

## JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PENGENALAN CITRA SIDIK JARI PADA SMART HOME

Nur Yanti<sup>1</sup>, Fathur Zaini Rachman<sup>2</sup>, Nurwahidah Jamal<sup>3</sup>, Era Purwanto<sup>4</sup>, Fachrurrozy<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Politeknik Negeri Balikpapan, <sup>4</sup>Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Email: <sup>1</sup>nur.yanti@poltekba.ac.id, <sup>2</sup>fozer85@gmail.com, <sup>3</sup>Nurwahidah.jamal@poltekba.ac.id, <sup>4</sup>era@pens.ac.id,  
<sup>5</sup>ramadhani3381@gmail.com

(Naskah masuk: 04 September 2018, diterima untuk diterbitkan: 15 Oktober 2018)

### Abstrak

Perangkat keamanan dirancang bertujuan sebagai sistem monitoring pada *smart home* seperti memonitoring pengguna laboratorium, perpustakaan, atau ruangan penyimpanan dan meminjamkan peralatan praktek di program studi suatu kampus, ruang penyimpanan senjata, hingga rumah tinggal, memerlukan sekuritas yang lebih baik untuk memudahkan identifikasi pengguna ruangan atau pencegahan dari tindak pencurian, maka dirancang sistem monitoring melalui identifikasi citra sidik jari dengan sensor ZFM60, implmentasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan MySQL. Tujuannya agar di dapat pola yang relevan dari citra dan mengeliminasi informasi atau variabel yang tidak relevan. Metode yang digunakan yaitu *experimental*, terdiri dari pengumpulan data sidik jari, perancangan sistem pengolahan citra, pembuatan, pengujian *hardware* dan *software*, serta implementasi sistem. Hasil proses pengenalan atau klarifikasi citra sidik jari melalui GUI Matlab, nilai *error* hasil pengolahan dan pelatihan citra sidik jari dengan jaringan syaraf tiruan, digunakan sebagai ciri citra dan disimpan sebagai *data base* pada MySQL, kemudian dibandingkan dengan nilai *error* citra sidik jari baru yang di klarifikasi. Nilai citra yang dikenali berada diantara -0,0005 hingga 0,0005, diluar batas tersebut merupakan citra yang tidak dikenali. Selisih (nilai *error*) antara ciri citra yang tersimpan pada *data base* dan ciri citra yang diklarifikasi menghasilkan nilai *error* yang kecil yaitu  $< 0.0005$ , menunjukkan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* lebih baik diimplementasikan pada pengenalan sidik jari untuk melatih pola citra dari sidik jari. Konfigurasi jaringan yaitu maksimal *epoch* = 3000, *learning rate* = 1, *target error* = 0.1, *hidden layer* = 17. Pelatihan jaringan syaraf tiruan pada konfigurasi tersebut menghasilkan nilai *error* terkecil dari ciri citra sebesar 0.0000085.

**Kata kunci:** *jaringan syaraf tiruan, sidik jari, smart home*

## ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR RECOGNITION FINGERPRINT IMAGE ON SMART HOME

### Abstract

The security system that aims as a monitoring system in smart home such as monitoring laboratory users, libraries, or storage rooms and borrowing practical equipment in the study program of a campus, weapons storage room, to a residence, requires reliable securities to facilitate identification of room users or prevention from theft, it is designed a monitoring system through fingerprint image recognition using ZFM60 sensors, artificial neural networks and MySQL. The goal is to get relevant patterns from the image and eliminate irrelevant information or variables. The method used is experimental, consisting of fingerprint data collection, image processing system design, hardware and software manufacturing and testing, and system implementation. The result of the process of recognition or clarification of fingerprint images through the Matlab GUI, the error value of processing and training of fingerprint images with artificial neural networks, is used as a feature of the image and stored as a data base on MySQL, then compared with the error value of the new fingerprint image that is clarified. The recognizable image value is between -0,0005 to 0,0005, beyond this limit is an unrecognized image. The difference (error value) between the characteristics of the image stored in the data base and the clarified image feature produces a small error value of  $< 0.0005$ , indicating a reliable backpropagation artificial neural network is implemented in fingerprint recognition to train the image pattern of fingerprints. Network configuration is maximum epoch = 3000, learning rate = 1, target error = 0.1, hidden layer = 17. Artificial neural network training in the configuration produces the smallest error value of the image characteristics of 0.0000085.

**Keywords:** *artificial neural networks, fingerprints, smart home*

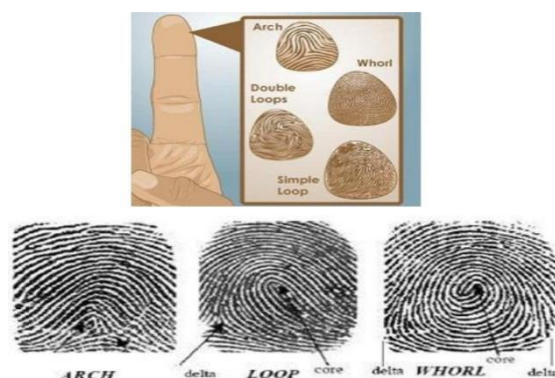
## 1. PENDAHULUAN

Keadaan saat ini, pengamanan ruang merupakan hal yang utama, untuk ruang perkantoran, laboratorium yang terdapat di kampus, ruang penyimpanan senjata militer, pergudangan hingga rumah tinggal memerlukan sistem pengamanan ruang yang handal. Sistem keamanan ruang terus berkembang baik secara hardware maupun software. Dari beberapa teknologi tersebut, yang paling banyak diimplementasikan adalah teknologi RFID yang difungsikan untuk akses pintu ruangan. Seiring dalam penggunaan ternyata ditemukan beberapa kendala oleh pengguna, seperti hilang, lupa dan bahkan penyalahgunaan kartu RFID. Kemudian dilanjutkan lagi dengan teknologi *fingerprint* yang ditambah dengan kemajuan sensor dan mikrokontroler (Fathur et al., 2017).

*Minutiae* dan *artificial neural network* juga merupakan salah satu metode pengenalan pola sidik jari yang bermanfaat pada pengenalan identitas manusia (Sandi et al., 2017).

Dari sistem *fingerprint* atau sidik jari yang berbasis data coding (pengkodean) dengan mikrokontroler sebagai pengolah data, pada penelitian ini dikembangkan sistem pengamanan ruangan dengan sidik jari untuk akses pintu menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* dengan sistem pengolah data MySQL. Sistem cerdas jaringan syaraf tiruan digunakan untuk pengenalan citra sidik jari dan database MySQL untuk menyimpan data sidik jari. Implementasi rancang bangun alat ini untuk suatu ruangan khusus (*smarthome*) dimana orang yang memiliki akses masuk ke ruang tersebut tertentu, seperti pada ruangan khusus penyimpanan peralatan praktek laboratorium, akses masuk *smart library*, dan ruangan lainnya. Tujuan dilakukan pengenalan citra sidik jari dengan jaringan syaraf tiruan agar di dapat pola yang relevan dari citra dan mengeliminasi informasi atau variabel yang tidak relevan. Kemampuan dari jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam mempelajari data kompleks, multi dimensi, dan pemetaan non-linear dari data yang cukup besar sangat baik, sehingga menjadi salah satu pilihan metode untuk digunakan pada sistem pengenalan citra (Ahmad et al., 2016). Hasil prosentase pengenalan pola sidik jari dengan jaringan syaraf tiruan diatas 75% untuk file citra yang sudah dilatih (Rahmawati et al., 2015). Selain *backpropagation*, *Radial Basis Function (RBF)* dengan algoritma *Extreme Learning Machine (ELM)* dan *Orthogonal Least Square (OLS)*, menghasilkan akurasi 100% pada proses training dan 60% pada proses testing, menambah teknik pengenalan citra sidik jari (Ryan et al., 2015). Sidik jari menjadi bentuk populer biometrik karena mudah untuk mengklasifikasikan, memiliki keakuratan, keamanan, dan mudah untuk proses identifikasi dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya, seperti raut wajah, iris mata, dan pola suara. Namun

karena setiap orang memiliki sidik jari yang bersifat unik, proses klasifikasi pola sidik jari relatif rumit dan panjang, sehingga diperlukan algoritma klasifikasi yang efisien, seperti pengembangan pada sistem klasifikasi pola sidik jari menggunakan algoritma *Fuzzy-Learning Vector Quantization (Fuzzy-LVQ)* dan *Fuzzy-Backpropagation*, menghasilkan prosentase kecocokan tertinggi 93.78% untuk kinerja *Fuzzy-LVQ*, sedangkan tertinggi 93.30% kinerja *Fuzzy-Backpropagation* (I Gede et al., 2014). Berbagai program aplikasi dikembangkan untuk pengenalan sidik jari, seperti perancangan program aplikasi berbasis transformasi *wavelet* dan *backpropagation* jaringan syaraf tiruan secara *offline*, diaplikasi pada ibu jari tangan kanan, menghasilkan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang dibangun dapat mengenali 80% data sidik jari yang dilatihkan dan 65% data sidik jari yang diujikan terdistorsi (Wikaria dan Alexander, 2012). Gambar 1 menunjukkan pola sidik jari.



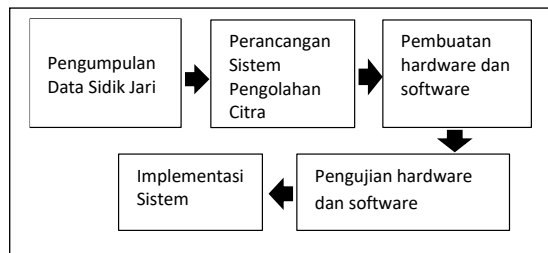
Gambar 1. Pola sidik jari

Pola sidik jari dibagi dalam tiga kategori yaitu *whorl* (melingkar), *loop* (melereng), *arch* (mengalir). Jaringan syaraf tiruan (*neural network*) bekerja memproses informasi berdasarkan cara kerja otak manusia dengan melakukan proses *training* dan *testing* melalui perubahan bobot (*synapses*), dan pengenalan berbasis data masa lampau. Data masa lampau dipelajari, sehingga menghasilkan keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari (masa akan datang).

MySQL merupakan administrasi basis data, digunakan untuk berbagai keperluan terkait aplikasi berbasis web seperti *website* dinamis dan *e-commerce*.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *experimental*, yaitu menunjukkan alur kegiatan dalam penelitian dari proses pengumpulan data, pengolahan data hingga kesimpulan. Metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode penelitian

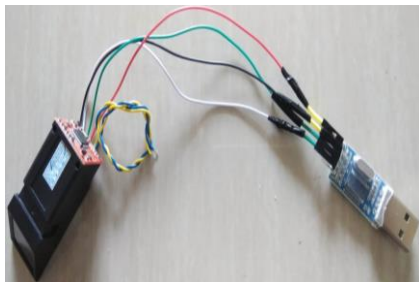
Metode penelitian pada gambar 1 menjelaskan sebagai berikut: Pengumpulan data sidik jari, merupakan proses pengambilan data berupa sidik jari, dan menjadi database; Perancangan Sistem pengolahan citra, merupakan proses akuisisi citra (*image acquittion*) yaitu proses pengambilan citra sidik jari; Pembuatan hardware dan software yaitu membuat hardware berupa rangkaian sensor sidik jari dan *adapter converter*, jaringan syaraf tiruan antarmuka pada GUI Matlab, serta sistem database; Penguian hardware dan software, yaitu melakukan pengujian terhadap rangkaian sensor sidik jari yang telah dikoneksikan pada komputer, pengambilan citra sidik jari, proses training jaringan syaraf tiruan untuk pengenalan atau identifikasi sidik jari, pengolahan database; Implementasi sistem merupakan penerapan dan pemanfaatan sistem pengenalan sidik jari pada smarthome untuk tujuan atau kepentingan tertentu.

### 3. PERANCANGAN

Pembahasan ini meliputi hardware berupa perancangan alat, akuisisi citra sidik jari, perancangan antarmuka, pelatihan jaringan syaraf tiruan dan perancangan database.

#### 3.1 Perancangan Alat

Hardware yang digunakan berupa sensor sidik jari dan *adapter converter* USB to RS232 untuk melakukan akuisisi atau pengambilan citra sidik jari. Pada gambar 3 menunjukkan gambar rangkaian dari sensor sidik jari ZFM60 dan *adapter converter* USB to RS232 PI2303HX.

Gambar 3. Sensor sidik jari dan *adapter converter*

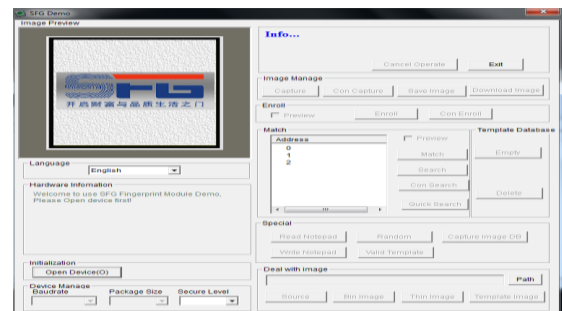
#### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk mengintegrasikan *hardware* berupa sensor sidik jari

ZFM60 dengan sistem digital komputer melalui proses seperti akuisisi citra, antarmuka GUI Matlab, pelatihan jaringan, *database* dan pengenalan citra.

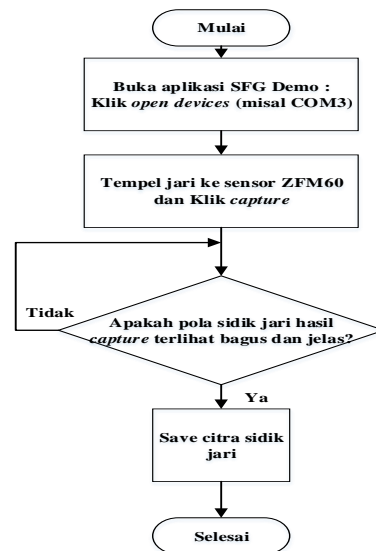
#### Akuisisi Citra Sidik jari

Akuisisi citra (*image acquisition*) merupakan proses pengambilan citra sidik jari. Menggunakan aplikasi SFG Demo untuk mengambil dan menyimpan citra sidik jari ke memori penyimpanan di perangkat komputer. Kemudian citra tersebut akan digunakan pada GUI Matlab untuk dilakukan pengolahan citra. Gambar 4 adalah tampilan awal aplikasi SFG Demo :



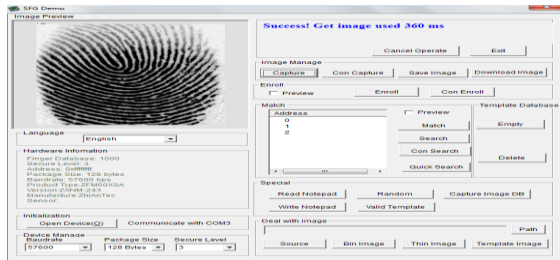
Gambar 4. Tampilan awal SFG Demo

Proses kerja dari akuisisi citra ditunjukkan pada gambar 5 untuk disimpan pada database.



Gambar 5. Diagram alir akuisisi citra

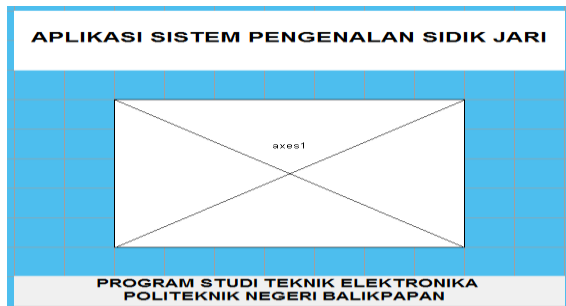
Sistem akuisisi dari citra sidik jari sebagai berikut: letakkan jari ke sensor dan klik *capture* untuk menampilkan citra sidik jari pada aplikasi SFG Demo, serta simpan citra sidik jari tersebut kedalam suatu *folder* di penyimpanan perangkat komputer. Adapun hasil pengambilan citra sidik jari dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Capture sidik jari

### Perancangan Antarmuka GUI Matlab

Program antarmuka dirancang menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) dari Matlab. Program ini dirancang memiliki 3 buah *form*, yaitu *form* awal, *form* pelatihan dan *input* data personel, serta *form* klarifikasi. Gambar 6 menunjukkan *form* awal untuk menampilkan label, nama dan logo institusi.

Gambar 7. Tampilan *form* awal

Bentuk tampilan *form* pelatihan jaringan dan *input* data personel ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Tampilan *form* pelatihan jaringan dan input data personel

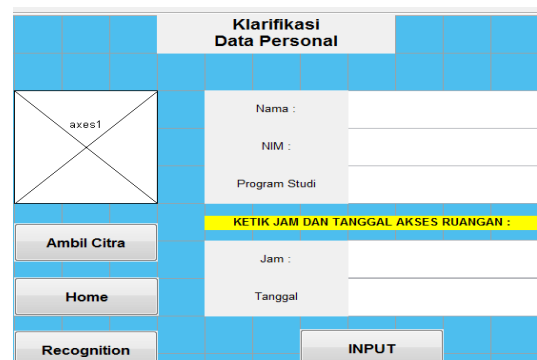
Alur kerja untuk tampilan sistem *form* pelatihan, ditunjukkan pada Gambar 9.

Berikut ini adalah penjelasan tahapan-tahapan pada Gambar 9 diagram alir cara kerja *form* pelatihan :

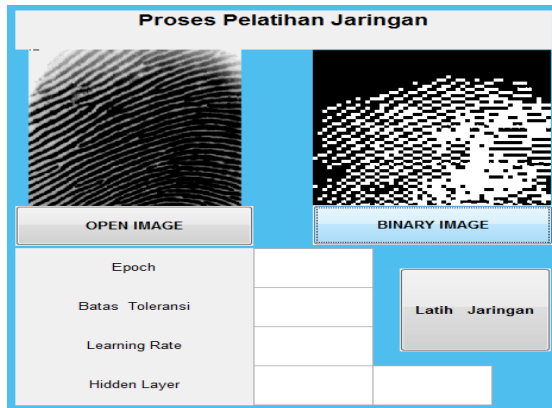
- Pengambilan citra sidik jari dilakukan dengan menekan tombol *push button open image* dan akan ditampilkan pada *axes*.

Gambar 9. Diagram alir cara kerja *form* pelatihan

- Citra yang telah diambil akan melalui proses pengolahan citra dengan menekan *push button binary image* seperti pengubahan citra *grayscale* ke biner menggunakan fungsi *threshold*, mengubah ukuran citra yang berukuran 256x288 pixel menjadi 50x50 pixel, dan mengubah citra menjadi nilai matriks.
- Setelah nilai matriks dari citra, harus melakukan input nilai *epoch*, batas toleransi atau *error*, *learning rate*, dan *hidden layer*.
- Pelatihan jaringan dilakukan dengan menekan *push button* latih jaringan untuk mendapatkan nilai *error*.
- Input nilai *error* yang telah didapatkan melalui proses pelatihan jaringan dan data diri personel dengan menuliskannya pada *edit text* dengan menekan *push button input data*. Nilai *error* dan data diri personel tersebut akan disimpan pada database MySQL dan dapat dilihat pada tabel di PhpMyAdmin. Gambar 10 menunjukkan *form* klarifikasi.

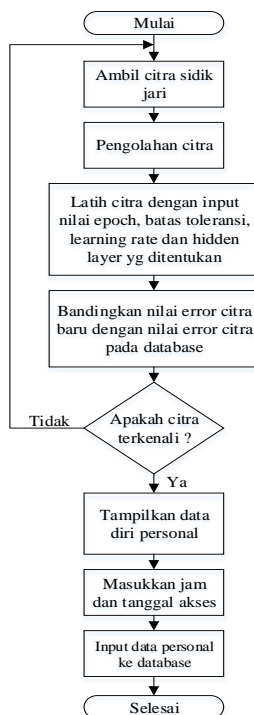
Gambar 10. Tampilan *form* klarifikasi

Pada Gambar 11 adalah hasil pengambilan dan pengolahan citra pada *form* GUI Matlab :



Gambar 11. Hasil pengolahan citra sidik jari

Alur kerja untuk sistem *form* klarifikasi dari pengenalan citra sidik jari ditunjukkan pada Gambar 12.

Gambar 12. Diagram alir cara kerja *form* klarifikasi

Berikut ini adalah penjelasan tahapan-tahapan pada Gambar 12 diagram alir cara kerja *form* klarifikasi :

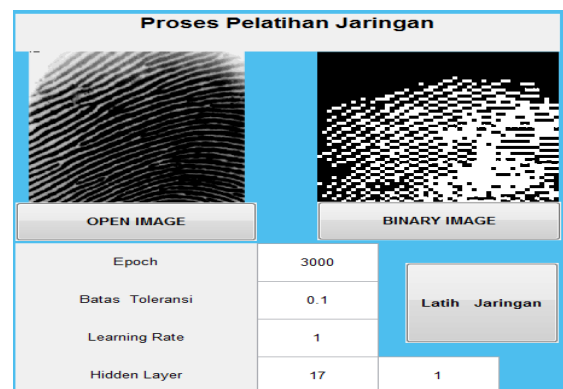
- Melakukan pengambilan citra sidik jari baru yang akan digunakan untuk pengenalan citra.
- Citra baru yang telah diambil akan melalui proses pengolahan citra kembali seperti *form* pelatihan dan input data personel.
- Citra dilatih dengan nilai *epoch*, batas toleransi, *learning rate* dan *hidden layer* yang sama agar bias mendapatkan nilai *error* yang sama atau tidak jauh berbeda.
- Membandingkan nilai *error* citra baru dengan nilai *error* citra yang telah tersimpan pada database. Jika citra terkenali, maka akan muncul

data personel tersebut pada *edit text*. Jika citra tidak terkenali, maka data diri personel tersebut tidak akan muncul pada *edit text*.

- Ketik tanggal akses masuk ruangan ke *edit text* dan kemudian klik *push button input* untuk memasukkan tanggal akses dan data diri personel tersebut ke database.

### Pelatihan Jaringan

Tahap pelatihan jaringan yang menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* ini bertujuan untuk mendapatkan nilai bobot dan bias arsitektur terbaik pada jaringan yang akan digunakan pada tahap pengenalan citra. Dalam proses ini, data matriks hasil pengolahan citra akan digunakan untuk melakukan pembentukan dan pelatihan jaringan untuk mendapatkan nilai *error* jaringan. Nilai *error* jaringan tersebut akan digunakan untuk pengenalan citra. Untuk mendapatkan nilai *error* tersebut, ada beberapa hal yang harus di perhatikan seperti *hidden layer*, *epoch*, batas toleransi dan *learning rate*. Proses *input* nilai *hidden layer*, *epoch*, batas toleransi dan *learning rate* ditunjukkan pada Gambar 13.

Gambar 13. Proses input nilai *epoch*, batas toleransi, *learning rate* dan *hidden layer*

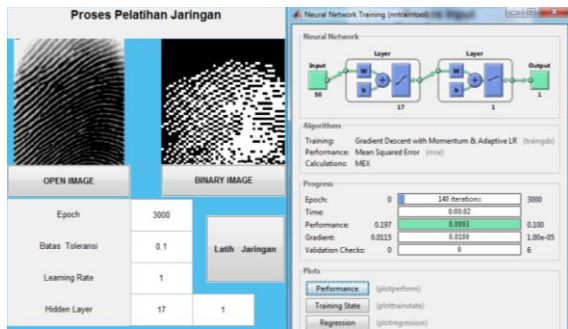
Setelah memasukkan nilai bobot dan bias, langkah selanjutnya adalah menekan tombol *push button* latih jaringan pada *form* tersebut. Kemudian akan muncul sebuah tampilan seperti Gambar 14 yang akan menampilkan proses pelatihan jaringan tersebut hingga mencapai salah satu nilai dari *epoch* atau batas toleransi yang telah ditentukan.

Pada gambar dibawah dapat di amati bahwa proses *training* berhenti pada nilai *epoch* = 140 iterasi, dan batas toleransi atau nilai *error* yang dihasilkan sebesar 0,0893. *Error* yang tercapai sebesar 0.0893 telah mencapai nilai target *error*, karena nilai *error* mencapai dibawah atau lebih kecil dari parameter nilai *error* 0,1 yang telah ditetapkan.

### Perancangan Database

Database yang digunakan adalah database MySQL dengan menggunakan tabel yang ada pada PhpMyAdmin.





Gambar 14. Proses pelatihan citra sidik jari

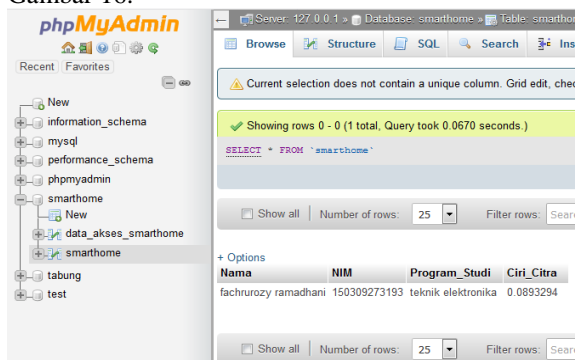
Menggunakan dua tabel pada PhpMyAdmin, yaitu tabel untuk data diri personel dan tabel untuk data akses *smarthome*. Proses *input* data personal ini bertujuan memudahkan untuk melihat informasi data diri dari personal yang akan mengakses ruangan (*smarthome*). Pada GUI Matlab, data-data personal yang akan di masukkan dalam database MySQL adalah berupa Nama, NIM, Program Studi, serta Ciri Citra (nilai *error*) jaringan hasil dari pengolahan dan pelatihan citra sidik jari dari personal, menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Proses *input* data personal dapat dilihat pada Gambar 15.

Nama :	fachrurozy ramadhani
NIM :	150309273193
Program Studi :	teknik elektronika
Ciri Citra	0.0893294

**Input Data**

Gambar 15. Proses *input* data personal dari GUI Matlab

Hasil input data ke database dapat dilihat pada Gambar 16.

Gambar 16. Hasil *input* data personal ke database

Data personal yang telah tersimpan tersebut akan di gunakan pada form klarifikasi untuk dilakukan pengenalan sidik jari.

### Pengenalan Citra Sidik Jari

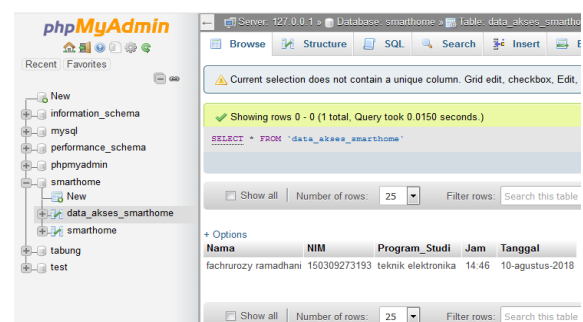
Pengenalan citra sidik jari ini bertujuan untuk mengetahui data personal yang akan mengakses

ruangan. Pengenalan sidik jari tersebut di lakukan pada *form* pelatihan dan input data personal seperti pada Gambar 17.

<b>Klarifikasi Data Personal</b>	
Nama :	fachrurozy ramadhani
NIM :	150309273193
Program Studi :	teknik elektronika
<b>KETIK JAM DAN TANGGAL AKSES RUANGAN :</b>	
Jam :	14,46
Tanggal :	10-agustus-2018
<b>INPUT</b>	

Gambar 17. Pengenalan dan input data personal ke database

Gambar 18 menampilkan hasil *input* jam, tanggal akses ruangan dan data diri personal.



Gambar 18. Hasil input jam, tanggal dan data diri personal

















Dalam proses pengenalan citra sidik jari ini telah dilakukan pengujian terhadap beberapa citra sidik jari yang telah diambil melalui aplikasi SFG Demo dan sensor ZFM60. Nilai *error* citra sidik jari yang telah tersimpan pada database MySQL akan dibandingkan dengan nilai *error* citra sidik jari baru yang akan di klarifikasi. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian terhadap 4 citra sidik jari pada GUI Matlab.

Dari Tabel 1, menunjukkan pada saat melakukan proses pengenalan atau klarifikasi citra sidik jari terdapat 3 citra yang terkenali dan 1 citra yang tidak terkenali. Untuk citra sidik jari yang tidak terkenali, menunjukkan perbedaan nilai *error* yang cukup besar antara kedua nilai *error* citra yang tidak terkenali tersebut, yaitu sebesar 0,0015444. Pada program GUI Matlab, nilai *error* untuk citra yang dapat dikenali berada di antara -0,0005 hingga 0,0005.

## 4. KESIMPULAN

Pengenalan sidik jari menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation*, menghasilkan nilai *error* yang kecil yaitu  $< 0.0005$ , hal ini menunjukkan jaringan syaraf tiruan handal

Tabel 1. Hasil pengujian klarifikasi sidik jari

No	Citra yang tersimpan pada database			Citra yang akan di klarifikasi			Nilai error	Hasil
	Citra asli	Citra biner	Ciri citra	Citra asli	Citra biner	Ciri citra		
1.			0.0893294			0.0889787	0.0003507	Terkenali
2.			0.0984088			0.0979422	0.0004666	Terkenali
3.			0.0998038			0.0997953	0.0000085	Terkenali
4.			0.0950008			0.0965452	0.00154444	Tidak terkenali

diimplementasikan pada pengenalan sidik jari untuk melatih pola citra dari sidik jari. Konfigurasi jaringan yaitu maksimal *epoch* = 3000, learning rate = 1, target *error* = 0.1, hidden layer = 17. Pelatihan jaringan syaraf tiruan pada konfigurasi tersebut menghasilkan nilai error terkecil dari ciri citra sebesar 0.0000085. Nilai *error* dari masing-masing citra sidik jari juga dipengaruhi oleh proses akuisisi atau pengambilan citra sidik jari, sehingga sebaiknya sensor sidik jari dirancang dengan desain yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- RACHMAN, F.Z., ARMIN, A., YANTI, N., HIDAYATI, Q. (2017). Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Zigbee Menggunakan Topologi Mesh Pada Pemantauan Dan Kendali Perangkat Ruang. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(3), 201-206. DOI: <http://dx.doi.org/10.25126/jtiik.201743438>.
- WULANDARI, S.T., ERNAWATI, W., PURWANDARI, E.P. (2017). Aplikasi Biometrika Pengenalan Citra Sidik Jari Dengan Metode *Minutiae* Dan *Artificial Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Rekursif*, 5(1), 107-120.
- SETIAWAN, A.F., AGUNG, A. K., (2016). Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Analisa Karakteristik Seseorang. *Jurnal Antivirus: Jurnal Ilmiah dan Teknik Informatika*, 10(2), 50-55. DOI: <https://doi.org/10.30957/antivirus.v10i2.162>
- HUSEN, R., SUTIKNO, T., PUJANTA, A., (2015). Pengenalan Pola Sidik Jari Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, 1(1), 1-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.26555/jiteki.v1i1.2259>
- WAHYUNI, R., SOESANTO, O., MULIADI, M., (2015). Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Pola Sidik jari. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 2(1). 74-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/klik.v2i1.19>
- PUTRA, I.G.S.E., PUTRA, I.K.G.D., BAYUPATI, P.A., (2014). Klasifikasi Sidik Jari dengan Metode Fuzzy-Learning Vector Quantization dan Fuzzy-Backpropagation. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO) 22 September 2014*. 359-365.
- GAZALI, W., GUNAWAN, A.A.S., (2012). Analisis dan Pembuatan Sistem Pengenalan Sidik jari Berbasis Komputer di Polda Metro Jaya. *Jurnal Mat Stat*, 12(1).55-65

*Halaman ini sengaja dikosongkan*