

# PENGENALAN POLA IRIS MATA MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE MATCHING* DENGAN LIBRARY OPENCV

Sahid Nur Afrizal<sup>1</sup>, Eko Adi Sarwoko<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Departemen Ilmu Komputer / Informatika  
Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro  
Jl. Prof H. Soedarto, SH, Tembalang Semarang  
<sup>1</sup>[sahidnurafrizal@gmail.com](mailto:sahidnurafrizal@gmail.com)

**Abstract.** Biometrics is a technology that used on computer systems in the introduction of a person using a part of the human body. One part of the body that can be used in biometric systems are human iris, due to the nature of the iris of the eye that will not change and is unique among person with another person. One application of biometrics using human iris is on the smartphone. The system was built using OpenCV as the main library. Proposed recognition system was divided into two stages, there was iris recognition stage and iris matching stage. Recognition stage began with taking the image, and then do the pre-processing stage which consists of scaling operations to a smaller size and grayscale, then proceed to the segmentation stage, using Canny edge detection method, circle Hough transform method for detecting circle of the iris and the pupil, and Daugman's rubber sheet models for normalization, then proceed to the feature extraction stage using Gabor Filter and Average Absolute Deviation. Matching phase was made using euclidean distance method to measure the similarity distance between two iris features. Tests carried out with 10 eye images, each of which 5 left and right eye images are derived from the research subjects. The results of this study concluded that the optimal threshold for this system was 475 with a percentage of 36% False Reject Rate, False Acceptance Rate 40%, 38% system error ratio, and the Genuine Acceptance Rate 64%.

**Keywords :** Human Iris Recognition, Template matching, biometrics, OpenCV, Android, Circular Hough Transform, Canny Edge Detection, Daugmann's Rubber Sheet Model, Gabor Filter, Average Absolute Deviation, Euclidean Distance.

## 1. PENDAHULUAN

Biometrik merupakan salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini, mengidentifikasi seseorang melalui salah satu bagian dari tubuh manusia yang dinilai unik dan tidak akan berubah. Bagian tubuh yang dapat digunakan dalam proses pengenalan seseorang ini adalah iris mata, yang ternyata memiliki pola yang unik dan berbeda untuk setiap manusia.[1].

Penelitian pengenalan pola ini ditujukan untuk *platform smartphone* berbasis Android. Berbeda dengan komputer personal, smartphone memiliki sumber daya yang jauh lebih kecil. Pada [2] dalam penelitiannya tentang biometrik sidik jari menggunakan metode Gabor Filter yang dilanjutkan dengan *Average Absolute Deviation*. Metode *Gabor filter* ini bekerja pada domain spasial, sehingga lebih hemat akan sumber daya, dan metode pencocokan yang digunakan adalah *euclidean distance*, karena tidak ada perubahan ke bentuk biner. *Gabor filter*

digunakan karena metode ini memiliki keunggulan yaitu dapat merepresentasikan sistem visual mata manusia, sehingga sangat cocok untuk penggunaan dalam bidang biometrik [2].

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem biometrik yang dibangun terdiri dari tahap pengenalan dan pencocokan. Tahap pengenalan yang diajukan menggunakan deteksi tepi Canny, transformasi lingkaran Hough, *Daugman's Rubber Sheet Model*, 2D Gabor Filter, dan *Average Absolute Deviation*. Tahap pencocokan yang diajukan menggunakan metode *euclidean distance* untuk menghitung jarak dari kedua *iris code* yang didapatkan.

### 2.1 Deteksi Tepi Canny

Metode Deteksi Tepi Canny ini ditemukan oleh John F. Canny pada tahun 1986. Metode pendeteksian tepi ini merupakan metode yang sudah cukup tua, tetapi metode ini masih digunakan sampai saat ini dalam penelitian-penelitian dan

menjadi metode standar yang digunakan dalam pendeteksian tepi. Berikut adalah langkah-langkah dalam deteksi tepi ini [3].

- a. *Smoothing*, yaitu melakukan pengaburan terhadap citra objek untuk mengurangi noise yang ada pada citra.
- b. *Finding gradients*, yaitu mencari dan menandai garis-garis yang mempunyai gradien derajat keabuan terbesar. Tahapan ini melakukan operasi pendeteksian tepi menggunakan operator Sobel terhadap citra yang sudah di-*smoothing*. Operator Sobel yang dimaksud seperti persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 S_x &= \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 S_y &= \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

- c. *Non-maximum suppression*, yaitu menajamkan garis-garis yang didapatkan pada langkah b; Dengan cara menghapus garis-garis lain yang bukan merupakan garis utama yang dimaksud, sehingga garis yang terbentuk menjadi tipis.
- d. *Double thresholding*, yaitu melakukan operasi *thresholding* pada citra hasil langkah c. Operasi *thresholding* yang dilakukan pada citra adalah dua kali, yaitu yang pertama adalah *thresholding* menggunakan nilai *threshold* yang tinggi, dan hasilnya dapat ditandai sebagai “garis tebal”. Yang kedua adalah *thresholding* menggunakan nilai *threshold* yang rendah, dan hasilnya dapat ditandai sebagai “garis tipis”.
- e. *Edge tracking by hysteresis*, yaitu menghapus garis-garis yang tidak terhubung dengan garis yang sudah ditandai sebagai “garis tebal”.

## 2.2 Transformasi Lingkaran Hough

Transformasi Lingkaran Hough atau *Circle Hough Transform* (CHT) merupakan transformasi yang digunakan untuk mendeteksi objek yang berupa lingkaran apabila diketahui titik-titik dari tepi lingkaran yang akan dideteksi[1]. Dari

definisi tersebut dapat diketahui bahwa sebelum dilakukan CHT ini, maka sebelumnya harus sudah diketahui titik-titik dari tepian lingkaran yang akan dideteksi. Metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi titik-titik pada tepian lingkaran ini dapat menggunakan metode Canny, Prewitt, maupun metode pendeteksian tepi lainnya.

Suatu objek lingkaran memiliki beberapa parameter yang dapat dilihat pada persamaan 2.

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2
 \tag{2.2}$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa parameter yang dicari dalam CHT ini adalah  $x_0$ ,  $y_0$ , dan  $r$ ; dimana  $x_0$  dan  $y_0$  bertindak sebagai koordinat pusat lingkaran, dan  $r$  merupakan radius atau jari-jari dari sebuah lingkaran. Titik-titik tepian yang sudah diketahui pada saat melakukan operasi deteksi tepi nantinya akan digunakan untuk pembuatan lingkaran-lingkaran *virtual* dalam menentukan titik pusat dari lingkaran yang akan dideteksi, atau  $x_0$  dan  $y_0$ . Persamaan 3 adalah poses pembentukan lingkaran *virtual* tersebut.

$$x = x_0 + r \cos \theta \text{ dan } y = y_0 + r \sin \theta
 \tag{2.3}$$

Dari Persamaan (2.3),  $r$  adalah radius yang dicari. Radius ini berupa interval antara 0 hingga  $r_{max}$ , dan  $\theta$  yang memiliki interval dari 0 hingga 360.

## 2.3 Daugman's Rubber Sheet Model

Metode ini digunakan pada saat melakukan normalisasi dari bentuk *doughnut* yang merupakan hasil dari segmentasi ke dalam bentuk *sheet* persegi panjang. Masek dalam tesisnya menjelaskan, bahwa Daugman's Rubber Sheet Model ini melakukan *remapping* untuk setiap titik yang ada di dalam daerah pola iris mata dengan cara *remapping* koordinat polar  $(r, \theta)$ , dimana  $r$  berada pada interval  $[0,1]$ , dan  $\theta$  merupakan sudut dari koordinat polar yaitu pada interval  $[0,2\pi]$  ke dalam bentuk *sheet*, dimana  $r$  akan menjadi lebar dari persegi panjang, dan  $\theta$

akan menjadi panjang dari persegi panjang [1]. Pada dasarnya proses *remapping* ini menggunakan konsep dasar konversi titik koordinat dari sistem koordinat polar ke sistem koordinat kartesian, dengan persamaan 4 [4].

$$x = r \cos \theta \text{ dan } y = r \sin \theta \quad (2.4)$$

#### 2.4 2D Gabor Filter

Gabor filter merupakan suatu filter yang bekerja pada domain spasial yang biasa digunakan dalam bidang biometrik. Penggunaan Gabor filter ini sangat cocok pada bidang biometrik, karena Gabor filter ini dapat menyerupai karakteristik sistem visual manusia yang sensitif terhadap orientasi dan frekuensi [3]. Persamaan *Gabor filter* dalam domain spasial seperti persamaan 5.

$$G(x, y; f, \theta) = \exp \left\{ \frac{-1}{2} \left[ \frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2} \right] \right\} \cos(2\pi f x') \quad (2.5)$$

dengan

$$\begin{aligned} x' &= x \sin \theta + y \cos \theta \\ y' &= y \cos \theta - x \sin \theta \end{aligned}$$

Pada persamaan tersebut  $f$  merupakan frekuensi yang digunakan dalam gelombang sinus dengan orientasi  $\theta$  pada sumbu  $x$ ;  $\sigma_x$  dan  $\sigma_y$  merupakan konstanta Gaussian yang digunakan pada sepanjang sumbu  $x'$  dan  $y'$ . Frekuensi yang biasa digunakan pada  $f$  adalah frekuensi dengan bilangan pangkat dari 2 atau *power of 2*. Orientasi yang digunakan biasanya adalah bilangan-bilangan kelipatan dari 30 atau 45. Apabila bilangan kelipatan dari 30, maka orientasi yang digunakan adalah  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ , dan  $150^\circ$ ; sedangkan apabila yang digunakan adalah kelipatan dari 45, maka orientasi yang digunakan adalah  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ , dan  $225^\circ$  [5].

#### 2.5 Average Absolute Deviation

*Average Absolute Deviation* (AAD) merupakan metode yang digunakan untuk melakukan pembobotan dari hasil yang didapatkan pada metode Gabor filter, lihat persamaan 6.

$$V_{ig} = \frac{1}{n_i} \left( \sum_{n_i} |F_{ig}(x, y) - P_{ig}| \right) \quad (2.6)$$

Dari Persamaan (2.6) dapat diketahui bahwa  $F_{ig}(x, y)$  merupakan citra dari hasil ekstraksi ciri menggunakan Gabor filter pada orientasi  $\theta$  untuk *region* ke- $i$ .  $n_i$  merupakan banyaknya pixel dari *region* ke- $i$ , dan  $P_{ig}$  merupakan nilai rata-rata dari *region* ke- $i$  pada orientasi  $\theta$ . Hasil dari persamaan ini yaitu  $V_{ig}$ , yang merupakan satu pixel yang didapatkan untuk *iris code* yang nantinya akan digunakan pada proses *matching* [2].

#### 2.6 Euclidean Distance

*Euclidean distance* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengukur jarak dari kedua vektor, dimana metode ini merupakan metode yang paling umum dalam pengukuran jarak antar vektor. Persamaan dari euclidean distance untuk vektor berdimensi  $n$  seperti persamaan 7.

$$d_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.7)$$

Dari Persamaan (2.7) dapat diketahui bahwa  $x = [x_1 x_2 x_3 \dots x_n]$  dan  $y = [y_1 y_2 y_3 \dots y_n]$ , dimana kedua vektor ini merupakan dua *iris code* yang dibandingkan.

Aplikasi yang diajukan ini terdiri dari dua tahapan utama, yaitu tahap pengambilan dan tahap pencocokan. Tahap pengenalan terdiri dari *pre-processing*, segmentasi, normalisasi, dan ekstraksi fitur; sedangkan tahap pencocokan terdiri dari operasi-operasi pada tahap pengambilan ditambah dengan operasi *matching*.

#### 2.7 Tahap Pengambilan

Algoritma pada tahap pengenalan ini secara umum adalah sebagai berikut.

1. Ambil citra  $i$  dari *gallery* API Android.
2. Lakukan *pre-processing* untuk citra  $i$ . *Pre-processing* ini terdiri dari operasi *scaling* dan *grayscale*.

3. Lakukan segmentasi untuk citra  $i$ , dan hasilnya dimasukkan ke dalam variabel *template*. Segmentasi dilakukan dengan operasi deteksi tepi Canny yang dilanjutkan dengan transformasi lingkaran Hough.
4. Lakukan normalisasi untuk citra *template* dari bentuk *doughnut* ke bentuk persegi panjang menggunakan *Daugman's rubber sheet model*.
5. Lakukan ekstraksi ciri citra *template* menggunakan 2D Gabor filter dengan orientasi  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Hasil dari masing-masing orientasi dilakukan operasi pembobotan menggunakan *Average Absolute Deviation*, lalu diletakkan pada masing-masing *region* yang sudah ditentukan.
6. Simpan *template* yang di dapat ke dalam variabel.

**2.8 Tahap Pencocokan**

Algoritma pada tahap pencocokan ini, langkah 1 sampai 5 analog seperti pada algoritma pada tahap pengenalan, diteruskan dua langkah berikut.

1. Hitung jarak dari *iris code* yang dibandingkan dengan *template* yang tersimpan menggunakan *Euclidean distance*.
2. Outputkan status pencocokan pada layar.

**2.9 Pengujian**

Pengujian dilakukan menggunakan 10 citra mata yang berasal dari satu subjek. Citra mata tersebut terdiri dari 5 citra mata kanan dan 5 citra mata kiri subjek. Citra tersebut mempunyai resolusi *native* yaitu 3104x1746 pixels dengan *aspect ratio* 16:9. Sampel citra yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

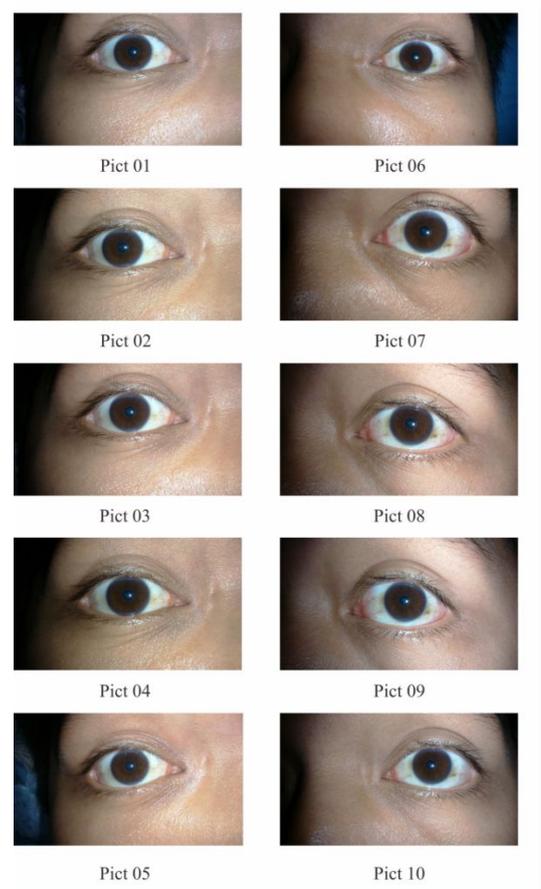
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa Pict 01 hingga Pict 05 merupakan sampel mata kanan subjek, dan Pict 06 hingga Pict 10 merupakan sampel mata kiri subjek.

Rekapitulasi dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Rekapitulasi hasil pengujian

<i>Threshold</i>	FRR	FAR	GAR
400	0,52	0,28	0,48
425	0,44	0,32	0,56
450	0,44	0,36	0,56
<b>475</b>	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>	<b>0,64</b>
500	0,28	0,48	0,72
525	0,24	0,60	0,76
550	0,24	0,64	0,76
575	0,20	0,68	0,80
600	0,20	0,76	0,80

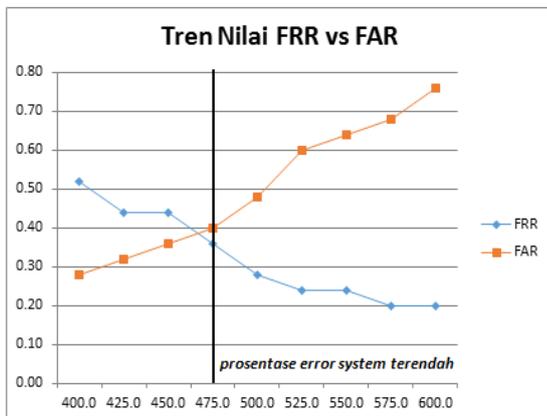
Pengujian dilakukan menggunakan rentang *threshold* dari 400 hingga 600 dengan interval untuk tiap *threshold* adalah 25. *Threshold* paling optimal adalah *threshold* yang memiliki selisih nilai FAR (*False Acceptance Rate*) dan FRR (*False Reject Rate*) terkecil.



**Gambar 2.1** Sampel citra yang digunakan

Dari Tabel 2.1 dapat diketahui bahwa nilai FRR dari *threshold* 400 hingga 600

menunjukkan tren menurun, berbanding terbalik dengan FAR yang menunjukkan tren meningkat. Dari kedua nilai tersebut dapat diketahui bahwa *error system* terendah berada pada *threshold* 475, hal ini dikarenakan pada *threshold* tersebut memiliki selisih nilai FRR dan FAR paling rendah, yaitu 0.36 dengan 0.40 atau 4%. Grafik dari tren nilai FRR dan FAR untuk semua *threshold* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik tren nilai FAR dan FRR

### 3. PENUTUP

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem pengenalan pola iris mata ini memiliki tingkat kesuksesan pengenalan yang sedang, apabila dibandingkan dengan prosentase tingkat kesuksesan sistem biometrik pada umumnya. *Threshold* optimal yang didapatkan adalah 475 dengan nilai FRR 36%, FAR 40%, dan GAR 64%. *Threshold* ini dapat dirubah sesuai kebutuhan, apabila *threshold* dinaikkan, maka FAR akan meningkat yang berakibat dengan banyaknya citra iris yang bukan pasangannya dapat diterima oleh sistem,

sebaliknya apabila *threshold* diturunkan, maka FRR akan meningkat yang berakibat dengan banyaknya citra iris yang pasangannya tidak diterima oleh sistem. Perubahan nilai *threshold* ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu apabila sistem ini akan digunakan untuk sistem keamanan, maka metode *tuning*-nya adalah dengan menurunkan nilai *threshold*, dan apabila sistem akan digunakan dengan mengutamakan kenyamanan, maka metode *tuning*-nya adalah dengan meningkatkan nilai *threshold*.

### 4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Masek, L., (2003), *Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification*, Thesis. Perth: The University of Western Australia School of Computer Science and Software Engineering.
- [2] Adi, K., (2003), Perancangan dan Realisasi Sistem Ekstraksi Ciri Sidik Jari Berbasis Algoritma Filterbank Gabor, *Berkala Fisika*, 6(2) : 39-46
- [3] M. Heath, S. Sarkar, T. Sanocki, and K.W. Bowyer., (1998), Comparison of Edge Detectors: A Methodology and Initial Study, *Computer Vision and Image Understanding*, 69(1) : 38-54.
- [4] J.G. Daugman, (2004), How iris recognition works, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 14(1) : 21-30,
- [5] Li, M., Yunhong, W. & Tieniu, T., (2002), Iris Recognition Based on Multichannel Gabor Filtering, *In ACCV 2002 : The 5th Asian Conference on Computer Vision*, 20.