

Optimalisasi Identifikasi Sidik Jari Menggunakan Metode *Neural network* pada Sistem Keamanan Sepeda Motor

Sumantri K. Risandriya^{1*} dan Alan Burhannudin¹

¹Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: sumantri@polibatam.ac.id

Abstrak—Tingkat pencurian sepeda motor setiap tahunnya cukup tinggi. Penyebab maraknya pencurian sepeda motor karena lemahnya sistem keamanan pada sepeda motor. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem yang bisa mengatasi pembobolan sepeda motor, salah satunya dengan membuat sistem keamanan pada sepeda motor. Sistem keamanan yang sedang berkembang adalah menggunakan sidik jari. *Finger print* atau sidik jari manusia memiliki karakteristik yang berbeda di setiap individu. Untuk dapat memanfaatkan sidik jari sebagai alat autentifikasi digunakan *finger print scanner* Sensor. Namun, terkadang masih ada *error* yang terjadi pada proses pengenalan diakibatkan oleh masalah spesifikasi sensor yang kurang akurat. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan membuat suatu system keamanan motor menggunakan sidik jari yang diintegrasikan dengan algoritma *neural network*. Algoritma *neural network* digunakan untuk mengoptimalkan proses pengenalan citra sidik jari, sehingga akan mengurangi *error* pada proses identifikasi. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem keamanan sepeda motor menggunakan sidik jari yang terintegrasi dengan algoritma *neural network*, sehingga sepeda motor hanya dapat dihidupkan oleh pemilik motor.

Kata kunci : *finger print*, *neural network*, mikrokontroler, kendaraan motor

I. PENDAHULUAN

TINGKAT pencurian sepeda motor setiap tahunnya cukup tinggi. Penyebab maraknya pencurian sepeda motor karena lemahnya sistem keamanan pada tempat parkir dan sistem keamanan pada sepeda motor. Sistem keamanan yang diterapkan dalam tempat parkir sudah cukup baik, namun pada kendaraan sepeda motor masih harus diperbaiki.

Sidik jari merupakan salah satu biometrik yang banyak digunakan untuk sistem keamanan. Sidik jari tersusun dari *ridge* dan *valley* pada permukaan ujung jari. Susunan ini

membentuk ciri-ciri unik yang disebut *minusi*. Setiap orang memiliki pola *minusi* yang berbeda-beda dan juga pola *minusi* ini bersifat permanen, artinya pola sidik jari tidak akan berubah sampai kapan pun kecuali terjadi kecelakaan yang merusak susunan *ridges* dan *valleys*. Sehingga, sidik jari ini bisa digunakan sebagai alat untuk identifikasi dan akses kontrol pada saat menghidupkan motor dengan tingkat keamanan yang cukup tinggi.

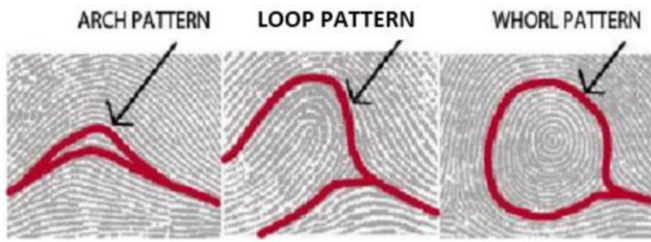
Neural network adalah metode yang prinsip kerja dan arsitekturnya sama dengan prinsip kerja neuron (sel saraf manusia). Neuron terdiri dari beberapa komponen utama seperti dendrit, akson badan sel dan sinapsis. Pada arsitektur *neural network* terdapat juga representatif dari dendrit, badan sel, akson dan sinapsis. Sehingga *neural network* mempunyai kemampuan seperti otak manusia yaitu mengidentifikasi, mengklasifikasi, memprediksi, dan lain-lain dengan cara belajar mengenali kondisi yang ada. Prinsip pembelajaran pada *neural network* adalah dengan memberikan masukan (*impulse*) dan memberikan target nilai. Jika nilai keluaran dari *neural network* tidak sesuai dengan nilai target, maka kesalahan yang terjadi akan disalurkan kembali ke setiap neuron untuk memperbaiki nilai dari bobot (sinapsis) di setiap masukan. sistem akan terus belajar dari kesalahan dengan sampai tidak ada kesalahan antara nilai keluaran dan nilai target.

Dari permasalahan di atas penulis akan membuat suatu sistem keamanan sepeda motor menggunakan sidik jari dengan memanfaatkan algoritma *neural network*, di mana motor hanya bisa dihidupkan oleh pemilik motor pribadi saja.

II. LANDASAN TEORI

A. Sidik Jari

Karakteristik sidik jari merupakan gabungan dari pola bukit (*ridge*) dan lembah (*valley*). Bentuk dari bukit dan lembah merupakan kombinasi dari faktor genetika dan faktor lingkungan arah dalam pembentukan kulit pada janin, namun pembentukan sidik jari pada kulit itu sendiri merupakan suatu kejadian acak (*random*). Inilah yang menjadi salah satu alasan mengapa setiap jari seseorang memiliki sidik jari yang berbeda dengan orang lain, bahkan pada kembar identik [1].



Gambar 1. Pola utama sidik jari

Sidik jari (*finger print*) dapat dibagi dalam 3 tips pola utama, yaitu *arches*, *loops*, dan *whorls* (Gambar 1). Tipe *loops* merupakan pola yang paling banyak ditemukan. Menurut Galton, sekitar 60% sidik jari bertipe *loops*, 30% bertipe *whorls* dan 10% bertipe *arches*.

B. Sensor Sidik Jari

Sensor sidik jari (Gambar 2) adalah perangkat elektronik yang digunakan sebagai *scanner* sidik jari. Pada pembuatan tugas akhir ini, sensor sidik jari yang digunakan adalah sensor sidik jari optikal. Sensor ini dapat mendeteksi sidik jari dengan verifikasi yang sangat sederhana. Di dalam sensor sidik jari optikal tertanam *chip* sebagai otak utama yaitu berupa DSP (*Digital Signal Processor*) yang melakukan *image rendering*, kemudian mengkalkulasi, *feature-finding* dan terakhir *searching* pada data yang sudah ada.

Keluaran dari sensor ini adalah berupa TTL (*transistor-transistor logic*) *serial* yang memungkinkan dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Produk ini mampu menyimpan data hingga 162 sidik jari pada *flash memory* internalnya.

Sebelum modul sensor ini digunakan, terlebih dahulu harus memasukan data sidik jari. Jika data sidik jari sudah masuk, maka dapat melakukan pencarian pada *sketch* Arduino. Untuk memasukan data sidik jari dapat dilakukan melalui perangkat lunak berbasis Windows, atau pun menggunakan *sketch* Arduino.

C. Arduino Uno

Arduino Uno (Gambar 3) adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (di mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*)), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, konektor listrik, dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan



Gambar 2. Sensor sidik jari

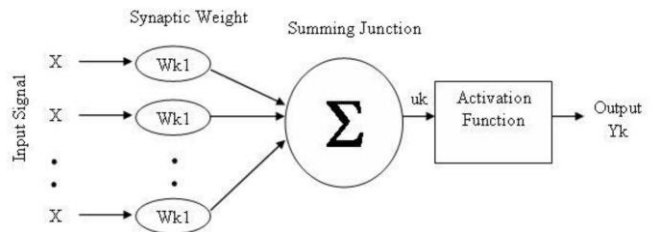


Gambar 3. Board Arduino Uno

untuk mendukung mikrokontroler. Kabel USB atau sumber tegangan didapat dari *adaptor* AC-DC atau baterai [2].

D. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) disusun oleh elemen – elemen pemroses yang berada pada lapisan-lapisan yang berhubungan dan diberi bobot. Dengan serangkaian input di luar sistem yang diberikan kepadanya jaringan ini dapat memodifikasi bobot yang akan dihasilkannya, sehingga akan menghasilkan *output* yang konsisten sesuai dengan input yang diberikan kepadanya. Setiap elemen pemroses melaksanakan operasi matematika yang sudah ditentukan dan menghasilkan (hanya) sebuah harga keluaran dari satu ataupun banyak masukan. Struktur jaringan akan ditunjukkan seperti pada Gambar 4.

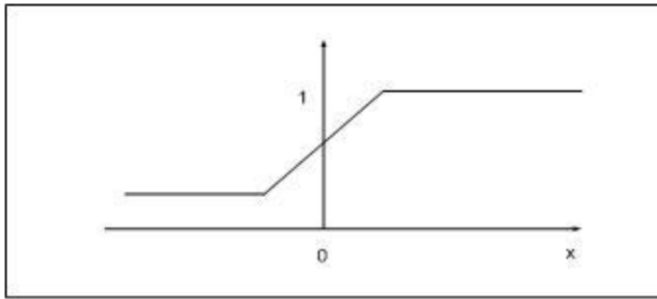


Gambar 4. Struktur jaringan syaraf tiruan

Sebuah pemodelan neuron memiliki masukan X_p sebanyak p , yang berasal dari sel lain atau dari input luar (bukan dari neuron). Selanjutnya setiap input diberi pembobot W_{kp} . Masing – masing input X_p akan dikalikan dengan pembobot W_k yang berkesesuaian. Untuk semua hasil perkalian akan dijumlahkan sebagaimana pada persamaan (1).

$$\mu_k = \sum_{j=1}^p W_{kj} X_j \tag{1}$$

Hasil persamaan tersebut akan menjadi masukan bagi fungsi *aktivasi* untuk mendapatkan tingkat derajat sinyal keluaran pada neuron, di mana terdapat bermacam-macam jenis fungsi *aktivasi*. Untuk jenis fungsi *sigmoid* dapat dideskripsikan dengan persamaan (2) dengan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik fungsi sigmoid

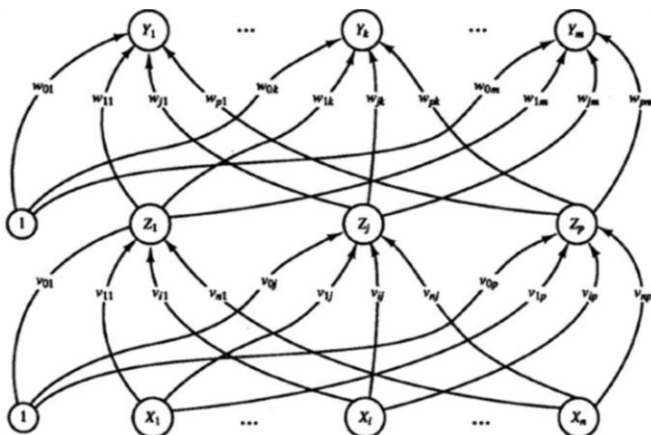
$$Y_k = \frac{1}{1 + \exp(-uk)} \tag{2}$$

Pada umumnya sinyal fungsi aktivasi yang dikeluarkan tiap neuron berbeda, hal ini dikarenakan berbedanya nilai bobot yang diterima tiap neuron berbeda. Pemodelan JST sering dikategorikan menjadi tiga yaitu : *Single layer*, *multilayer* dan *competitive layer*. Namun pada pembahasan kali ini hanya akan dibahas *multilayer*, karena mengingat kaidah pelatihannya menggunakan algoritma *Back-Propagation*.

Jaringan Syaraf Tiruan *Back-Propagation* (JST-BP) merupakan salah satu model jaringan yang populer pada jaringan syaraf tiruan. Model jaringan ini banyak digunakan untuk diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, pengenalan pola dan sebagainya. Pada latihan yang berulang-ulang, algoritma ini akan menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik. Hal ini berarti bahwa “bobot interkoneksi” JST semakin mendekati bobot yang seharusnya [3]. Gambar 6 adalah contoh jaringan syaraf tiruan *Back-Propagation*.

Algoritma belajar *Back-Propagation* terdiri dari dua proses, feed foward dan *Back-Propagation* dari *error*-nya. Selama feed foward masing-masing unit masukkan menerima (*X*) atau sinyal masukkan dari luar dengan menggunakan persamaan (3).

$$Z_In_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \tag{3}$$



Gambar 6. Jaringan syaraf tiruan satu hidden layer

Kemudian sinyal tersebut disebarkan masing-masing unit pada *hidden layer* (*Z*), masing-masing *hidden unit* menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi *sigmoid* dengan menggunakan persamaan (4).

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp(-zin_j)} \tag{4}$$

Setelah sinyal tersebut dikirim ke masing-masing unit pada *output layer* akan menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi *sigmoid* yang akan menghasilkan sinyal keluaran sebagai respon jaringan dengan adanya pemberian pola input tersebut.

Pada propagasi baliknya, masing-masing *output unit* dibandingkan dengan hasil perhitungan aktivasi *Y* dengan nilai target *t* untuk mendapatkan *error*, berdasarkan *error* inilah akan dihitung nilai δ_k . Untuk mendapatkan nilai δ_k digunakan persamaan (5).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(Yin_k) \tag{5}$$

Selanjutnya, harga *error* pada *output unit* akan disebarkan mundur ke masing-masing uni pada *hidden layer*. Selanjutnya *error* tersebut digunakan untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit *output* dengan unit *hidden* dengan menggunakan persamaan (6).

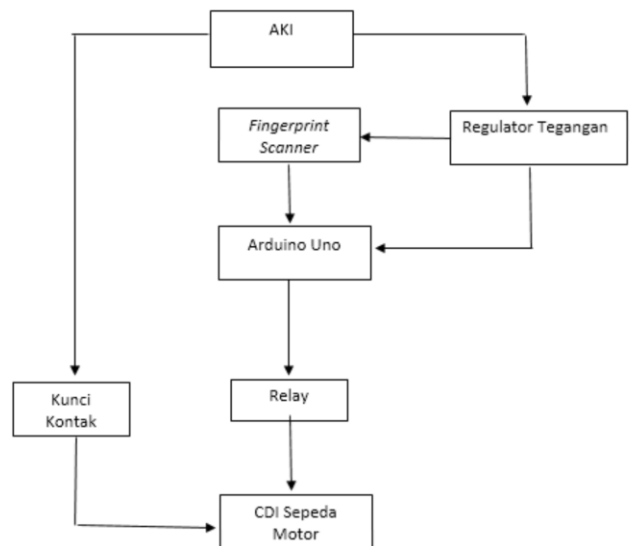
$$V_{jk} = V_{jk}(lama) + \Delta v_{jk} \tag{6}$$

Demikian selanjutnya dicari *error* dari keluaran *hidden* untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit input.

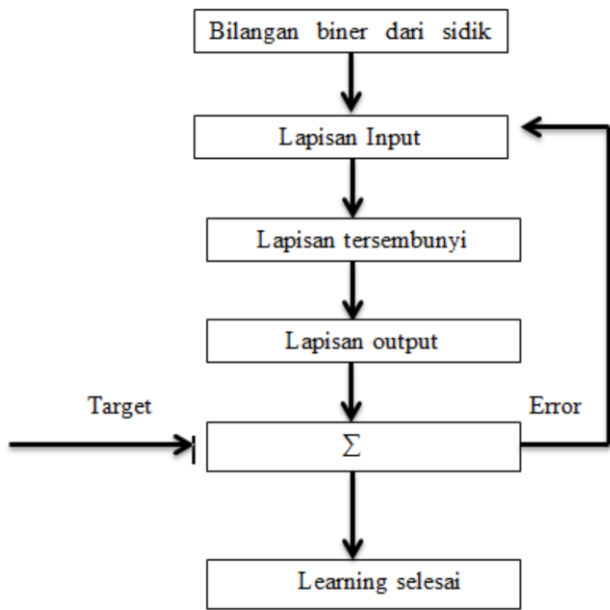
III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Perangkat Keras

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 7, perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah aki, *finger print*



Gambar 7. Diagram blok sistem



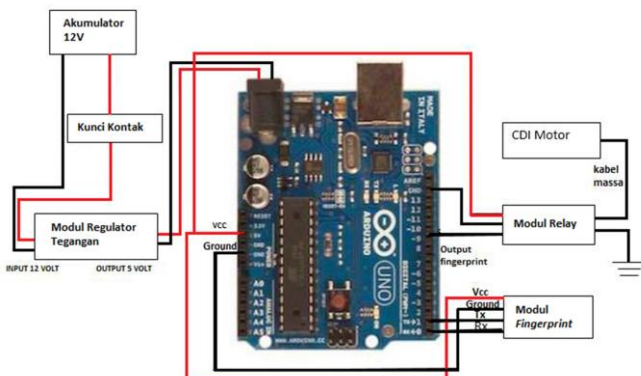
Gambar 8. Proses pembuatan program neural network

sensor, regulator tegangan, Arduino Uno, dan relay.

Sensor *finger print* merupakan bagian yang berfungsi sebagai sistem keamanan pertama yang terkoneksi ke Arduino dengan pin A0 dan A1. Arduino Uno merupakan bagian yang berfungsi sebagai pusat kontrol seluruh sistem sesuai dengan input yang diberikan. Relay merupakan bagian yang berfungsi sebagai saklar yang akan memutuskan dan menghubungkan kelistrikan motor. Relay ini terhubung di Arduino pada pin vcc, ground dan pin digital 6. Regulator tegangan merupakan bagian yang berfungsi sebagai power supply yang memberikan tegangan 5V ke *finger print* dan Arduino. Aki motor merupakan bagian yang berfungsi sebagai sumber tegangan yang memberikan tegangan pada sistem.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dalam penelitian ini adalah membuat program *neural network* di *Microsoft Visual C#* dan Arduino. Algoritma *neural network* digunakan untuk proses pembelajaran mengidentifikasi sidik jari pemilik



Gambar 9. Rancangan pada Arduino Uno

kendaraan. Pada *Microsoft Visual C#*, program digunakan untuk untuk menentukan bobot dan pada Arduino. Bobot tersebut digunakan mengoptimalkan identifikasi sidik jari yang telah diperoleh dari proses *learning* pada *Microsoft Visual C#*. Proses pembuatan algoritma *neural network* dijelaskan pada Gambar 8.

C. Cara Kerja Sistem

Prinsip kerja dari alat dijelaskan pada Gambar 9. Sebelum melakukan *scanning finger*, sidik jari dikenalkan terlebih dahulu menggunakan metode *neural network back-propagation*. *Finger print* yang telah dihubungkan ke Arduino berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan relay. Jika jari yang diletakan di *finger print sensor* sesuai dengan data yang telah dikenali, maka relay akan hidup dan menghubungkan kabel masa CDI. Ketika kabel masa CDI terhubung, maka motor dapat hidup dengan cara distarter atau dengan menggunakan engkol.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pengujian Parameter Learning

Pengambilan data parameter *learning* bertujuan untuk mendapatkan arsitektur JST-BP yang terbaik. Parameter yang diambil adalah *learning rate* (LR), *Mean Square Error* (MSE), dan lapisan neuron .

B. Pengujian Sistem Keseluruhan Alat

Pada tahap ini kita melakukan pengujian sesuai dengan

TABEL I
PERBANDINGAN LR, MSE, ITERASI, DAN WAKTU KOMPUTASI

LR	MSE	Iterasi	Waktu (detik)
0.1	0.01	796	18,10
0.2	0.01	362	8,4
0.3	0.01	244	5,6
0.4	0.01	189	4,4
0.5	0.01	149	3,4
0.6	0.01	121	2,8
0.7	0.01	112	2,6
0.8	0.01	93	2,0
0.9	0.01	82	1,8

TABEL II
PERBANDINGAN HIDDEN NEURON, MSE, ITERASI, DAN WAKTU KOMPUTASI

Hidden Neuron 1	Hidden Neuron 2	MSE	Iterasi	Waktu (detik)
5	2	0,001	15189	361,6
10	4	0,001	8444	200,10
15	6	0,001	5971	142,0
20	8	0,001	4557	108,4
25	10	0,001	2068	49,0

TABEL III
PERBANDINGAN ITERASI, HIDDEN NEURON, MSE, DAN WAKTU KOMPUTASI

MSE	Hidden Neuron 1	Hidden Neuron 2	Iterasi	Waktu (detik)
0,1	2	2	1	0,1
0,01	2	2	160	3,6
0,001	2	2	14895	354,6
0,0001	2	2	1424014	33906,6
0,00001	2	2	2139075	50946,8

TABEL IV
HASIL IDENTIFIKASI SIDIK JARI ORANG PERTAMA

No	Sidik Jari	Respon
1	Ibu Jari Orang Pertama	Motor On
2	Ibu Jari Orang Pertama	Motor On
3	Ibu Jari Orang Pertama	Motor On
4	Ibu Jari Orang Pertama	Motor On
5	Ibu Jari Orang Pertama	Motor On
6	Jari Telunjuk Orang Pertama	Motor On
7	Jari Telunjuk Orang Pertama	Motor On
8	Jari Telunjuk Orang Pertama	Motor On
9	Jari Telunjuk Orang Pertama	Motor On
10	Jari Telunjuk Orang Pertama	Motor On
11	Jari Tengah Orang Pertama	Motor On
12	Jari Tengah Orang Pertama	Motor On
13	Jari Tengah Orang Pertama	Motor On
14	Jari Tengah Orang Pertama	Motor On
15	Jari Tengah Orang Pertama	Motor On
16	Jari Manis Orang Pertama	Motor On
17	Jari Manis Orang Pertama	Motor On
18	Jari Manis Orang Pertama	Motor On
19	Jari Manis Orang Pertama	Motor On
20	Jari Manis Orang Pertama	Motor On
21	Jari kelingking Orang Pertama	Motor On
22	Jari kelingking Orang Pertama	Motor On
23	Jari kelingking Orang Pertama	Motor On
24	Jari kelingking Orang Pertama	Motor On
25	Jari kelingking Orang Pertama	Motor On

TABEL V
HASIL IDENTIFIKASI SIDIK JARI ORANG KEDUA

No	Sidik Jari	Respon
1	Ibu Jari Orang Kedua	Motor Off
2	Ibu Jari Orang Kedua	Motor Off
3	Ibu Jari Orang Kedua	Motor Off
4	Ibu Jari Orang Kedua	Motor Off
5	Ibu Jari Orang Kedua	Motor Off
6	Jari Telunjuk Orang Kedua	Motor Off
7	Jari Telunjuk Orang Kedua	Motor Off
8	Jari Telunjuk Orang Kedua	Motor Off
9	Jari Telunjuk Orang Kedua	Motor Off
10	Jari Telunjuk Orang Kedua	Motor Off
11	Jari Tengah Orang Kedua	Motor Off
12	Jari Tengah Orang Kedua	Motor Off
13	Jari Tengah Orang Kedua	Motor Off
14	Jari Tengah Orang Kedua	Motor Off
15	Jari Tengah Orang Kedua	Motor Off
16	Jari Manis Orang Kedua	Motor Off
17	Jari Manis Orang Kedua	Motor Off
18	Jari Manis Orang Kedua	Motor Off
19	Jari Manis Orang Kedua	Motor Off
20	Jari Manis Orang Kedua	Motor Off
21	Jari kelingking Orang Kedua	Motor Off
22	Jari kelingking Orang Kedua	Motor Off
23	Jari kelingking Orang Kedua	Motor Off
24	Jari kelingking Orang Kedua	Motor Off
25	Jari kelingking Orang Kedua	Motor Off

sistem kerja alat mulai dari membaca data sidik jari dengan algoritma *neural network* sampai menghidupkan motor dengan sidik jari.

C. Analisis

Berdasarkan hasil percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk dapat membuat suatu JST-BP yang optimal dibutuhkan percobaan untuk mengatur parameter *learning*.

Tabel I, Tabel II, dan Tabel III menunjukkan bahwa lamanya proses komputasi untuk mendapatkan bobot yang sesuai dengan *output* yang diharapkan berbanding terbalik dengan jumlah *hidden* neuron. Semakin banyak *hidden* neuron yang dipakai semakin lama proses *learning*. Begitu juga ketika nilai MSE diperkecil maka proses *learning* akan semakin lama proses komputasinya. Namun, dengan kecilnya nilai MSE tingkat keakuratan sistem semakin baik.

Tabel IV dan Tabel V menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma *neural network* pembacaan sidik jari semakin akurat sehingga motor hanya dapat hidup oleh sidik jari yang telah dikenali saja.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sepeda motor hanya dapat hidup oleh jari yang sudah dikenali terlebih dahulu.
- Untuk mendapatkan jaringan *neural network* yang baik, perlu dilakukan percobaan dengan merubah jumlah *hidden layer*, MSE, *Learning rate*, *target error* dan *threshold*.

REFERENSI

[1] J. K. Author, *Sistem Biometrika: Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*. Yogyakarta, Andi Publisher, 2009, pp. 255-264.

[2] N. Kawasaki, "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow," M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan, 1993.

[3] J. K. Author, *Sistem Biometrika: Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*. Yogyakarta, Andi Publisher, 2009, pp. 255-264.