

## Deteksi Citra Sidik Jari Terotasi Menggunakan Metode *Phase-Only Correlation*

Cahyo Darujati<sup>1,3)</sup> Rahmat Syam<sup>2,3)</sup> Mochamad Hariadi<sup>3)</sup>

1) Program Studi Sistem Komputer, Universitas Narotama, Surabaya 60111.

2) Jurusan Matematika, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90222.

3) Jurusan Teknik Elektro ITS, Surabaya 60111.

E-mail: cahyod@yahoo.co.id; rahmat\_syam@yahoo.co.id; mochar@ee.its.ac.id

**Abstrak** – Sistem pengenalan sidik jari bertujuan untuk mengidentifikasi seseorang, namun salah satu kendala dalam pengenalan sidik jari seseorang adalah adanya distorsi pada citra sidik jari, pada penelitian sebelumnya distorsi citra sidik jari diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu: berminyak, kering, kotor, terpotong sebagian dan rotasi. Penelitian ini membahas tentang distorsi rotasi citra sidik jari tujuan dari penelitian ini adalah mencari besar sudut rotasi antara citra sidik jari masukan dengan citra sidik jari template, metode yang digunakan adalah *phase-only Correlation (POC)*, yaitu sebuah metode yang menghitung korelasi *phase* atau sudut dari citra sidik jari masukan dengan citra sidik jari template.

**Kata Kunci:** *phase-only correlation*, deteksi citra, citra sidik jari, citra terotasi

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu citra yang telah lama digunakan dalam sistem biometrik untuk mengidentifikasi pada berbagai kondisi sosial termasuk kontrol akses, penyelidikan kejahatan dan tindak kriminal, serta identitas pribadi adalah citra sidik jari. Sistem biometrik adalah sistem untuk melakukan identifikasi menggunakan ciri-ciri fisik atau anggota tubuh manusia, seperti sidik jari (*fingerprint*), wajah, iris dan retina mata, suara. Teknologi biometrik memiliki beberapa kelebihan seperti tidak mudah hilang, tidak dapat lupa, tidak mudah dipalsukan, dan memiliki keunikan yang berbeda antara manusia satu dengan yang lain [1]. Salah satu anggota tubuh yang sangat sering digunakan oleh para ahli forensik di dalam investigasi kriminal dalam sistem biometrik dengan kehandalan sangat tinggi adalah sidik jari.

Sistem pengenalan sidik jari bertujuan untuk mengidentifikasi sidik jari seseorang. Kendala utama dalam pengenalan sidik jari dengan metode *minutiae* adalah pada umumnya citra sidik jari memiliki kualitas yang rendah, antara lain disebabkan oleh jenis kulit (berminyak, kering, kotor) ataupun karena kualitas peralatan *fingerprint* yang digunakan. Oleh karena itu, peningkatan kualitas citra sidik jari

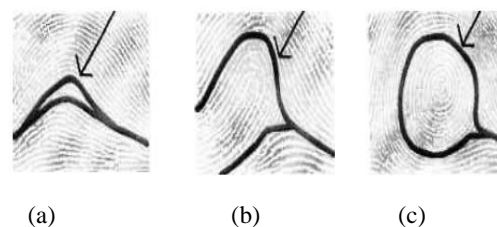
seharusnya menjadi salah satu prioritas utama sebelum mengidentifikasi parameter-parameter yang diasosiasikan oleh ciri (*feature*) dari obyek di dalam citra, untuk selanjutnya parameter tersebut digunakan dalam menginterpretasi citra. Salah satu kendala dalam mengidentifikasi citra sidik jari adalah citra terotasi. Pada penelitian sebelumnya, belum pernah dibahas cara pencarian sudut citra sidik jari terotasi.

### 2. DETEKSI CITRA SIDIK JARI

#### 2.1. Sidik Jari

Sidik jari adalah suatu bentuk pola garis (*ridge*) pada permukaan sebuah ujung jari. Sebuah sidik jari berkualitas baik dapat dibedakan berdasarkan pola-pola dan ciri-ciri (*feature*) yang menyediakan ekstraksi *feature* yang bermanfaat untuk pencocokan sidik jari. Sebuah algoritma pencocokan sidik jari otomatis berbasis *minutiae* menggunakan ciri-ciri yang membandingkan karakteristik-karakteristik *ridge* lokal (*minutiae*) dari dua sidik jari.

Berdasarkan pola garis (*ridge*) dan lembah (*valley*), sidik jari dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas utama, yaitu: *Arch*, *Loop* dan *Whorl* (Prabakar).[2]



Gambar 2. Klasifikasi Jenis Sidik Jari

(a) *Arch*, (b) *Loop* dan (c) *Whorl*

Dari klasifikasi ini dapat di bagi menjadi beberapa subklasifikasi (prabhakar), yaitu :

1. *Arch* dibagi menjadi *arch* dan *tented arch*, dari beberapa populasi *arch* mempunyai presentasi sebesar 5%.
2. *Loop* dibagi menjadi *left loop*, *right loop* dan *double loop*. Berbeda dengan *arch*, jumlah individu yang mempunyai klasifikasi *loop* sangat besar yaitu sebesar 60 %
3. *Whorl* pada klasifikasi ini jumlah prosentasi individu sebesar 35%.

## 2.2. Deteksi Citra

Istilah citra (*image*) secara harfiah adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi obyek, obyek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Sebuah citra diubah ke bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media lain. Proses mengubah citra ke bentuk digital bisa dilakukan dengan beberapa perangkat, misalnya *scanner*, kamera digital, dan *handycam*. Ketika sebuah citra sudah diubah ke dalam bentuk digital (selanjutnya disebut citra digital), bermacam-macam proses pengolahan citra dapat diperlakukan terhadap citra tersebut [3].



Gambar 1. Gambar Citra Sidik Jari

Teknik-teknik pengolahan citra digital dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*). Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan cara operasi ini, maka ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra dapat ditonjolkan. Contoh dari operasi ini yaitu perbaikan kontras (gelap/terang), perbaikan tepi obyek (*edge enhancement*), penajaman (*sharpening*), reduksi derau [4].
2. Segmentasi citra (*image segmentation*). Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah dan memilih suatu area ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Dalam operasi

ini, kasus yang sering terjadi terkait dengan pengenalan pola. Misal segmentasi mata, hidung, wajah atau yang lainnya.

3. Analisis citra (*image analysis*). Tujuan dari operasi ini adalah menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan suatu deskripsi informasi citra tersebut. Misalkan, teknik mengekstraksi suatu ciri tertentu untuk membantu menghasilkan identifikasi obyek. Dalam operasi ini segmentasi juga sering digunakan.

## 2.3 Phase-Only Correlation (POC)

Phase-Only Correlation (POC) atau koherensi fase merupakan fungsi teknik registrasi gambar dengan akurasi tinggi. Registrasi gambar dengan menggunakan POC memungkinkan memprediksi letak antara gambar dengan ketelitian subpiksel[5].

Jika terdapat 2 citra berukuran  $N_1 \times N_2$ , yaitu  $f(n_1, n_2)$  dan  $g(n_1, n_2)$ , untuk penyederhanaan diasumsikan bahwa  $n_1 = -M_1 \dots M_1$  dan  $n_2 = -M_2 \dots M_2$ , karena itu  $N_1 = 2M_1 + 1$  dan  $N_2 = 2M_2 + 1$ . Bentuk Transformasi Fourier Diskrit dari kedua gambar tersebut dinyatakan [5] dengan:

$$F(k_1, k_2) = \sum_{n_1 n_2} f(n_1, n_2) W_{N_1}^{k_1 n_1} W_{N_2}^{k_2 n_2}$$

$$= A_F(k_1, k_2) e^{j\theta_F(k_1, k_2)}$$

$$G(k_1, k_2) = \sum_{n_1 n_2} g(n_1, n_2) W_{N_1}^{k_1 n_1} W_{N_2}^{k_2 n_2}$$

$$= A_G(k_1, k_2) e^{j\theta_G(k_1, k_2)}$$

dengan  $k_1 = -M_1 \dots M_1$ ,  $k_2 = -M_2 \dots M_2$ ,

$$W_{N_1} = e^{-j\frac{2\pi}{N_1} n_1 k_1}, \quad W_{N_2} = e^{-j\frac{2\pi}{N_2} n_2 k_2} \quad \text{dan operator } \sum_{n_1 n_2}$$

mendefinisikan  $\sum_{n_1=-M_1}^{M_1} \sum_{n_2=-M_2}^{M_2}$ .

$A_F(k_1, k_2)$  dan  $A_G(k_1, k_2)$  adalah komponen amplitudo dan  $e^{j\theta_F(k_1, k_2)}$  dan  $e^{j\theta_G(k_1, k_2)}$  adalah komponen fase.

Sedangkan spektrumsilang (*cross spectrum*)  $\hat{R}(k_1, k_2)$  antara  $F(k_1, k_2)$  dan  $G(k_1, k_2)$  ditunjukkan dengan rumus:

$$R(k_1, k_2) = \frac{F(k_1, k_2) \overline{G(k_1, k_2)}}{F(k_1, k_2) G(k_1, k_2)}$$

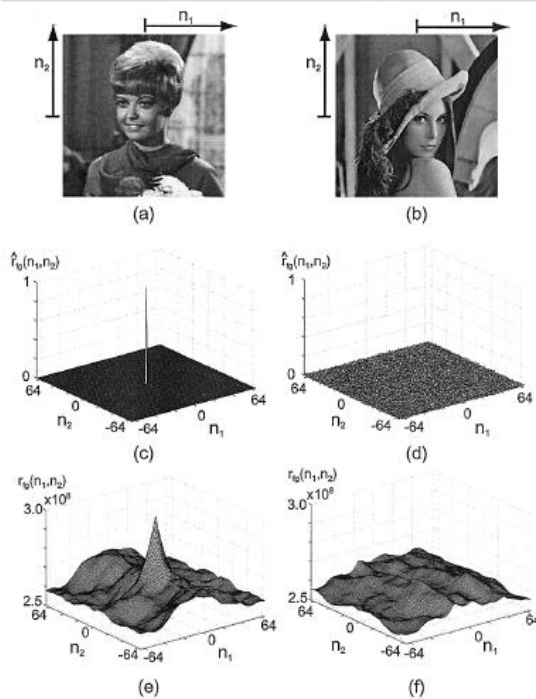
$$= e^{j\theta(k_1, k_2)}$$

dengan  $G(k_1, k_2)$  menyatakan konjugasi kompleks dari  $\theta(k_1, k_2) = \theta_F(k_1, k_2) - \theta_G(k_1, k_2)$  dan  $G(k_1, k_2)$ . Fungsi POC  $\hat{r}(n_1, n_2)$  merupakan invers transformasi fourier diskrit 2D dari  $\hat{R}(k_1, k_2)$  dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{r}(n_1, n_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{k_1, k_2} \hat{R}(k_1, k_2) W_{N_1}^{-k_1 n_1} W_{N_2}^{-k_2 n_2}$$

dengan  $\sum_{k_1, k_2}$  mendefinisikan

$$\sum_{k_1=-M_1}^{M_1} \sum_{k_2=-M_2}^{M_2}$$



Gambar 3: Contoh fungsi POC  $\hat{r}_{fg}(n_1, n_2)$  dan fungsi korelasi biasa  $r_{fg}(n_1, n_2)$ : (a) citra  $f(n_1, n_2)$ , (b) citra  $g(n_1, n_2)$ , (c) fungsi POC antara 2 citra identik (citra  $f(n_1, n_2)$ ), (d) fungsi POC antara  $f(n_1, n_2)$  dan  $g(n_1, n_2)$ , (e) fungsi korelasi biasa antara 2 citra identik (citra  $f(n_1, n_2)$ ), (f) fungsi korelasi antara  $f(n_1, n_2)$  dan  $g(n_1, n_2)$ . [5]

Dari fungsi POC, dapat diperoleh besaran perpindahan secara translasi dan derajat kesamaan dari dua citra berdasarkan posisi dan ketinggian puncak korelasi (*correlation peak*).

Pada Gambar 3 menunjukkan contoh matching dengan menggunakan fungsi POC. Apabila kedua gambar tersebut sama maka fungsi POC akan menghasilkan perbedaan puncak yang jelas, sebaliknya jika kedua gambar tersebut tidak sama maka puncak akan turun secara signifikan. Sehingga fungsi POC menunjukkan semakin tinggi

perbedaan dibandingkan fungsi korelasi pada umumnya.

Keunggulan dari fungsi POC adalah hasil pencocokan tidak dipengaruhi oleh pergeseran gambar karena perubahan kecerahan, sehingga sangat kuat terhadap *noise*.

### 3. DATA DAN METODOLOGI

(2.5)  
Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah citra sidik jari yang diambil secara terencana yaitu citra sidik jari ibu jari sebelah kanan setiap orang diambil sebanyak 11 posisi rotasi. Setiap citra sidik jari paling tegak lurus digunakan sebagai template sedangkan yang lainnya sebagai inputan.

Pada penelitian ini citra sidik jari inputan  $g(n_1, n_2)$  yang digenerate dengan rotasi  $\theta_{\max}$  dimana  $\theta_{\max} = 20^\circ$  dengan sudut spasi  $0,5^\circ$ . Setiap inputan yang digenerate tersebut kemudian dibandingkan dengan citra sidik jari template  $f(n_1, n_2)$  dan dihitung nilai fungsi POC. Nilai POC terbesar menunjukkan korelasi kesamaan citra terbaik sehingga dapat dikatakan citra dengan sudut tertentu tersebut adalah besar sudut citra sidik jari inputan terhadap citra sidik jari template.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh hasil sebagai berikut:

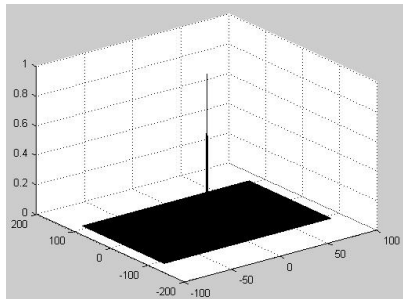
#### 4.1. Pengujian awal sistem dengan citra template.

Tabel 1. Hasil Pengujian dan Pengukuran sistem

Template		Hasil Proses	
Citra	Sudut	Sudut	POC
1	-20°	-20.0000°	1
2	-15°	-15.0000°	1
3	-10°	-10.0000°	1
4	-5°	-5.0000°	1
5	0°	0°	1
6	5°	5.0000°	1
7	10°	10.0000°	1
8	15°	15.0000°	1
9	20°	20.0000°	1



Gambar 4 Citra sidik jari template di rotasi dengan sudut 5°



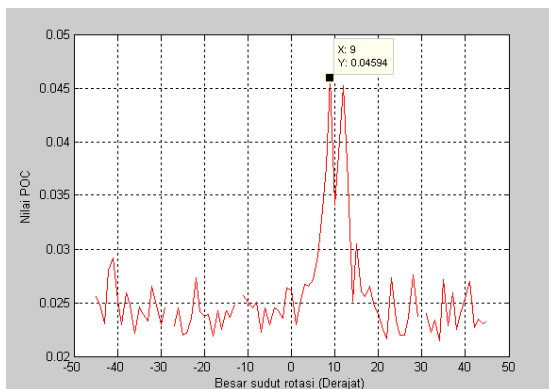
Gambar 5 : Hasil POC citra sidik jari template dengan citra sidik jari masukan identik.

#### 4.2. Pengujian citra sidik jari.

Tabel 2. Hasil perhitungan citra sidik jari identik dan terotasi

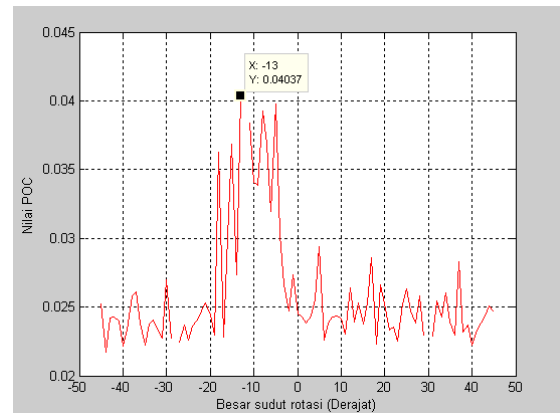
Template	Masukan	POC	Sudut
01-jpka-01	01-jpka-01	1	0°
01-jpka-01	01-jpka-02	0.11009	-4.5°
01-jpka-01	01-jpka-03	0.067945	-7°
01-jpka-01	01-jpka-04	0.054524	-8°
01-jpka-01	01-jpka-05	0.049198	-12°
01-jpka-01	01-jpka-06	0.055664	-8.5°
01-jpka-01	01-jpka-07	0.077716	4°
01-jpka-01	01-jpka-08	0.061394	4°
01-jpka-01	01-jpka-09	0.066612	5°
01-jpka-01	01-jpka-10	0.064883	4°
01-jpka-01	01-jpka-11	<b>0.047018</b>	7.5°

Pada tabel 2, Nilai POC terendah pada perbandingan citra sidik jari identik yang terotasi menunjukkan nilai POC terendah: 0.047018.



Gambar 6 : Sudut maksimal citra sidik jari ke kiri yang dapat di deteksi.

Kemampuan mendeteksi citra sidik jari terotasi dengan secara baik menunjukkan seperti pada gambar 6, bahwa sudut maksimal rotasi ke kiri yang dapat di deteksi dengan baik adalah rotasi sebesar 9° dan pada gambar 7, sudut maksimal rotasi ke kanan yang dapat di deteksi dengan baik adalah rotasi sebesar -13°. Hal itu terjadi dikarenakan satu set citra sidik jari yang dibangkitkan sebagai citra sidik jari ujicoba berada pada posisi tidak tepat di tengah melainkan sedikit bergeser ke kanan, sehingga saat di rotasi ke arah kiri banyak informasi citra sidik jari terpotong saat di lakukan rotasi.



Gambar 7 : Sudut maksimal citra sidik jari ke kanan yang dapat di deteksi.

Tabel 3. Hasil perhitungan POC citra sidik jari berbeda

Citra Sidik Jari	05-jpka-01	06-jpka-01	07-jpka-01
01-jpka-01	0.027276	0.026151	0.027253
02-jpka-01	0.028689	0.027439	<b>0.031327</b>
03-jpka-01	0.029219	0.026284	0.026284
04-jpka-01	0.030456	0.026884	0.028039

Pada tabel 3, terlihat bahwa nilai POC pada perbandingan citra sidik jari berbeda menunjukkan nilai tertinggi hanya 0.031327.

### 5. KESIMPULAN

Fungsi Phase-Only correlation (POC) dapat digunakan untuk membantu menentukan besar sudut citra sidik jari terotasi antara citra sidik jari masukan dengan citra sidik jari template dengan cara

membuat satu set citra terotasi dari citra sidik jari masukan dan dibandingkan dengan citra sidik jari template kemudian diukur besar POC masing-masing berbandingan tersebut, Nilai POC terbesar berarti memiliki kedekatan citra yang terbaik.

#### DAFTAR REFERENSI

- [1] Arun, R. Jain, A. dan Resimen, J., 2002, *A Hybrid Fingerprint Matcher*, *Proceedings Of International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, Quebec City, hal. 11-15.
- [2] D. Maltoni, D. Maio, A.K. Jain, S. Prabhakar, 2003, *Handbook of Fingerprint Recognition*, Springer, New York.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. 2002. *Digital Image Processing (Second Edition)*. Prentice-Hall. New Jersey.
- [4] Peng Yang et.al. 2002, Face Recognition Using Ada-Boosted Gabor Feature. *Institute of Computing Technology of Chinese Academy Science and Microsoft Research Asia, China*
- [5] Ito, K., Nakajima, H., Kobayashi, K., Aoki, T., Higuchi, T., 2004, *A fingerprint matching algorithm using phase-only correlation*, IEICE Trans. Fundamentals **E87-A**