

SISTEM PENGENALAN MANUSIA MELALUI KEUNIKAN FISIOLOGIS SELAPUT PELANGI MATA DENGAN MENGUNAKAN FILTER LOG GABOR

Bima Agung Pratama, Fajar Astuti Hermawati*

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-Mail: *fajarastuti@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengajukan sebuah sistem pengenalan manusia melalui karakteristik pola fisiologis selaput pelangi (iris) matanya. Pengenalan selaput pelangi mata (*iris recognition*) merupakan suatu teknologi pengolahan citra yang digunakan untuk mendeteksi dan menampilkan selaput pelangi (iris) pada alat indera mata manusia saat kelopak mata terbuka. Terdapat beberapa tahap dalam proses pengenalan menggunakan pola iris mata manusia. Langkah pertama adalah melakukan proses segmentasi untuk mendapatkan daerah selaput pelangi (iris) mata yang berbentuk melingkat dengan menggunakan metode operator *integro-diferensial*. Selanjutnya dilakukan proses normalisasi hasil segmentasi menjadi bentuk polar dengan menerapkan metode *Daughman's rubber sheet model*. Setelah itu diterapkan proses ekstraksi fitur atau pola dari citra ternormalisasi menggunakan filter *Log-Gabor*. Pencocokan untuk mengukur kesamaan antara pola iris mata manusia dengan pola-pola dalam basisdata sistem dilakukan menggunakan *Hamming distance*. Dalam percobaan pengenalan individu menggunakan basisdata iris mata MMU diperoleh akurasi sebesar 98%.

Kata Kunci: Pengenalan selaput pelangi, Pengenalan iris mata, Filter log-Gabor, Segmentasi citra, Sistem biometrik

1. Pendahuluan

Permasalahan mengenai sistem keamanan internal di Indonesia dari hari ke hari cukup besar, seperti pemalsuan kartu identitas, sistem keamanan *password* yang rentan di rusak dan sebagainya, sangat kian memprihatinkan. Dibutuhkan suatu upaya dan usaha yang nyata untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut. Misalkan upaya untuk meningkatkan keamanan sebuah sistem dengan memanfaatkan salah satu keunikan alat indera pada manusia yaitu sistem pengenalan selaput pelangi pada mata manusia (*iris recognition*).

Sistem pengenalan selaput pelangi (*iris recognition*) merupakan

suatu teknologi pengolahan citra yang digunakan untuk mengidentifikasi selaput pelangi pada mata manusia yang didasarkan pada gambar atau citra dari mata manusia yang berada dalam sebuah basisdata. Gambar mata manusia tersebut akan diinputkan, kemudian selaput pelangi (iris) mata akan dianalisa dan dilakukan pencocokan guna mendapatkan hasil yang maksimal serta bisa dikenali selaput pelangi mata tersebut [1].

Mata selain alat indra yang sangat indah dan mempunyai banyak manfaat, mata juga bisa digunakan sebagai kode sandi atau password untuk sesuatu hal penting di kehidupan bermasyarakat seperti halnya sekarang banyak diterapkan dengan sistem

biometrik yang sudah berkembang di seluruh dunia.

Biometrik juga merupakan studi tentang metode untuk secara otomatis mengenali seorang manusia berdasarkan satu atau lebih bagian tubuh ataupun kelakuan manusia tersebut yang bersifat unik, misalnya: sidik jari, bentuk wajah, suara, selaput pelangi pada mata, dll. Selain itu, biometrik juga kerap digunakan untuk mengidentifikasi orang-orang tertentu, misalnya dalam pencarian tersangka kriminal [2].

Sistem biometrik memang sudah berkembang di dunia akan tetapi system biometrik yang paling susah untuk dipalsukan, digandakan, dan ditiru yaitu sistem biometric selaput pelangi pada mata. Karena selaput pelangi pada mata sangat unik dan berbeda dari yang lain.

Pengenalan iris mata atau selaput pelangi adalah cara mengidentifikasikan mata manusia berdasarkan gambaran bentuk pola dari iris mata. Menurut Wildes [1], iris merupakan bagian dari uveal, atau bagian tengah mantel mata yang merupakan diafragma tipis yang membentang di bagian anterior mata dan didukung oleh lensa. Dari beberapa penelitian baik secara klinik maupun empiris, terbukti bahwa struktur fisiologis selaput mata (iris) setiap individu sangat unik dan stabil terhadap pertambahan usia. Bahkan antara iris mata kiri dan iris mata kanan dari individu yang sama, mempunyai karakteristik yang berbeda. Hal ini yang mendukung pilihan para ahli untuk menjadikan pola selaput pelangi (iris) mata sebagai identitas pribadi seseorang.

Secara umum terdapat beberapa proses yang harus dilakukan dalam membangun suatu sistem pengenalan biometrik iris. Proses-proses tersebut

adalah akuisisi citra iris, lokalisasi iris atau sering disebut juga dengan istilah segmentasi iris, ekstraksi ciri, dan pencocokan ciri [3].

Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem untuk mengidentifikasi manusia melalui iris matanya serta menampilkan keunikan dari bentuk serabut pelangi mata manusia. Dengan adanya sistem tersebut masyarakat bisa memahami keunikan fisiologis selaput pelangi mata manusia.

2. Tinjauan Pustaka

Beberapa ilmuwan terdahulu sudah banyak yang telah meneliti tentang sistem pengenalan selaput pelangi atau iris recognition dengan berbagai cara dan langkah – langkah yang mereka lakukan, akan tetapi semua cara yang mereka lakukan proses dari awal sistem berjalan hingga akhir sistem berhenti, berbagai banyak ilmuwan menerapkan langkah-langkah iris recognition yang sama.

Pada penelitian Daugman [4], proses lokalisasi batas terdalam dan terluar iris dilakukan dengan operator *Integrodifferential*, proses normalisasi citra iris dengan Daugman's *rubber sheet model*, informasi fase diekstraksi dengan *quadrature 2-D Gabor wavelet*, dan pencocokan dua pola iris dilakukan dengan *Hamming distance*.

Pada penelitian Wildes [1], proses lokalisasi iris dilakukan dengan transformasi lingkaran Hough. Proses normalisasi citra iris dilakukan dengan teknik registrasi citra. Ekstraksi ciri dilakukan dengan dekomposisi *isotropic bandpass* (turunan dari *Laplacian of Gaussian*). Proses pencocokan dua pola iris dilakukan dengan pendekatan yang didasarkan pada korelasi ternormalisasi.

Pada penelitian Masek [5], proses segmentasi iris dilakukan dengan transformasi lingkaran dan

linear Hough. Teknik normalisasi yang digunakan adalah Daugman's *rubber sheet model*. Ekstraksi ciri dan pencocokan pola iris dilakukan dengan *quadrature 2-D Gabor wavelet* dan *Hamming distance*.

3. Metode

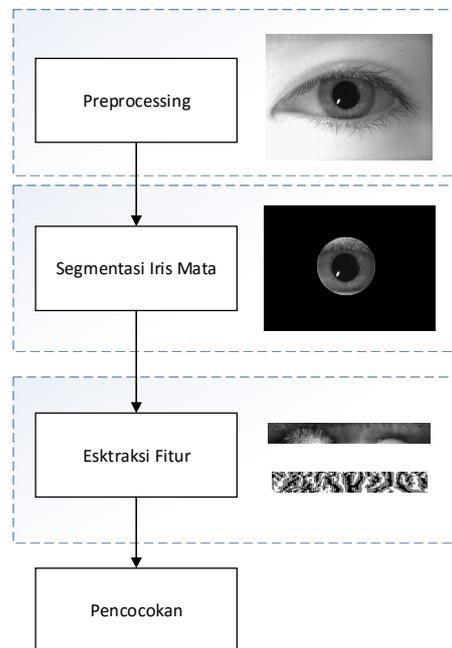
3.1. Data

Penelitian ini menggunakan dataset iris Multimedia University (MMU), yang berkontribusi total 450 gambar, 5 gambar per iris, 2 iris per subjek. Semua gambar diambil menggunakan LG IrisAccess 2200 pada kisaran 7-25 sentimeter. Masing-masing gambar mempunyai ukuran 320x240. Dalam percobaan klasifikasi atau pengenalan diambil 10 subyek masing-masing 5 gambar iris, 3 diantaranya digunakan sebagai data pelatihan (training) sedangkan 2 gambar digunakan sebagai data uji. Gambar 1 menampilkan data training dari masing-masing subyek.



Gambar 1. Data *training*.

pertama akuisisi citra iris, yaitu proses untuk mendapatkan citra iris dari individu yang digunakan untuk pendaftaran maupun pengujian. Seperti input gambar dari database ataupun langsung ambil gambar dari kamera digital tertentu. Proses kedua Lokalisasi iris dan zona perhitungan, proses lokalisasi iris ini sering disebut dengan tahap segmentasi dan normalisasi. Lokalisasi iris, yaitu proses menemukan lokasi iris. Sedangkan zona perhitungan adalah daerah di antara luar pupil dan di dalam sclera. Proses ketiga adalah ekstraksi ciri iris mata, yaitu proses mengekstrak informasi dari citra iris yang akan digunakan sebagai ciri unik dari iris tersebut. Proses keempat pencocokan ciri iris mata, yaitu proses menghitung jarak antara dua sampel iris. Hasil dari pencocokan ini adalah skor yang akan menentukan hasil pengenalan iris mata.



Gambar 2. Blok diagram sistem pengenalan selaput pelangi (iris) mata.

3.2. Perancangan Sistem

Secara garis besar, sistem terdiri beberapa langkah utama seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Proses

3.3. Segmentasi Selaput Pelangi

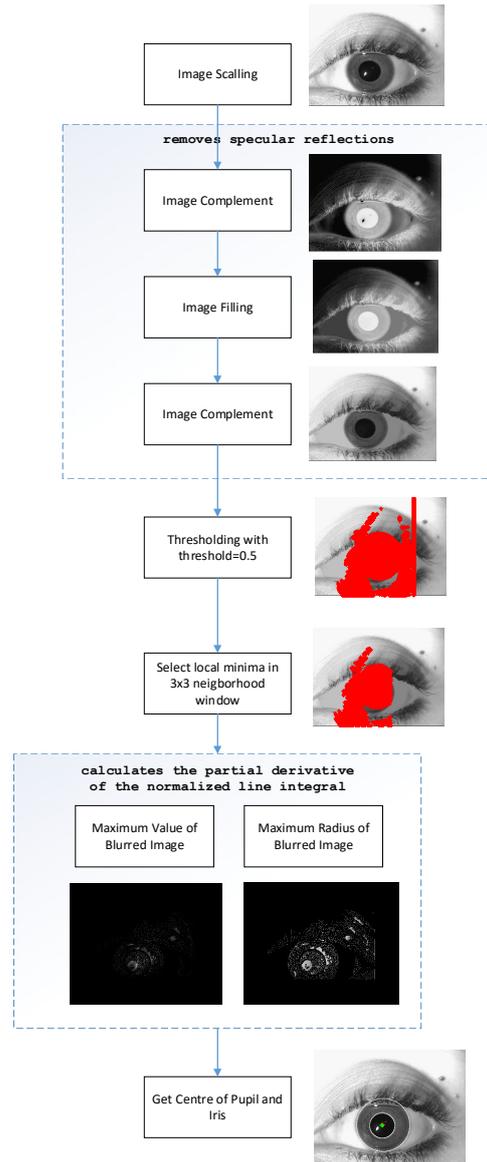
Pada tahapan ini diterapkan metode operator *integro-diferensial*

untuk mensegmentasikan selaput pelangi (*iris*) dan daerah pupil secara melingkar, yang diajukan oleh Daugman [6] dalam penelitian Puhank [7]. Operator *integro-diferensial* dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\max_{(r,x_0,y_0)} \left| G_{\sigma}(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r,x_0,y_0} \frac{I(x,y)}{2\pi r} ds \right| \quad (1)$$

Dimana $G_{\sigma}(r)$ adalah fungsi *smoothing* Gaussian dengan radius r dan standart deviasi σ . Sedangkan $I(x,y)$ adalah citra input.

Algoritma segmentasi selaput pelangi (*iris*) mata dapat dilihat pada Gambar 3. Langkah pertama adalah penskalaan ukuran citra input untuk keperluan tampilan. Selanjutnya teknik morfologi citra digunakan untuk menghilangkan atau menghapus refleksi spekular pada pupil mata. Bagian iris mata dipilih menggunakan thresholding dengan nilai $\text{threshold} = 0.5$. Dari citra hasil thresholding, dipilih piksel yang merupakan *local minima* dari setiap jendela ketetanggaan ukuran 3×3 yang dijalankan ke setiap piksel dalam citra tersebut. Langkah selanjutnya adalah menghitung turunan parsial dari integral garis dari citra local minima yang dihaluskan dengan filter Gaussian. Pusat dari pupil mata merupakan nilai paling besar dari nilai maksimum turunan parsialnya. Sedangkan jari-jarinya diperoleh dari radius maksimum turunan parsialnya. Segmentasi selaput pelangi (*iris*) mata dilakukan berdasarkan lingkaran terluar selaput pelangi (*iris*) dan lingkaran pupil yang dihasilkan.



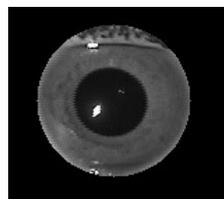
Gambar 3. Blok diagram segmentasi selaput pelangi mata

3.4. Ekstraksi Fitur

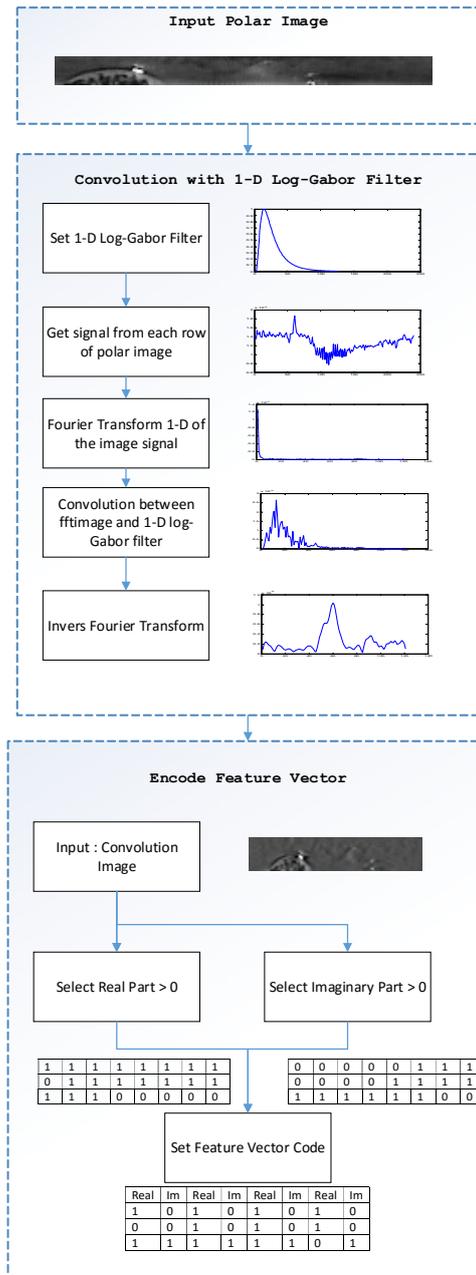
Sebelum dilakukan ekstraksi fitur, gambar hasil segmentasi selaput pelangi (*iris*) dinormalisasi ke dalam bentuk sistem koordinat polar dengan ukuran 20×240 menggunakan metode Daugman's *rubber sheet model* [5]. Metode ini memetakan kembali setiap titik dalam wilayah selaput pelangi (*iris*) ke sepasang koordinat kutub (r, θ) di mana r berada pada interval $[0,1]$ dan θ adalah sudut $[0,2\pi]$. Gambar 4

menunjukkan contoh dari perubahan bentuk hasil segmentasi selaput pelangi (iris) mata ke bentuk polar.

Proses pengkodean vektor fitur dapat dilihat pada Gambar 5 dengan mengkonversikan pola selaput pelangi (iris) ternormalisasi dengan filter log-Gabor 1D. Citra polar yang merupakan pola normalisasi 2D diambil setiap baris sesuai dengan cincin melingkar pada wilayah selaput pelangi (iris) mata sebagai sinyal 1D, dan kemudian sinyal 1D ini dikonvolusi dengan filter log-Gabor 1-D. Proses konvolusi kedua sinyal dilakukan pada domain frekuensi. Mula-mula, sinyal 1D yang diperoleh dari baris citra polar ditransformasi ke domain frekuensi dengan menggunakan transformasi fourier 1D. Setelah proses konvolusi, hasilnya ditransformasi kembali ke domain spasial dengan menerapkan *invers fourier transform* 1D. Hasil konvolusi dengan filter log-Gabor yang mengandung bagian real dan bagian imajiner, dikodekan dalam bentuk biner dengan kode biner 1 jika nilainya > 0 atau bernilai positif dan sebaliknya diberikan kode biner 0 jika nilainya nol atau negatif. Selanjutnya, setiap kolom dari bagian real disusun bergantian dengan setiap kolom dari bagian imajiner. Sehingga ukuran kode dari vektor fitur menjadi 20x480.



Gambar 4. Normalisasi bentuk iris mata



Gambar 5. Proses pengkodean fitur selaput pelangi (iris) mata

3.5. Pencocokan

Proses pencocokan antara fitur selaput pelangi (iris) mata yang diinputkan ke dalam sistem dan fitur iris mata yang ada dalam basisdata sistem dilakukan dengan menggunakan metode Hamming *distance*. Dalam membandingkan pola bit A dan B , jarak Hamming (D_H),

didefinisikan sebagai jumlah dari bit yang tidak sama (jumlah XOR antara A dan B) terhadap jumlah total bit dalam pola bit, seperti pada persamaan berikut ini:

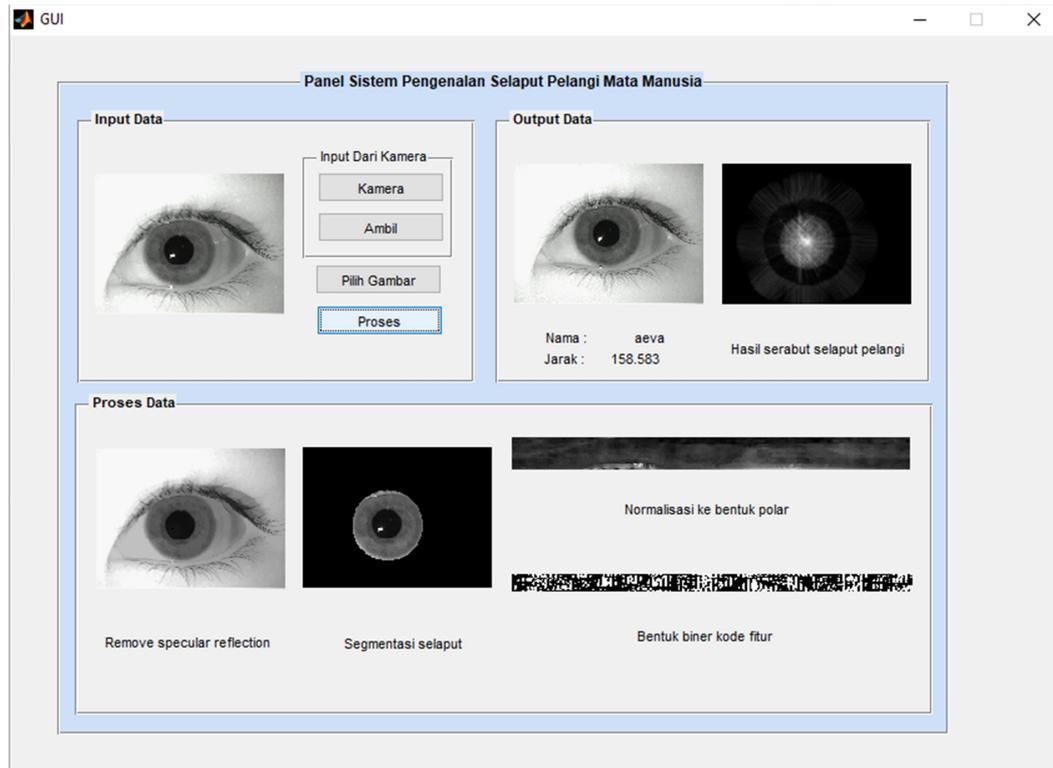
$$D_H = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \oplus B_i \quad (2)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Untuk mempermudah user melakukan proses pengenalan melalui keunikan selaput pelangi (iris) mata manusia, dibangun sebuah antarmuka sistem seperti terlihat pada Gambar 6. Dalam antarmuka tersebut terbagi menjadi tiga panel yaitu panel untuk mengambil gambar input, panel untuk menampilkan proses dalam sistem, dan panel yang menampilkan hasil

pengenalan yang berupa nama orang yang dikenali dalam basisdata serta gambar pola dari serabut selaput pelangi.

Selanjutnya untuk mengetahui akurasi dari hasil pengenalan manusia melalui pola iris mata menggunakan sistem yang dibangun, dilakukan beberapa pengujian. Percobaan pertama, dilakukan menggunakan data gambar selaput pelangi (iris) dari basisdata MMU sebanyak 10 subyek. Akurasi dari hasil pengenalan dapat dilihat pada matriks dalam Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa prosentasi hasil pengenalan yang benar adalah sebesar 98%.



Gambar 6. Antarmuka sistem pengenalan manusia melalui selaput pelangi (iris) mata

Tabel 1. Matriks Hasil Pengenalan

	aev	bry	chi	cho	chr	chu	eug	fat	fio	hoc
aev	100%									
bry		80%		20%						
chi			100%							
cho				100%						
chr					100%					
chu						100%				
eug							100%			
fat								100%		
fio									100%	
hoc										100%

Kesalahan pengenalan terjadi pada citra milik subyek Bryan seperti pada Gambar 7. Citra yang tidak berhasil dikenali mempunyai kemiringan lebih dari 45 derajat.



Gambar 7. Citra mata yang tidak berhasil dikenali

5. Penutup

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa selaput pelangi (iris) mata manusia mempunyai karakteristik unik yang bisa membedakan satu individu dengan individu lainnya. Dengan menerapkan teknik segmentasi selaput pelangi dan menggunakan pengkodean fitur berdasarkan filter log-Gabor 1D, sistem ini mampu mengenali individu sebesar 98%. Kelemahan dari sistem ini adalah tidak bisa mengenali iris pada citra mata dengan kemiringan lebih dari 45 derajat.

6. Daftar Pustaka

[1] R. P. Wildes, "Iris Recognition :

An Emerging Biometric Technology," *Proc. IEEE*, vol. 85, no. 9, pp. 1348–1363, 1997.

[2] S. Prabhakar, S. Pankanti, and A. K. Jain, "Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns," *IEEE Secur. Priv.*, vol. 99, no. 2, pp. 33–42, 2003.

[3] P. Darma, *Sistem Biometrika, Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.

[4] J. Daugman, "How Iris Recognition Works," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 21–30, 2004.

[5] L. Masek, "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification," The University of Western Australia, 2003.

[6] J. G. Daugman, "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 15, no. 11, pp. 1148–1161, 1993.

[7] N. B. Puhan, N. Sudha, and A. S. Kaushalram, "Efficient segmentation technique for noisy frontal view iris images using Fourier spectral density," *Signal, Image Video Process.*, vol. 5, no. 1, pp. 105–119, 2009.