

SISTEM PENGENALAN IRIS MATA MANUSIA DENGAN MENGGUNAKAN TRANSFORMASI WAVELET

Maimunah¹⁾, Agus Harjoko²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Magelang

Jl. Mayjend Bambang Soegeng Km. 5 Mertoyudan Magelang, e-mail: imaynov@yahoo.com

²⁾Lab. Elektronika dan Instrumentasi, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
e-mail: aharjoko@ugm.ac.id

ABSTRAKSI

Sistem biometri memberikan identifikasi secara otomatis dari individu berdasarkan ciri atau karakteristik unik yang dimiliki setiap individu. Pada saat ini pengenalan iris merupakan teknologi biometri yang relatif baru dengan beberapa keuntungan yang dimilikinya seperti kestabilan dan keamanan.

Sistem pengenalan iris terdiri dari proses segmentasi dan ekstraksi ciri menggunakan transformasi wavelet haar dan disimpan sebagai iris template. Proses pengenalan iris dilakukan dengan menggunakan jarak hamming pada iris template.

Dalam penelitian ini digunakan data citra mata keabuan yang diambil dari basis data CASIA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari mata yang sama, sistem pengenalan iris mampu mengenali citra mata dengan tingkat keberhasilan 100% untuk citra query sama dengan citra basis data dan 35.29% untuk citra query berbeda dengan citra basis data. Adanya bulu mata, kelopak mata, pemantulan cahaya, jarak dan posisi pengambilan citra mempengaruhi proses pengenalan iris.

Kata kunci: pengenalan iris, segmentasi, transformasi wavelet haar.

1. PENDAHULUAN

Masalah keamanan bagi sebuah sistem merupakan masalah penting dan menjadi kebutuhan utama. Dalam memperoleh jaminan keamanan sistem dibutuhkan sebuah sistem keamanan yang tangguh dan mudah digunakan oleh user. Untuk memperoleh tingkat keamanan yang tinggi maka dibutuhkan sebuah sistem yang memiliki kunci yang unik untuk setiap user. Oleh karena itu dikembangkan sebuah sistem yang menggunakan bagian tubuh manusia sebagai kunci yaitu sistem biometri.

Salah satu bagian tubuh manusia yang unik dan dapat dijadikan sebagai media keamanan adalah iris mata. Iris mata setiap orang berbeda bahkan untuk orang kembar. Iris mempunyai beberapa sifat yaitu stabil, mempunyai struktur fisik beragam dan tidak bergantung pada sifat genetik. Dengan demikian, iris dapat dijadikan sebagai identitas pribadi sehingga saat ini berkembang sistem pengenalan iris mata manusia.

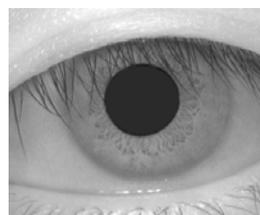
Beberapa penelitian pengenalan iris telah dilakukan sebelumnya (Daugman, 1994; Wildes, 1997; Masek, 2003). Perbedaan antara penelitian yang satu dengan yang lainnya adalah metode ekstraksi ciri dan proses pencocokan *iris template*. Dalam sistem pengenalan iris, sebuah citra mata merupakan data masukan untuk sistem dan sistem akan melakukan proses pengenalan dengan melakukan pencocokan citra *query* dengan citra yang ada di basis data dengan menggunakan suatu metode jarak. Sistem menentukan dua citra iris mata dikatakan sama atau mendekati sama jika mempunyai jarak terkecil.

2. MATA MANUSIA

Iris adalah salah satu organ bagian dalam dari mata yang terletak di belakang kornea dan di depan lensa. Fungsi yang paling penting dari iris mata adalah mengatur ukuran (besarnya) pupil. Banyaknya cahaya yang masuk ke dalam pupil jatuh pada retina mata dan diatur oleh otot-otot dalam iris. Dengan demikian banyaknya cahaya yang masuk ke mata diatur oleh iris. Berubahnya ukuran pupil merupakan gerak refleks dan tidak di bawah kontrol.

Iris mata manusia dapat digunakan untuk kepentingan identifikasi seseorang yang memiliki tingkat keamanan yang cukup tinggi. Hal ini didukung oleh sifat-sifat yang dimiliki iris mata manusia sebagai berikut [Muron and Pospisil, 2000]:

- iris mata manusia sangat terlindungi keberadaannya yang merupakan organ dalam dari mata.
- iris mata manusia tampak (kelihatan) dari suatu jarak tertentu.
- pola iris mata manusia mempunyai derajat keacakan yang tinggi.
- stabil (dalam hal jumlah dan posisinya) sepanjang hidup manusia.
- tidak bergantung pada sifat genetik.
- mempunyai tekstur dan struktur yang kompleks.



Gambar 1. Citra Mata

3. SEGMENTASI

Tahap pertama dalam sistem pengenalan iris mata adalah memisahkan daerah iris mata pada suatu citra mata. Hal ini disebabkan daerah iris mata dipengaruhi bulu mata dan kelopak mata. Proses segmentasi dilakukan dengan melakukan deteksi tepi Canny dan Transformasi Hough.

3.1 Deteksi Tepi Canny

Langkah awal dari segmentasi adalah mengidentifikasi ciri dalam citra yang berhubungan dengan penaksiran struktur dan sifat – sifat objek. Salah satu ciri dari suatu citra adalah tepi (*edge*). Tepi merupakan ciri yang penting untuk analisis citra dan biasanya tepi terjadi pada batas (*boundary*) antara dua daerah (*region*) yang berbeda dalam suatu citra [Jain et al,1995].

Operator Canny merupakan kombinasi dari *Gaussian smoothing filter* dan pendekatan gradien Langkah-langkah dalam deteksi tepi Canny adalah sebagai berikut:

1. Gaussian Filtering

Gaussian filtering dilakukan untuk menghilangkan gangguan (*noise*) dari citra mata.

Algoritma:

a. *Input*: Citra I

b. Konvolusi citra I dengan fungsi Gauss

$$S = I * G$$

$$S[i, j] = G[I, J, \sigma] * I[i, j]$$

c. *Output*: Citra S

2. Menghitung magnitudo dan arah gradien

Algoritma:

a. $P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j])/2$

b. $Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1])/2$

c. Menghitung magnitudo $M[i, j]$ dan arah gradien $\theta[i, j]$ adalah:

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2}$$

$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j])$$

3. Non Maximum Suppression

Algoritma:

a. Mencari arah $d(i, j)$ dari setiap gradien dengan merubah arah tepi gradien dari langkah 2 sebagai berikut:

- Jika $0 \leq \theta \leq 22,5^0$ dan $157,5^0 < \theta \leq 180^0$ maka $\theta = 0^0$
- Jika $22,5^0 < \theta \leq 67,5^0$ maka $\theta = 45^0$
- Jika $67,5^0 < \theta \leq 112,5^0$ maka $\theta = 90^0$
- Jika $112,5^0 < \theta \leq 157,5^0$ maka $\theta = 135^0$

b. Buat mask 3×3 dengan magnitudo pusat adalah maksimum lokal $M_B[i, j]$. Tentukan letak tetangganya yaitu sebelah kiri dan

kanan $M_B[i, j]$ sesuai arahnya. Bandingkan nilai magnitudo pusat dengan dua magnitudo tetangganya yang terletak sepanjang arah gradien magnitudo pusat yaitu $M_A[i, j]$ dan $M_C[i, j]$. Nilai magnitudo yang baru adalah:

$$M_B[i, j] = \begin{cases} 0, & M_B[i, j] < M_A[i, j] \vee M_C[i, j] \\ M_B[i, j], & \text{lainnya} \end{cases}$$

c. Lakukan untuk semua nilai magnitudo. Magnitudo pusat yang akan diselidiki selanjutnya adalah magnitudo yang tegak lurus dengan arah gradien dari magnitudo sebelumnya.

4. Hysteresis Thresholding

Hysteresis Thresholding merupakan proses pengembangan dengan menggunakan dua nilai ambang yaitu L (*Low threshold*) dan H (*high threshold*) [Jain et al,1995].

Algoritma:

a. *Input*: Citra *Non Maximum Suppression*

b. Tentukan nilai L (*Low threshold*) dan H (*high threshold*)

c. Mengecek setiap *pixel* terhadap nilai L dan H :

- Jika *pixel* $[i, j] > H$ maka *pixel* tersebut adalah *pixel* tepi dan disebut *strong pixel*.
- Jika *pixel* $[i, j] > L$ maka telusuri *pixel* berdasarkan arahnya sampai tidak ditemukan nilai magnitudo *pixel* yang lebih besar dari L . Jika *pixel* yang diperoleh terhubung dengan *strong pixel* maka merupakan *pixel* tepi. Jika *pixel* $[i, j] < L$ maka abaikan *pixel* tersebut.

3.2 Transformasi Hough

Pixel-pixel tepi dalam citra tepi hasil deteksi tepi Canny dilakukan pemungutan suara untuk mendapatkan daerah iris dengan menggunakan transformasi Hough lingkaran.

Algoritma:

a. Inisialisasi ruang parameter

b. Telusuri citra tepi. Jika *pixel* merupakan tepi, hitung:

$$r = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}$$

c. Lakukan pemungutan suara.

d. Mencari lokal maksimum

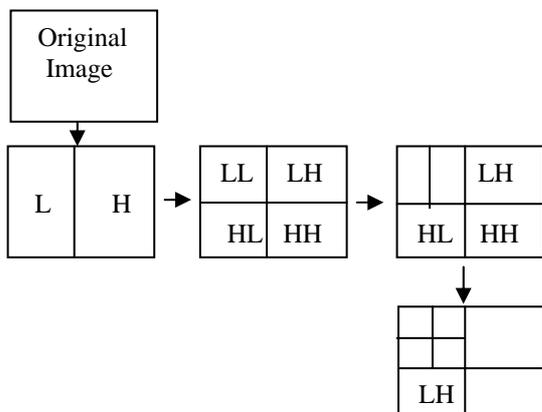
Pengaruh adanya bulu mata dan kelopak mata terhadap daerah lingkaran iris dicari dengan menggunakan transformasi Hough linier. Algoritma transformasi Hough linear pada dasarnya sama dengan algoritma transformasi Hough Lingkaran dengan perbedaan pada persamaannya yaitu $r = x \cos \theta + y \sin \theta$.

4. TEORI WAVELET

Transformasi merupakan suatu proses pengubahan data menjadi bentuk lain sehingga mudah dianalisa. Salah satu contoh transformasi adalah transformasi wavelet. Transformasi wavelet merupakan generalisasi dari transformasi Fourier.

Transformasi wavelet merupakan proses mengubah sinyal ke dalam berbagai gelombang wavelet asli (*mother wavelet*) dengan berbagai pergeseran dan penyekalaan. Dengan demikian faktor skala memegang peranan yang sangat penting. Menurut [Bruce and Gao,1996] citra $M \times N$ merupakan data dua dimensi yang berbentuk matriks dengan elemennya berupa *pixel-pixel* penyusun citra. Wavelet 2D dapat dikonstruksikan dengan menggunakan horisontal wavelet 1D dan vertikal wavelet 1D.

Transformasi wavelet terhadap masing-masing *pixel* di dalam citra dapat dilakukan secara bergantian pada masing-masing kolom dan baris. Pertama kali dilakukan transformasi secara horisontal terhadap baris. Setelah itu dilakukan transformasi secara vertikal terhadap kolom. Langkah ini dilakukan secara bergantian sampai diperoleh koefisien aproksimasi dan koefisien detail dari citra.



Gambar 2. Ilustrasi Transformasi wavelet dalam citra

Salah satu keluarga wavelet adalah wavelet Haar. Transformasi menggunakan fungsi Haar sebagai fungsi basis merupakan transformasi wavelet yang paling sederhana. Fungsi Haar didefinisikan sebagai:

$$\Psi(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 1/2 \\ -1, & 1/2 \leq x < 1 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Transformasi wavelet Haar merupakan transformasi wavelet paling sederhana. Dalam transformasi wavelet Haar pada suatu citra dilakukan dengan menggunakan penapis lolos rendah (*Low Pass Filter / LPF*) dan penapis lolos

tinggi (*High Pass Filter / HPF*) sehingga diperoleh koefisien wavelet [Ogden, R.T., 1997].

Algoritma:

- a. Input: citra ternormalisasi
- b. Untuk masing-masing dekomposisi horisontal dan vertikal, cari koefisien LPF dan HPF.

Koefisien LPF adalah: $f'_k = \frac{1}{\sqrt{2}}(f_{2k} + f_{2k-1})$

Koefisien HPF adalah: $f^*_k = \frac{1}{\sqrt{2}}(f_{2k} - f_{2k-1})$

- c. Lakukan secara berulang-ulang pada koefisien aproksimasi yang diperoleh sebelumnya hingga level yang diinginkan.

5. METODE JARAK HAMMING

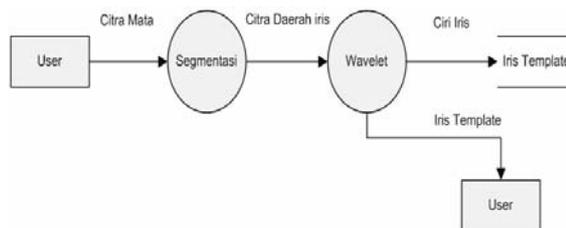
Jarak Hamming digunakan untuk mengukur jarak antara dua pola bit. Dalam membandingkan dua pola bit misalkan X dan Y , jarak Hamming (HD) didefinisikan sebagai:

$$HD = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_j (XOR) Y_j$$

dengan N adalah banyaknya bit dalam pola bit. [Masek, 2003].

6. DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Sistem untuk mengenali iris mata manusia yang akan dibangun terdiri dari dua sistem yaitu Sistem Pembentukan Basis Data dan Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia. Sistem Pembentukan Basis Data (SPBD) berfungsi untuk membuat basis data ciri citra mata (iris template). Sedangkan Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia (SPIMM) berfungsi untuk mengenali suatu citra query yang berupa citra mata.



Gambar 3. Tahap Pembuatan Basis Data Iris Template

6.1 Pembuatan Basis Data Iris Template.

Pembuatan basis data iris template terdiri dari 2 proses yaitu segmentasi dan wavelet seperti terlihat dalam gambar 2. Proses segmentasi dilakukan dengan deteksi tepi Canny, transformasi Hough linear serta transformasi Hough lingkaran. Proses wavelet merupakan proses ekstraksi ciri iris menggunakan wavelet Haar dan akan menghasilkan kode bit 0 atau 1 yang merupakan iris template.

Proses segmentasi dimulai dengan melakukan deteksi tepi Canny. *Pixel-pixel* tepi dalam citra tepi hasil deteksi tepi Canny dilakukan pemungutan suara untuk mendapatkan daerah iris dengan

menggunakan transformasi Hough lingkaran. Transformasi Hough lingkaran digunakan untuk mencari daerah iris yang merupakan batas antara iris dan sclera. Pengaruh adanya bulu mata dan kelopak mata terhadap daerah lingkaran iris dicari dengan menggunakan transformasi Hough linier.



Gambar 4. Hasil Proses Segmentasi

Proses wavelet dimulai dengan melakukan normalisasi daerah iris hasil proses segmentasi. Proses normalisasi bertujuan untuk memperoleh daerah iris mata yang telah dinormalisasi sehingga mempunyai dimensi tertentu untuk memudahkan perhitungan dalam ekstraksi ciri.

Algoritma:

- a. Input: citra daerah iris mata
- b. Memetakan $I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta)$ dengan:
 - r terletak dalam interval $[0,1]$ dan θ adalah sudut dalam interval $[0, 2\pi]$.
 - $x(r, \theta) = (1-r)x_p(\theta) + rx_i(\theta)$
 $y(r, \theta) = (1-r)y_p(\theta) + ry_i(\theta)$

$$x_p = x_{op} + r_{pupil} \cos \theta$$

$$y_p = y_{op} + r_{pupil} \sin \theta$$
 dengan $x_i = x_{oi} + r_{iris} \cos \theta$

$$y_i = y_{oi} + r_{iris} \sin \theta$$

Daerah iris yang telah dinormalisasikan kemudian dilakukan ekstraksi ciri menggunakan transformasi wavelet Haar. Koefisien wavelet yang

diperoleh dari proses wavelet selanjutnya dilakukan kuantisasi.

Algoritma:

- a. Jika $koef(i) \geq 0$ maka $koef(i) = 1$
- b. Jika $koef(i) < 0$ maka $koef(i) = 0$.

6.2 Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia

Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia mempunyai spesifikasi mampu menghitung ciri-ciri citra query dan membandingkan ciri-ciri tersebut dengan ciri-ciri dalam basis data iris template serta dapat menentukan apakah suatu citra query dikenali atau tidak dikenali. Dalam menghitung ciri-ciri citra query sistem melakukan proses yang sama dengan sistem pembentukan basis data. Pencocokan ciri dilakukan dengan menggunakan jarak Hamming. Apabila HD kurang dari threshold yang ditentukan maka citra query dikenali oleh sistem, sebaliknya jika HD lebih dari nilai threshold maka citra query tidak dikenali.

7. PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra mata keabuan dengan level 256 milik China yaitu CASIA (Chinese Academy of Sciences-Institute of Automation) dalam format Bitmap (BMP). Pengujian sistem dilakukan berdasarkan citra mata yang digunakan sebagai citra query dan citra dalam basis data. Oleh karena itu citra mata dibagi dua yaitu untuk mata yang sama dan mata yang berbeda.

7.1 Citra Query Sama dengan Citra Basis Data

Citra query sama dengan citra basis data adalah citra mata yang diambil dari mata yang sama dan diambil dalam periode yang sama. Pengujian dilakukan terhadap 30 mata yang berbeda dan setiap mata rata-rata diambil 3 citra.

Dari hasil tabel 1 dapat dinyatakan bahwa untuk citra query yang sama dengan citra basis data, sistem pengenalan iris mata manusia berhasil mengenali citra mata dengan tingkat keberhasilan 100%. Dengan demikian sistem dapat mengenali citra query dengan benar.

Tabel 1. Hasil Pengujian Citra Query Sama dengan Citra Basis Data

No	Jumlah Citra Query	Jumlah Citra Basis Data	Pengenalan			Keberhasilan (%)
			Dikenali Benar	Dikenali Salah	Tidak Dikenali	
1	15	15	15	0	0	100
2	30	30	30	0	0	100
3	45	45	45	0	0	100
4	60	60	60	0	0	100
5	74	74	74	0	0	100
6	89	89	89	0	0	100
7	74	89	74	0	0	100
8	60	89	60	0	0	100
9	45	89	45	0	0	100
10	30	89	30	0	0	100
11	15	89	15	0	0	100

Tabel 2. Hasil Pengujian Citra Query Berbeda dengan Citra Basis Data untuk Mata yang Sama.

No.	Jumlah Citra Query	Jumlah Citra Basis Data	Pengenalan			Keberhasilan (%)
			Dikenali Benar	Dikenali Salah	Tidak Dikenali	
1	17	15	6	11	0	35.29
2	37	30	6	28	3	16.22
3	57	45	5	46	6	8.77
4	77	60	7	62	8	9.09
5	97	74	9	79	9	9.28
6	117	89	7	102	8	5.98

7.2 Citra Query Berbeda Dengan Citra Basis Data

Citra query berbeda dengan citra basis data adalah citra yang sama sekali berbeda baik dalam pose ataupun waktu pengambilan gambar. Dalam kasus ini dibagi dua yaitu citra dari mata yang sama dan dari mata yang berbeda.

a. Citra dari Mata yang Sama

Citra query yang digunakan dalam pengujian ini adalah citra dari mata yang sama dengan yang ada dalam basis data tetapi berbeda dalam hal waktu pengambilan citra ataupun berbeda pose. Pengujian dilakukan secara bertahap dan setiap tahap terdiri dari 5 mata yang berbeda.

Dari tabel diperoleh bahwa hasil pengenalan yang terbaik adalah 35.29%. Semakin banyak jumlah citra basis data maka diperoleh hasil pengenalan dengan keberhasilan yang menurun. Hal ini disebabkan citra query mencari yang paling mirip dalam basis data dan semakin banyak citra basis data maka semakin banyak alternatif citra yang paling mirip dengan citra query [Maimunah, 2006].

b. Citra dari Mata yang Berbeda

Dalam kasus ini, citra query berasal dari mata yang berbeda dengan citra yang ada dalam basis data atau citra query tidak mempunyai wakil dalam basis data. Dalam pengujian ini diambil dari 10 mata yang berbeda dan setiap mata diambil 7 citra dari dua periode yang berbeda. Dalam setiap pengujian, sistem menghasilkan citra dari mata yang berbeda dengan citra query. Rata-rata untuk setiap citra query yang diuji menghasilkan citra yang berbeda walaupun dari mata atau dan periode yang sama. Dari hasil pengujian juga diperoleh citra yang tidak dikenal yang berarti antara citra query dengan citra hasil pengenalan sangat jauh berbeda ciri-cirinya.

8. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk data-data citra yang digunakan dalam penelitian ini, sistem dapat mengenali citra mata dengan prosentase tertinggi 100% untuk citra query sama dengan citra yang disimpan cirinya dalam basis data dan 35.29% untuk citra query berbeda dengan yang ada dalam basis data tetapi dari mata yang sama. Dalam

pengujian sistem untuk citra query berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda, semua citra query dikenali sebagai mata yang berbeda dengan citra query.

Dalam sistem pengenalan iris, proses segmentasi merupakan proses yang paling penting. Adanya bulu mata, kelopak mata, pemantulan cahaya, jarak dan posisi pengambilan citra mempengaruhi proses segmentasi. Jika dalam proses segmentasi kurang tepat dalam mengidentifikasi daerah iris maka akan mengurangi informasi ciri yang dimiliki iris sehingga akan menghasilkan iris template yang berbeda dan akan mempengaruhi hasil pengenalan.

PUSTAKA

- [1] Chinese Academy of Sciences – Institute of Automation, October 2005, *Database of Grayscale Eye Images*. <http://www.sinobiometrics.com>. Version 1.0.
- [2] Daugman, J., 1994, "Biometric personal identification system based on iris analysis". United States Patent, Patent Number: 5,291,560.
- [3] Jain, R., Kasturi, R., Schunck, B.G, 1995, "Machine Vision", McGraw-Hill Inc., Singapore.
- [4] Masek, L., 2003, "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification", M.S. Dissertation, The University of western australia.
- [5] Muron, A. and Pospisil, J., 2000, "The Human Iris Structure And Its Usage", *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Fac. Rer. Nat., Physica* 39, 87-95, Czech Republic.
- [6] Newton, M.E. and Woodward, D.J., 2001, "Biometrics: A Technical Primer", "Army Biometrics Applications: Identifying and Addressing Sociocultural Concerns," RAND/MR-1237-A, Santa Monica, CA: RAND.
- [7] Ogden, R.T., 1997, "Essential Wavelet for Statistical Applications and Data Analysis", Birkhauser, Boston.
- [8] Wildes, R., 1997, "Iris recognition: an emerging biometric technology". *Proceedings of the IEEE*, Vol.85, No.9.