

APLIKASI LOGIKA FUZZY, ALGORITMA GENETIKA DAN GABOR WAVELET UNTUK IDENTIFIKASI SIDIK JARI

Yupitha Leoga Ignatia¹, Iwan Iwut Tritoasmoro², Joko Haryatno³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Identifikasi sidik jari manusia merupakan proses untuk mengenali dan menentukan identitas seseorang. Teknologi identifikasi sidik jari termasuk di dalam biometrik yang menggunakan karakteristik alami manusia. Biometrik terbentuk dari keunikan sifat fisik seseorang yang dapat diaplikasikan untuk identifikasi diri seseorang. Pada dasarnya biometrik berbasis pada karakteristik alami manusia seperti sidik jari, garis tangan, iris atau retina, pola wajah, dan karakteristik suara. Kelebihan dari data biometrik adalah kompleksitasnya yang tinggi. Maka dari itu, jika data biometrik digunakan sebagai input dari suatu sistem keamanan, kecil kemungkinan akan terjadi kesalahan atau pemalsuan.

Kata Kunci : Biometrik, logika fuzzy, algoritma genetika, Gabor Wavelet, fuzzifikasi,

Abstract

Human fingerprint identification is a process to recognize and decide someone's identity. Technology of fingerprint identification included on biometric which use natural human characteristics. Biometric was built from uniqueness of someone's physics characteristic that can be applied for identification. Basically biometric based on human's natural characteristic such as fingerprint, palm print, iris, or retina, face contour, and voice characteristic. Advantage of biometric is its high complexity. Because of that reasons, if biometric data used for security system input, it has small probability of errors or forgery.

The identification system that will be designed is using Fuzzy Logic based on Genetic Algorithm and Gabor Wavelet filter. Like another image processing method, this system gets important feature information by feature extraction process using Gabor Wavelet. 2D Gabor Filter used for enhancing image acquisition quality, and to get macro and micro feature that contained on fingerprint image for a constant feature number output for every fingerprint. The use of Gabor filter on fingerprint image could increase ridge structure and valley. Image recognition and classification of inputs done by Fuzzy Logic based on Genetic Algorithm that is a system that mapping an input value to an output value.

From simulation result, the accuracy of fingerprint image recognition reaches 74.67 % with errors on recognition 0 %. And untrained image rejection rate reaches 100 %

Sistem identifikasi yang akan dirancang ini menggunakan Logika Fuzzy berbasis algoritma genetika dan Gabor Wavelet filter. Seperti metode pengolahan citra pada umumnya, sistem ini mendapatkan informasi ciri yang penting melalui proses ekstraksi ciri menggunakan Gabor Wavelet. Filter Gabor 2D digunakan untuk memperbaiki kualitas citra sidik jari hasil akusisi, serta untuk mengambil ciri makro dan mikro yang terdapat dalam citra sidik jari, sehingga diperoleh jumlah ciri yang tetap untuk setiap sidik jari. Penggunaan filter Gabor dalam citra sidik jari dapat meningkatkan struktur dari bukit (ridge) dan lembah. Sementara pengenalan citra dan pengklasifikasian data masukan dilakukan oleh Fuzzy Logic yang berbasis Algoritma Genetika, yaitu suatu sistem yang melakukan pemetaan suatu nilai masukan ke suatu nilai keluaran. Dari hasil pengujian diperoleh tingkat keakuratan pengenalan sistem identifikasi sidik jari mencapai 74.67 %, dengan kesalahan pengenalan sebesar 0 % Dan tingkat penolakan citra yang tidak dilatihkan mencapai 100 %.

Keywords : Biometric, fuzzy logic, genetic algorithm, Gabor Wavelet,

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui sistem keamanan sudah semakin berkembang pesat, mulai menggunakan pin, *barcode*, hingga menggunakan password tertentu. Namun seiring dengan berkembangnya teknologi pada sistem keamanan, kecanggihan sistem untuk menembus keamanan tersebut juga tidak kalah pesatnya. PIN yang seharusnya hanya diketahui oleh si pemilik nomor tersebut dapat dengan mudah diketahui, *barcode* bisa ditiru dan bahkan password pun bisa dilewati dengan mudah. Untuk itulah diperlukan adanya sistem keamanan yang kuncinya hanya dimiliki oleh orang yang berhak dan tidak dapat dipalsukan, ditiru, atau ditembus oleh orang lain.

Untuk menciptakan suatu sistem keamanan yang hanya bisa diakses oleh pemilik sistem tersebut, diperlukan kunci yang unik untuk membuka sistem tersebut. Kunci yang hanya dimiliki oleh satu orang saja. Biometrik menjadi solusinya. Biometrik terbentuk dari keunikan sifat fisik seseorang yang dapat diaplikasikan untuk identifikasi diri seseorang. Pada dasarnya biometrik berbasis pada karakteristik alami manusia seperti sidik jari, garis tangan, iris atau retina, pola wajah, dan karakteristik suara. Kelebihan dari data biometrik adalah kompleksitasnya yang tinggi. Maka dari itu, jika data biometrik digunakan sebagai input dari suatu sistem keamanan, kecil kemungkinan akan terjadi kesalahan atau pemalsuan.

Dikarenakan keunikan dan karakter fisiknya yang berbeda pada tiap individu, teknologi *biometric* ini diharapkan mampu menjawab tantangan keamanan dan pemalsuan identitas yang selama ini menjadi masalah. Diantara kesemua karakteristik pada manusia yang tercakup dalam *biometric*, metode identifikasi sidik jarilah yang paling populer. Hal ini disebabkan oleh karakter fisiknya yang berbeda pada tiap individu, dan polanya yang tidak akan berubah seiring bertambahnya usia seseorang, terkecuali jika diakibatkan oleh kecelakaan atau penyakit.

Teknologi *biometric* berawal dari identifikasi sidik jari secara manual. Pola sidik jari yang berbeda tiap individunya dianalisa dan diidentifikasi. Identifikasi tersebut kebanyakan telah dilakukan oleh komputer dengan algoritma-algoritma tertentu yang belum sempurna sampai sekarang. Hal inilah yang mendorong untuk

merancang dan menganalisa suatu sistem identifikasi sidik jari menggunakan *filter Gabor* dan *Fuzzy Logic* yang dioptimasi dengan algoritma genetika.

1.2 Perumusan Masalah

Tugas akhir ini membahas tentang performansi sistem dalam mengenali citra sidik jari untuk mendapatkan sistem dengan performansi terbaik. Hal-hal yang akan dianalisa diantaranya :

- Akuisisi citra sidik jari dengan menggunakan *ink* untuk kemudian di-*scan*.
- Perbaikan kualitas citra dan ekstraksi ciri menggunakan filter 2D Gabor Wavelet.
- Pembuatan program aplikasi pengidentifikasi sidik jari menggunakan Logika Fuzzy yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika.
- Pengujian performansi sistem berdasarkan :
 - *Succes Rate* / Akurasi
 - *False Rejection Rate* (FRR)
 - *False Acceptance Rate* (FAR)

Kompleksitas pola sidik jari dan kemiripan antar pola yang satu dengan yang lain menyebabkan sidik jari memerlukan algoritma khusus untuk pengidentifikasiannya. Logika Fuzzy yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika, serta filter Gabor untuk ekstraksi cirinya digunakan dalam tugas akhir ini.



Gambar 1.1 Blok Diagram Sistem secara umum

Proses akuisisi merupakan proses pengambilan citra sidik jari menggunakan tinta. Citra hasil akuisisi tersebut kemudian dijadikan citra masukan sistem dengan format jpeg berukuran 580x320 piksel. Dikarenakan kondisi citra masukan yang kurang bagus akibat tekanan, keringat, ataupun tinta yang menyebar, maka perlu diadakan perbaikan kualitas menggunakan filter *Gabor*. Diharapkan setelah kualitas citra ditingkatkan akan membantu proses pengambilan ciri yang juga menggunakan filter *Gabor*. Setelah ciri dari masing-masing citra diambil, maka dilanjutkan dengan proses pelatihan dan pengujian menggunakan logika fuzzy yang dioptimasi dengan algoritma genetika. Jika sidik

jari yang diujikan dikenali sebagai sidik jari yang telah dilatihkan sebelumnya, maka akan diterima. Sebaliknya jika tidak dikenali maka akan ditolak.

1.3 Tujuan

Hal-hal yang ingin dianalisa pada Tugas Akhir ini:

1. Mengamati citra hasil akuisisi.
2. Memperbaiki kualitas citra melalui proses enhancement menggunakan filter 2D Gabor Wavelet.
3. Mencari ukuran mask yang menghasilkan citra enhancement yang paling baik.
4. Parameter GA yang digunakan dalam proses pelatihan fuzzy-GA
5. Menentukan batas parameter kurva bahu fuzzy set melalui proses optimasi menggunakan algoritma genetika.
6. Melakukan proses pengujian untuk mendapatkan parameter akurasi sistem, FRR, dan FAR.

1.4 Batasan Masalah

Dalam implementasi, tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal :

1. Input sistem adalah citra sidik jari level *grayscale(black and white)*, tanpa derajat kemiringan.
2. Input sistem adalah citra sidik jari bertipe jpg, berukuran 320x580 piksel.
3. Citra sidik jari berada pada bidang berwarna putih.
4. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 310 citra sidik jari (mempunyai titik tengah yang baik), di ambil dari 40 orang, terdiri atas ; 30 citra sidik jari dari orang yang berbeda dengan sepuluh pengambilan (total 300, 150 citra digunakan citra latih dan 150 digunakan untuk citra uji), 10 citra sidik jari uji palsu.
5. Dari ke-30 orang akan dibandingkan pengaruh besarnya ukuran populasi, probabilitas mutasi dan generasi terhadap akurasi sistem pelatihan (*AkurasiGA*). Dan sebagai masukan proses pengujian diambil parameter yang menghasilkan *AkurasiGA* sama dengan atau mendekati 100 %.
6. Penentuan titik tengah sidik jari dilakukan secara manual.
7. Teknik transformasi Wavelet yang akan digunakan hanya jenis filter 2D Gabor Wavelet.

8. Jumlah *fuzzy set* yang digunakan adalah 5 *fuzzy set*.
9. Parameter bentuk *membership function* adalah kurva bahu dioptimasi dengan algoritma genetika untuk menghasilkan *rule fuzzy* yang optimal.
10. Metode *fuzzy* yang digunakan adalah Takagi Sugeno orde nol dengan defuzzifikasi menggunakan LOM (*largest of maximum*).
11. Alat bantu yang akan digunakan adalah Matlab R2006b
12. Program aplikasi yang dihasilkan memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi sidik jari secara *offline* yang telah disediakan di database sebagai citra uji. Database terbatas untuk ibu jari saja.
13. Citra sidik jari yang digunakan terbatas untuk ibu jari saja.
14. Citra latih tidak sama dengan citra uji.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- Studi Literatur
Bertujuan untuk mempelajari dasar teori dari berbagai literatur mengenai pengidentifikasian objek, dalam hal ini sidik jari :
 1. Mempelajari tentang pengolahan citra digital dan pengenalan
 2. Mempelajari tentang filter Gabor Wavelet
 3. Mempelajari tentang logika *fuzzy* dan algoritma genetika untuk optimasi sistem identifikasi.
- Pengumpulan data
Bertujuan untuk mendapatkan citra sidik jari yang akan digunakan sebagai masukan sistem.
- Studi pengembangan aplikasi
Bertujuan untuk menentukan metodologi pengembangan sistem yang digunakan dan melakukan analisa perancangan.
- Implementasi program aplikasi
Bertujuan untuk melakukan implementasi metode pada program aplikasi sesuai dengan rancangan yang telah dilakukan.
- Analisa performansi
Bertujuan untuk melakukan analisa performansi sistem dengan parameter tingkat keberhasilan penerimaan dan tingkat keberhasilan penolakan.

- Pengambilan kesimpulan.
Bertujuan untuk menarik kesimpulan setelah dilakukan percobaan identifikasi sidik jari.

1.6 Sistematika penulisan

Tugas akhir ini akan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Pada bab ini akan dipaparkan berbagai dasar teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, diantaranya tentang teori pengenalan pola, filter *Gabor Wavelet*, dan konsep fuzzy serta teori dasar algoritma genetika

BAB III Perancangan Sistem dan Simulasi

Bab ini membahas tentang proses perancangan tahap *pre-processing*, *feature extraction*, proses pelatihan/ fuzzifikasi yang dioptimasi oleh algoritma genetika dan proses pengujian pola tanda sidik jari menggunakan metode *fuzzy*.

BAB IV Analisa dan Hasil Simulasi

Berisikan analisa terhadap hasil yang diperoleh dari tahap perancangan sistem dan simulasi.

BAB V Simpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dari hasil analisa dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap pengujian sistem identifikasi tanda tangan menggunakan logika fuzzy yang dioptimasi dengan algoritma genetika dan gabor wavelet, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Filter Gabor pada proses enhancement menggunakan mask dengan ukuran 11×11 . Untuk penentuan *Range Of Interest* (ROI), digunakan jumlah *concentric band* (B) 4, lebar *concentric band* (b) 20, dan jumlah sektor (k) 16. Sedangkan filtering dilakukan dengan 8 arah orientasi yang berbeda. Total nilai ciri yang diperoleh untuk satu sidik jari adalah sejumlah ($B \times k \times 8$) 512 ciri.
2. Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah parameter hasil pelatihan yang menghasilkan *AkurasiGA* 100 %, yaitu ukuran populasi (UkPop) 50, probabilitas pindah silang (Psilang) 0,8, probabilitas mutasi (Pmutasi) 0,02, dan maksimum individu (MaxG) 200.
3. Dari hasil proses pengujian terhadap sistem identifikasi sidik jari diperoleh tingkat akurasi sistem berupa tingkat keberhasilan pengenalan sebesar 74,67 % dan tingkat keberhasilan penolakan terhadap citra uji di luar pelatihan sebesar 100 %.
4. Proses pengujian terhadap citra yang mengalami rotasi sebesar $5 - 45^\circ$ menghasilkan akurasi sebesar 0 %, sehingga sistem dinyatakan tidak mampu mengidentifikasi citra yang ter-rotasi.
5. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pengenalan pola sidik jari dari awal hingga teridentifikasi adalah antara 3,1847 – 3,541 detik (waktu proses selengkapnya pada Tabel 4.9).

5.2 Saran

Untuk penelitian yang lebih lanjut, hal-hal yang perlu diperhatikan:

1. Penggunaan *scanner* sidik jari khusus, agar citra sidik jari hasil akuisisi yang diperoleh mempunyai kualitas yang lebih baik.
2. Menggunakan metode ekstraksi ciri selain Gabor Wavelet untuk mendapatkan hasil ekstraksi ciri yang benar-benar berbeda antar pola.
3. Dapat diimplementasikan untuk citra sidik jari dengan jumlah yang lebih banyak dan dengan kemiringan tertentu.
4. Penambahan jumlah *fuzzy set* untuk perbaikan akurasi sistem.
5. Meminimalkan waktu pelatihan pada proses optimasi dengan algoritma genetika
6. Diimplementasikan secara real time.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiguna, “*Algoritma Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Adaptive Resonance Theory Dan Filter Gabor*”, STT Telkom Bandung, 2006.
- [2] Burrus, Sidney et.al, “*Introduction To Wavelets And Wavelet Tranforms*”, Prentice-Hall. Inc., 1998.
- [3] Goldberg, DE, “*Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*”, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- [4] Jang, Sun, and Mizutani, “*Neuro-Fuzzy And Soft Computing*”, Prentice-Hall. Inc., 1997.
- [5] Kris. Andreas, “*Identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Filter 2D Gabor Wavelet Dan Jaringan Saraf Tiruan Adaptive Resonance Theory*”, STT Telkom Bandung, 2006.
- [6] Kusumadewi, Sri, “*Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*”, Graha Ilmu, 2003.
- [7] Kusumadewi, Sri, “*Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*”, Graha Ilmu, 2004.
- [8] Polikar, Robi. *The Wavelet Tutorial*. Departement of Electrical and Computer Engineering, Rowan University. 1995
- [9] Suyanto, “*Algoritma Genetika dalam MATLAB*”, Penerbit ANDI Yogyakarta, 2005.
- [10] Vimalakirti, Retno, “*identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Logika Fuzzy Dioptimasi Dengan Algoritma Genetika*”, STT Telkom Bandung, 2006.
- [11] Yang, Jianwei et.al, “*A modified gabor filter design method for fingerprint image enhancement*”, Chinese Academy of Sciences, 2003.