalah :

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 poicare index
4. Hitung total nilai sinus pada region I dan hitung selisihnya dengan region II



Gambar 3.3 Region persekitaran blok dengan jari-jari 10 blok

Gambar 3.3 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 akan diperoleh.

f. Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data sidik jari dari database sidik jari FVC2002 DB1 dengan format TIF dan berukuran 640x480 pixel

g. Analisis data

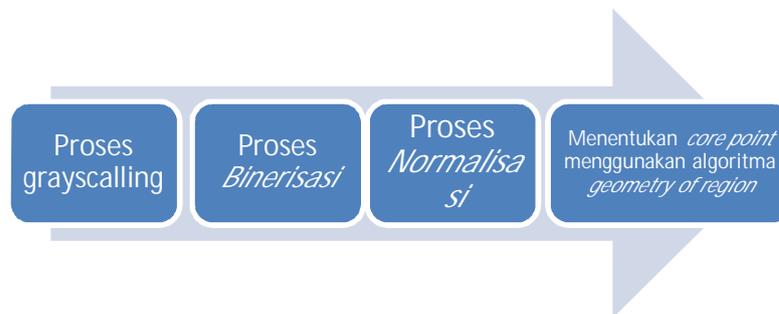
Dalam tahap ini akan dianalisa hasil pengolahan data citra sidik jari yang telah diolah, dikonversi dan ditentukan letak core point sidik jari berdasarkan hasil penelitian dan teori yang ada

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Proses Pengolahan Data

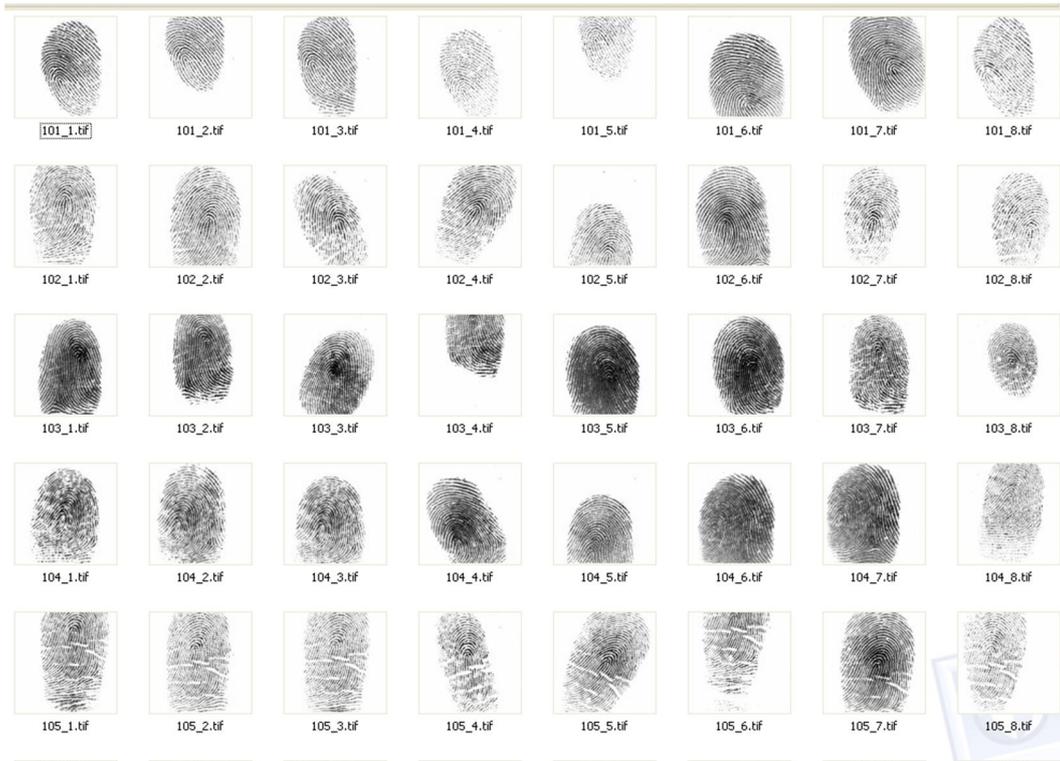
Sebelum dilakukan proses pengolahan penentuan core point sidik jari, maka hal yang dilakukan adalah pengolahan data sidik jari menjadi data yang dapat diidentifikasi core point sidik jari. Adapaun proses pengolahan data yang dilakukan, tahapannya adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Alur proses perbaikan citra

5.2. Pengumpulan Data

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 5.2.

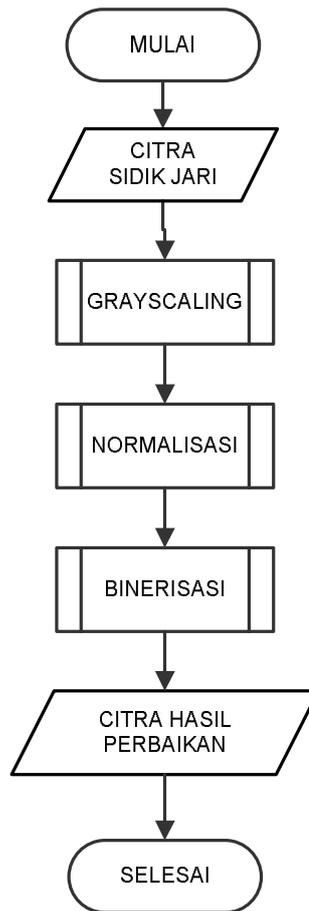


Gambar 5.2. Contoh citra sidik jari yang diambil dari database FVC2002 DB1

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.

5.3. Proses perbaikan citra

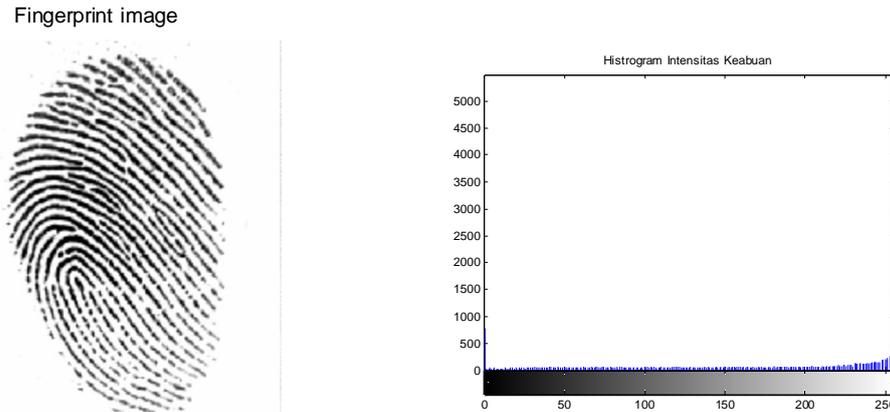
Dalam proses ini, sebelum citra sidik jari diidentifikasi maka citra tersebut melalui beberapa proses, yaitu grayscale, normalisasi, dan binerisasi.



Gambar 5.3 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 5.4



Gambar 5.4 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 :

```
a. image1 = normalise(image1);
```

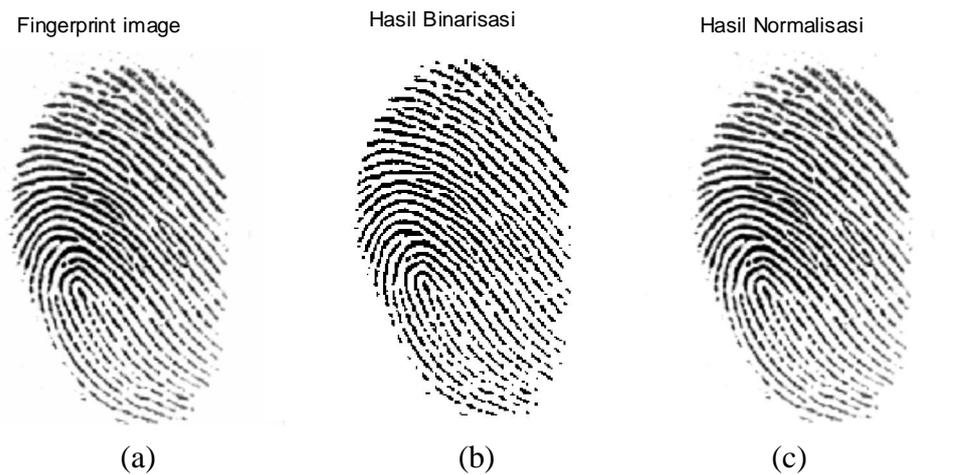
c. Melakukan proses binerisasi

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 :

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

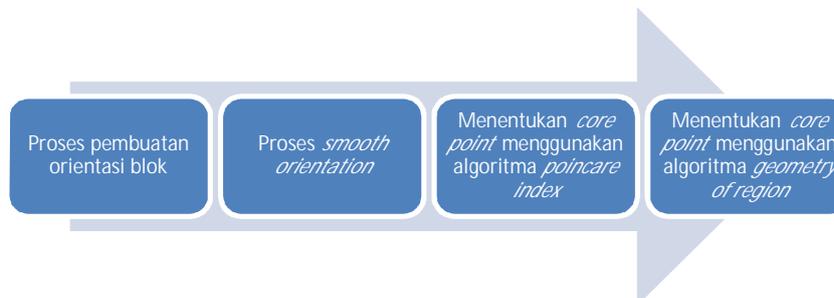
Secara keseluruhan hasil dari proses perbaikan citra ditunjukkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil proses perbaikan citra (a) grayscale (b) normalisasi (c) binerisasi

5.4. Proses penentuan core point

Dalam proses penentuan core point sidik jari, maka dapat dilakukan beberapa tahapan yaitu :



Gambar 5.6. Alur proses penentuan core pint sidik jari

5.4.1. Proses pembuatan orinetasi blok

Proses pembuatan orientasi blok dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai gradient dari setiap blok yang terbentuk dalam citra sidik jari.

Langkah-langkah untuk membuat orientasi blok adalah (Liu et al, 2005) :

- a. Membagi citra sidik jari menjadi beberapa blok dengan ukuran blok $w \times w$ pixel (dalam hal ini w didekati 3 piksel)

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

dan untuk g_y menggunakan operator sobel vertikal yaitu $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$.

c. Menghitung orientasi masing-masing blok, dengan rumus :

$$A = \sum_{(u,v) \in W} G_x^2(u,v) \dots\dots\dots (5.1)$$

$$B = \sum_{(u,v) \in W} G_y^2(u,v) \dots\dots\dots (5.2)$$

$$C = \sum_{(u,v) \in W} G_y(u,v)G_x(u,v) \dots\dots\dots (5.3)$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \arctan \frac{2C}{(A - B)} \dots\dots\dots (5.4)$$

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

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

5.4.2. 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 :

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

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

- a. 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 5.7.

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 5.7. Daerah ketetanggan 3×3 pada proses smooth orientation

- b. Hitung kembali nilai $Cons(s)$ dengan $\Omega(s)$ adalah blok paling luar dari ketetanggan $(2s + 1) \times (2s + 1)$
- c. Jika $Cons(s)$ pada langkah ke (b) 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 $s=5$).
- d. Jika pada langkah ke (b) nilai $Cons(s)$ lebih besar dari 0,5 atau lebih besar dari $Cons(s-1)$, maka lakukan langkah ke 5
- e. 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
- f. Hitung smooth orientation dengan rumus

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

5.4.3. Penentuan Core Point menggunakan algoritma Poincare Index

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).

Algoritma dari poincare index adalah :

- a. Tentukan pusat blok (i,j) dari blok ketetanggaan yang dibuat yang berukuran 3×3

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

- b. Hitung nilai selisih radian blok yang bertetangga dalam blok ketetanggaan yang berukuran 3 x 3

1	2	3
8	i,j	4
7	6	5

Gambar 5.8. Daerah ketetanggaan 3x3 pada proses poincare index

Ilustrasi perhitungan nilai PI (Poincare Index) adalah :

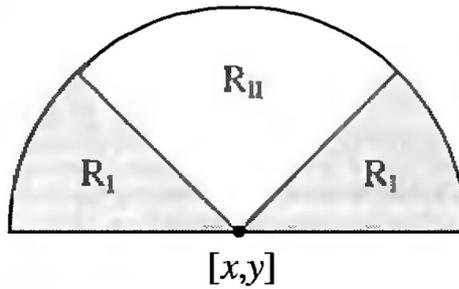
- i. Dari Gambar 5.8, setiap kotak dengan angka didalamnya menunjukkan blok beserta nomer bloknnya, yaitu blok 1, blok 2, blok 3, blok 4, blok 5, blok 6, blok 7 dan blok 8.
- ii. Setiap blok tersebut memiliki sudut orientasi (hasil dari proses smooth orientation).
- iii. Nilai PI (Poincare Index) diperoleh 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

5.4.4. Penentuan Core Point menggunakan algoritma Geometry of Region

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 . Adapun langkah-langkahnya adalah (A.K. Jain S et al (2000) dalam Julasayvake) :

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



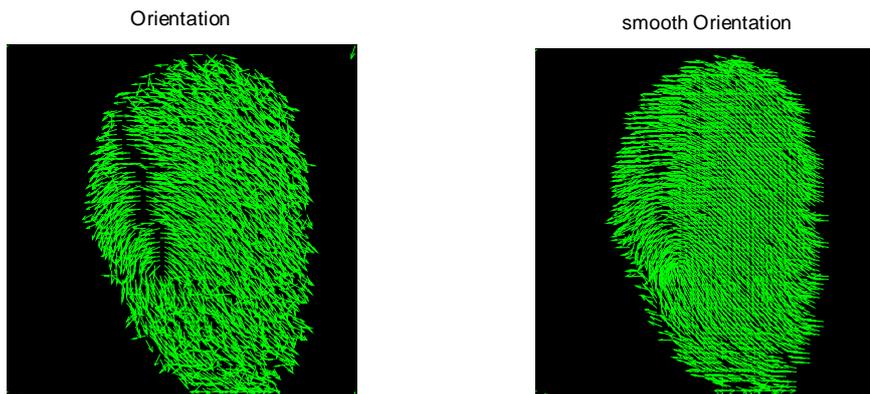
Gambar 5.9 Region persekitaran blok dengan jari-jari 10 blok

Gambar 5.9 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°

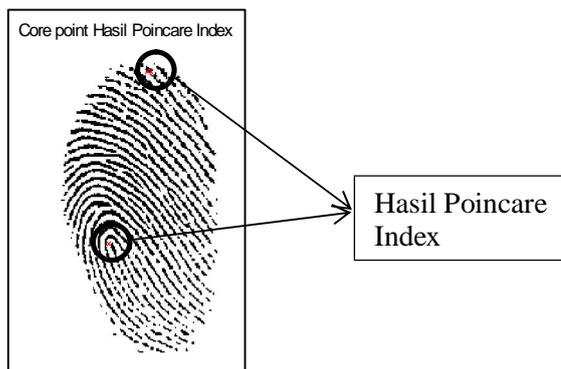
5. Blok (x,y) dinyatakan sebagai blok yang memiliki lengkungan, jika total nilai sinus pada Region I lebih besar daripada total nilai sinus pada Region II
- Setelah dilakukan langkah ke 5, maka titik referensi (core point) untuk sidik jari telah diperoleh.

Hasil dari setiap proses adalah sebagai berikut :

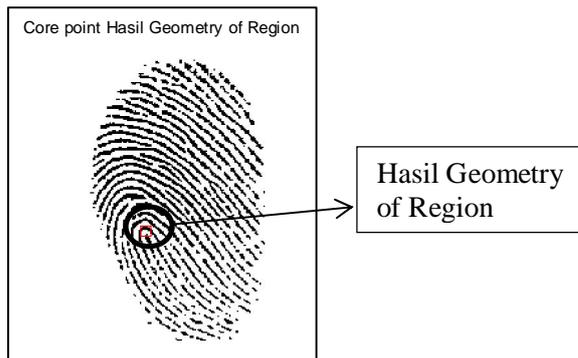
a. Hasil proses Smooth Orientation



b. Hasil proses Poincare Index



c. Hasil proses Geometry of Region



Source code untuk proses penentuan core point adalah :

```
a. orient,times_value,minus_value,sum_value,center]
b. RidgeOrient(image1,3);
c. [orients,center]
d. smooth(orient,times_value,minus_value,sum_value,image1,3);
e. [PI,pos]
f. poincare(orients,times_value,minus_value,sum_value,3);
g. figure
h. imshow(image1);
i. title('Core point Hasil Poincare Index')
j. for i = 1:length(pos(:,1))
    br = pos(i,1);
    kl = pos(i,2);
    W = 3;
    a1 = br*W;
    b1 = kl*W;
    a2 = (br+1)*W-1;
    b2 = (kl+1)*W-1;
    core(i,1) = fix((a1+a2)/2);
    core(i,2) = fix((b1+b2)/2);
    hold on
    plot(core(i,2),core(i,1),'rx')
end
k. hold off
l. [cor_x,cor_y]= GR(image1,orient,pos,3);
```

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

6.1. Rencana tahapan berikutnya

Setelah didapatkan core point sidik jari dengan menggunakan algoritma poincare index dan algoritma geometry of region, maka penelitian dapat dilanjutkan dengan proses identifikasi atau pengenalan sidik jari dengan menggunakan beberapa metode yang ada.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 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 .

7.2 Saran

Diharapkan pada tahapan rencana penelitian berikutnya dapat dilakukan proses pengenalan sidik jari dengan menggunakan salah satu metode, dimana dasar pengenalan tersebut berasal dari data core point sidik jari ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [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.