

# PENGEMBANGAN ANTARMUKA GRAFIS *AUTOMATED FINGERPRINT IDENTIFICATION* SYSTEM BERBASIS OPEN SOURCE

Agung Riyadi, Dwi Handoko, Anto Satriyo Nugroho, Made Gunawan

Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi  
Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340, Indonesia

## Abstract

*The objective of this study is to develop Graphical User Interface (GUI) based on fingerprint recognition software obtained from National Institute of Standards and Technology (NIST). NIST has developed an Open Source application with biometrics modules such as fingerprint classification, minutiae extraction, minutiae match/identification, fingerprint quality determination, and image format conversion tools. Despite of the variety of features provided, the application does not have graphical user interface, not user-friendly, and does not have connection with database. In this paper, we reported our efforts to develop graphical user interface for this application with open source application, based on Linux operating system, mysql database. The accuracy and computational complexity of the system was evaluated using 5419 samples from mysql database and bozorth algorithm.*

Keywords: Klasifikasi, Minutia, Pcasys, Mindtct, Bozorth3

## 1. Pendahuluan

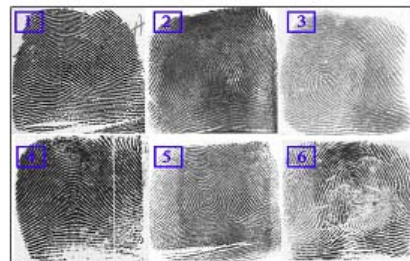
Salah satu Open Source yang mampu menangani AFIS skala besar dikembangkan oleh National Institute of Standard and Technology (NIST) dan dinamakan NIST Biometric Image Software atau NBIS. NIST adalah sebuah lembaga yang melakukan penelitian dalam fingerprint biometrics selama lebih dari sepuluh tahun, mengembangkan riset dalam bidang fingerprint biometrics berdasarkan penelitian Federal Bureau of Investigation (FBI) dan Department of Homeland Security (DHS).

Penggunaan aplikasi NBIS tidak mudah, dan dalam pengoperasiannya masih menggunakan Command Line. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan grafis antarmuka AFIS dalam skala besar agar mudah digunakan.

Dalam penelitian ini, yang akan menjadi tujuan penelitian adalah pembuatan Grafis Antar Muka, koneksi dengan device fingerprint, interaksi dengan database, konversi gambar, membuat display untuk klasifikasi fingerprint dan minutia, menghitung kecepatan proses matching minutia pada ribuan data yang tersimpan dalam database, dan yang terakhir membuat rincian secara statistik berdasarkan klasifikasi.

## 2. Klasifikasi Sidik Jari

Klasifikasi sidik jari digunakan untuk mengelompokkan sidik jari kedalam enam kelas yang ditentukan. Kelas-kelas tersebut adalah Arch, Tented Arch, Left Loop, Right Loop, Scar, dan Whorl (perhatikan gambar 1). Fungsi dari pengelompokan ini adalah untuk memperkecil proses pencocokan minutia pada data dalam skala besar.

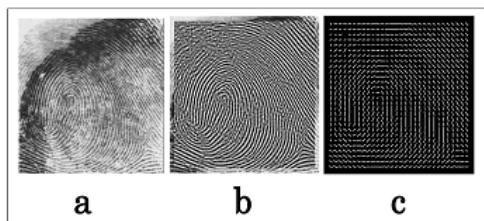


Gambar 1. Klasifikasi fingerprint, (Arch, Left Loop, Right Loop, Tented Arch, Whorl, Scar)

Klasifikasi dilakukan dengan tiga tahap, yaitu:

1. Tahap preprocessing, yang terdiri dari segmentasi, dan Image Enhancement.
2. Tahap ekstraksi, yang terdiri dari Ridge-valley Orientation, dan Registration dengan menggunakan algoritma R92.
3. Tahap klasifikasi, algoritma klasifikasi sidik jari ini menggunakan Probabilistic Neural Network, Multi-layer Perceptron Neural Network, dan Pseudo-ridge Tracer.

Berikut adalah hasil proses dari beberapa tahap klasifikasi. Perhatikan gambar 2.



Gambar 2 : Proses Klasifikasi.  
a). Hasil segmentasi,  
b). Hasil Image Enhancement,  
c). Hasil dari Ridge-valley Orientation.

### 3. Identifikasi Sidik Jari

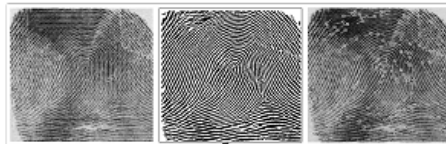
Identifikasi sidik jari dilakukan untuk mencari letak minutia pada citra sidik jari. Minutia adalah sebuah karakteristik sidik jari yang banyak ditemukan pada sidik jari. Pada dasarnya minutia ada dua macam, yaitu percabangan garis (bifurcation), dan garis buntu (Ridge ending). Pada proses identifikasi, minutia-minutia ini akan dicatat lokasinya berdasarkan koordinat (x,y) dan sudut yang membentuk minutia tersebut (theta).

Proses identifikasi ini dilakukan melalui beberapa tahap, seperti, menggenerate image quality maps, binarisasi image, deteksi minutia, dan Count Nighbour Ridges.

Hasil dari ekstraksi minutia ini, digunakan untuk proses matching antara sidik jari penguji dengan sidik jari yang diuji. Proses matching dengan menggunakan algoritma Bozorth3 yang dikembangkan oleh Allan S. Bozorth. Algoritma ini menggunakan proses matching untuk lokasi (x,y) dan sudut orientasi (theta).

Pada dasarnya algoritma ini menggunakan beberapa proses seperti, Construct Intra-Fingerprint Minutia Comparison Tables, Constructan Inter-

Fingerprint Compatibility Table dan Traverse the Inter-Fingerprint Compatibility Table. Hasil dari beberapa prosesnya bisa dilihat di gambar 3.



Gambar 3 : Proses Identifikasi Minutiae  
a). Hasil quality maps,  
b). Hasil binarisasi image,  
c). Hasil minutia detection

### 4. Automated Fingerprint Identification System (AFIS)

Automated Fingerprint Identification System atau AFIS adalah suatu proses matching satu atau banyak fingerprint lain dalam sebuah database dengan menggunakan komputer. Sistem AFIS mencari database untuk beberapa kandidat berdasarkan karakteristik gambar. Karakteristik ini adalah letak garis tepi dan percabangan pada sidik jari, atau yang disebut dengan minutia.

AFIS adalah sebuah sistem pattern recognition yang memiliki tiga tahap yang fundamental yaitu, akuisisi data untuk sidik jari yang direkam, ekstraksi fitur, ekstraksi untuk merepresentasikan sidik jari yang direkam, pengambilan keputusan yang merepresentasikan hasil perbandingan dari sidik jari yang direkam dengan sidik jari yang tersimpan dalam database. Hasil perbandingan itu berupa skor, dimana skor tersebut menjadi dasar penentuan apakah sidik jari itu sama atau berbeda.

### 5. NIST Biometrics Image Software

Dalam penelitian NIST sebelumnya, beberapa aplikasi dijalankan dengan menggunakan shell command, dan menghasilkan output berupa teks. Aplikasi tersebut hanya mensupport image dengan format kompresi wavelet scalar quantization dengan standar NIST/ANSI saja. Image berupa fingerprint tersebut, diolah dan didapatkan klasifikasinya berupa heuristic, didapatkan minutianya berdasarkan lokasi, dan sudut orientasi tiap minutia-nya.

Beberapa aplikasi dari NIST adalah aplikasi untuk klasifikasi Pcasys, Mindtct untuk ekstraksi minutia, Bozorth3 untuk proses matching one-to-one atau one-to-many, dan proses konversi image imgtools. Semuanya dijalankan melalui command line, dengan input image

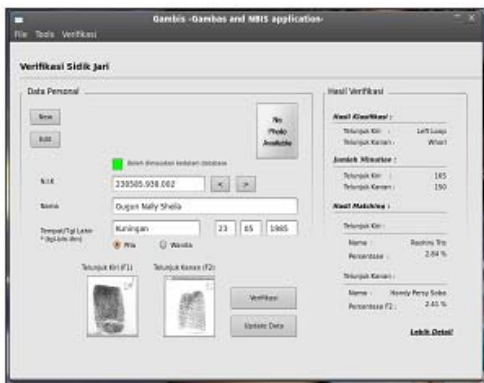
wsq standart NIST/ANSI dan dihasilkan output berupa text.

## 6. Grafis Antarmuka AFIS

Aplikasi Grafis Antarmuka menggunakan bahasa pemrograman Basic, dengan menggunakan Gamas pada Linux, dan terkoneksi ke database mysql atau sqlite. Aplikasi NIST Biometrics Image Software (NBIS) dijalankan dengan perintah shell command dalam gambas lalu hasilnya diproses dengan gambas untuk di tampilkan kelayar, dan diproses kedalam database.

Data personal diisi dengan biodata penduduk yang akan dimasukan sidik jarinya, kemudian citra fingerprint di load dari device fingerprint. Citra tersebut langsung ditampilkan melalui picturebox, kemudian citra tersebut dengan otomatis akan mendeteksi keberadaan minutia, dan hasil klasifikasinya.

Proses verifikasi sidik jari merupakan proses pencocokan minutia dari database yang ada dan mengambil kemungkinan terbesar dari hasil skor pencocokan. Apabila hasil pencocokan lebih dari 30 persen, maka penambahan data baru diizinkan, tapi jika hasil kemiripan dibawah 30 persen, maka penambahan data baru tidak diizinkan. Grafis Antarmuka untuk sistem AFIS dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik antarmuka untuk *Open Source* AFIS

### 6.1 Struktur database

Struktur database adalah menjadi hal yang terpenting untuk pembuatan aplikasi AFIS. Struktur tabel dalam database dibuat seminimal mungkin agar memberikan performa yang lebih baik. Tabel AFIS terdiri dari beberapa komponen penting yaitu, nomor registrasi yang berkaitan dengan kependudukan, kelas1, kelas2, xyt1, dan xyt2 (hasil ekstraksi minutia). Tabel AFIS terkoneksi

dengan tabel kependudukan berdasarkan nomor registrasi (gambar 5).

### 6.2 Manajemen file

Selain database, yang menjadi hal terpenting adalah manajemen file untuk aplikasi NBIS dan aplikasi GUI. Pengaturan file dibagi menjadi tiga bagian, dan tiap bagian tersebut ditandai dengan folder, untuk aplikasi NBIS terdapat di folder NBIS, aplikasi grafis antarmuka terdapat di folder fingerprint, dan untuk file temporary proses NBIS, ada didalam folder gambis. Folder temporer ini sangat penting untuk proses konversi gambar, atau proses pembentukan file hasil ekstraksi minutia dari aplikasi NBIS.

tblpenduduk		tblafis	
- nik	Varchar(15)	- nik	Varchar(15)
- nama	Varchar(30)	- xyt1	LONGBLOB
- tmplahir	Varchar(20)	- xyt2	LONGBLOB
- tglshir	Varchar(10)	- kelas1	Varchar(1)
- alamat	Varchar(40)	- kelas2	Varchar(1)
- foto	LongBlob		

Gambar 5. Struktur tabel hasil klasifikasi fingerprint

### 6.3 Konversi gambar

Pada aplikasi NBIS, banyak terdapat aplikasi konversi cjpeg, djpeg, cwsq dan dwsq. Semua format gambar dari jpeg dan bitmap harus diubah terlebih dahulu kedalam format wsq. Karena aplikasi seperti ekstraksi dan bozorth, menggunakan standart wsq dari NIST. Oleh karena itu, grafis antarmuka didesain untuk otomatisasi konversi dari format gambar jpg ke wsq. Sehingga, citra gambar dari device bisa langsung di identifikasi.

## 7. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membuat data dummy sebanyak 5419 data kedalam mysql database. Dengan struktur minimal seperti diatas. Kemudian data tersebut diklasifikasikan, dan dihitung lamanya proses pencocokan untuk data baru terhadap 5419 data yang sudah ada.

### 7.1 Hasil Klasifikasi

Dari 5.419 data sidik jari di dalam database, sidik jari di klasifikasikan kedalam enam kelompok yaitu Arch, Left Loop, Right Loop, Tented Arch, Whorl dan Scar. Hasil klasifikasi menunjukkan, bahwa sidik jari yang disimpan dalam database, banyak berupa kelas Left Loop,

Right Loop dan Whorl. Seperti pada tabel dibawah ini.

### 7.2 Lama proses matching

Pengujian kecepatan proses pencocokan fingerprint terhadap 5419 data dalam database dihitung dengan shell command pada saat aplikasi bozorth dijalankan. Proses pengujian tersebut menggunakan komputer standar 1 GB RAM dan prosesor 2.2 Ghz Dual Core.

Kelas	Fingerprint Tangan Kiri	Fingerprint Tangan Kanan
Arch	97 ( 0.02%)	108 ( 0.02 %)
Left Loop	1694 (31.26 %)	1628 (30.04 %)
Right Loop	1380 (25.47 %)	1497 (27.63 %)
Tented Arch	170 ( 3.14 %)	177 ( 3.27 %)
Whorl	2068 (38.16 %)	2001 (36.93 %)
Scar	10 ( 0.18 %)	8 ( 0.15 %)
<b>Total</b>	<b>5419</b>	<b>5419</b>

Tabel 01. Tabel hasil klasifikasi fingerprint

Lamanya proses *matching* fingerprint pada 5419 data berkisar antara 0,1 sampai 32,534 sekon bergantung pada klasifikasinya dan jumlah minutia yang tersimpan dalam database dan minutia yang menjadi penguji. Didapatkan proses tercepat 0,146 sekon untuk sidik jari dengan klasifikasi Scar 2 (Tangan Kanan), dan proses terlama 32,534 sekon untuk sidik jari dengan klasifikasi Right Loop 1 (Tangan Kiri).

Kelas	Proses (sekon)	Jumlah Minutia	Jumlah Data
Arch 1	0.903 s	129	97
Arch 2	1.1767 s	208	108
Left Loop	22.003 s	171	1694
Left Loop 2	19.005 s	155	1628
Right Loop 1	32.534 s	225	1380
Right Loop 2	25.289 s	167	1497
Tented Arch 1	1.538 s	298	170
Tented Arch 2	1.657 s	308	177
Whorl 1	16.970 s	328	2068
Whorl 2	11.043 s	141	2001
Scar 1	0.226 s	227	10
Scar 2	0.146 s	412	8

Tabel 2. Hasil pengujian proses matching algoritma Bozorth3

Pada penelitian ini dikembangkan grafis antarmuka AFIS open source, dengan menggunakan aplikasi dari NIST. Performa dari sistem yang dikembangkan, diuji pada 5419 data, dengan identifikasi dua sidik jari, yaitu jari kanan dan kiri.

Agar proses matching berjalan dengan cepat, maka pencocokan sidik jari tidak perlu dilakukan terhadap semua data, melainkan dicocokkan dengan sidik jari yang kelasnya sama. Sidik jari dalam database diklasifikasikan kedalam enam kelas, yaitu Arch, Left Loop, Right Loop, Tented Arch, Scar dan Whorl.

### Referensi

- [1] Komarinski, Peter.2005. Automated Fingerprint Identification Systems (AFIS). Elsevier Academic Press.
- [2] Lee, Henry C dan Gaensslen, R.E.2001. Advanced in Fingerprint Technology 2<sup>nd</sup> edition.CRC Press.
- [3] Watson, I. Craig, dkk.2001. Nist Biometric Image Software export controls, User's Guide. Gaithersburg:National Institute of Standard and Technology.
- [4] \_\_\_\_\_ .2001. Nist Biometric Image Software non-export controls, User's Guide. Gaithersburg:National Institute of Standard and Technology.

**Agung Riyadi**, memperoleh gelar sarjana sains di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2010. Saat ini menjadi peneliti muda di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

**Dwi Handoko**, memperoleh B.Eng, M.Eng pada tahun 1994 dan 1996 dari Miyazaki University, Jepang, dan gelar Dr.Eng pada tahun 2001, dari Shizuoka University Jepang.Tahun2001-2002 bekerja sebagai Post Doc Fellow di Research Institute of Electronics Shizuoka University, Jepang. Sejak 2002 sampai sekarang bekerja di BPPT. Sekarang menduduki Kepala Balai Ipteknet-BPPT.

**Anto Satriyo Nugroho**, menyelesaikan studi S1 (B.Eng), S2 (M.Eng) dan S3 (Dr.Eng), pada tahun 1995, 2000 dan 2003, di Dept. of Electrical & Computer Engineering, Nagoya Institute of Technology, Japan, atas beasiswa Science & Technology Man Power Development Program-II (S1) dan Monbukagakusho (S2, S3).

Sejak tahun 2003 bekerja sebagai professor tamu di School of Computer & Cognitive Science, Chukyo University, Japan. Tahun 2004-2007 bekerja sebagai professor tamu pada School of Life System Science & Technology, di universitas yang sama. Pada tahun 2003-2007 menjadi peneliti pada Institute for Advanced Studies in Artificial Intelligence, Chukyo University, Japan.

Sejak April 2007, bekerja kembali di Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, BPPT Indonesia. Bidang penelitian yang ditekuni meliputi datamining dan image processing, dengan target aplikasi pada masalah dalam remote sensing, bioinformatika, biomedis dan biometrics.

Memiliki sekitar 40 karya ilmiah yang dipublikasikan di berbagai jurnal maupun prosiding seminar internasional dan nasional.

Pada tahun 1999 meraih penghargaan sebagai pemenang pertama kompetisi prediksi meteorologi yang diselenggarakan oleh Neuro Computing Technical Group, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE), Japan. Dr. Anto adalah wakil presiden Indonesian Society for Soft Computing, dan anggota IEEE, memiliki website: <http://asnugroho.net>.

**Made Gunawan**, memperoleh gelar S1 dari TU Delft tahun 1991 dan S2 dari Auckland University tahun 2000 di bidang elektronika. Sejak tahun 1992 - sekarang sebagai peneliti (perekayasa) di BPP Teknologi.