# PREDIAGNOSIS PENYAKIT HIPERTENSI MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*

**Shabrina Al Alifah**
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
sabrina_kudo@yahoo.com
**Yusuf Fuad**
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
unesayfuad2013@yahoo.com

## Abstrak

Salah satu aplikasi kecerdasan buatan yaitu jaringan syaraf tiruan. Salah satu metode pelatihan pada jaringan syaraf tiruan adalah algoritma *backpropagation.* Algoritma tersebut dapat digunakan untuk memprediksi suatu luaran termasuk dalam bidang medis, yaitu untuk mendiagnosis kemungkinan hipertensi dengan bantuan faktor-faktor resiko. Hipertensi merupakan gangguan pada sistem peredarah darah yang dapat menyebabkan kenaikan tekanan darah di atas nilai normal. Jaringan ini dibuat untuk membantu masyarakat untuk mengetahui adanya kemungkinan mengidap penyakit hipertensi atau tidak dengan mudah.

Pada penelitian ini dilakukan prediagnosis penyakit hipertensi menggunakan algoritma *backpropagation.* Sebagai *input* dalam penelitian ini adalah faktor-faktor resiko dari penyakit hipertensi dengan 2 parameter yaitu banyaknya unit lapisan tersembunyi dan *learning rate* dalam 9 percobaan.

Hasil percobaan menunjukan bahwa banyaknya unit lapisan tersembunyi dan *learning rate* berpengaruh pada waktu proses pelatihan dan tingkat akurasi jaringan. Tingkat akurasi tertinggi dari kesembilan percobaan tersebut yaitu 66.67% , yang diperoleh pada percobaan dengan *learning rate* 0.1 dan 6 unit lapisan tersembunyi.

**Kata Kunci:** jaringan syaraf tiruan, backpropagation, hipertensi, faktor resiko.

## *Abstract*

*One of artificial intelligence application is artificial neural network. One of training methods of ANN is backpropagation algorithm. That algorithm can used to predict an output included in medical subject, for diagnose the hypertension possibilities by risk factor. Hipertension is nuisance of blood circulation systems that can affected to increase blood pressure above normal. ANN made to help people detect possibility of hypertension easily.*

*In this study, prediagnosis of hypertension is performed using backpropagation algorithm. The input in this study is risk factor of hypertension with 2 parameters. Those are among of units of hidden layer and learning rate into 9 experiment.*

*The result of this reseach show that among of units of hidden layer and learning rate can affected in time of training proccess and accuracy of network. The highest accuracy of those experiment is 66.67%, when experiment with learning rate 0.1 and 6 units of hidden layer.*

***Keywords:*** *artificial neural network, backpropagation, hypertension, risk factors.*

## I. PENDAHULUAN

Hipertensi merupakan gangguan pada sistem peredaran darah yang dapat menyebabkan kenaikan tekanan darah di atas nilai normal. Hipertensi dapat menyebabkan stroke, gagal jantung, serangan jantung, gagal ginjal, dan gangguan penglihatan. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan pada tahun 2025, terdapat 1,56 juta orang dewasa akan menderita hipertensi.

Oleh sebab itu penyakit hipertensi sangat berbahaya, sehingga penulis tertarik untuk mengkaji tentang prediagnosis penyakit hipertensi. Untuk melakukan prediagnosis, dapat dilakukan dengan salah satu aplikasi kecerdasan buatan dengan menerapkan algoritma *backpropagation.*

Pada beberapa kasus, diagnosa dengan bantuan komputer telah dianggap lebih akurat daripada mendiagnosis secara medis. Dengan teknologi, khususnya penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST), pada kedokteran dapat mengurangi biaya, waktu, dan kesalahan medis.

Pada penelitian ini akan diketahui bagaimana hasil prediagnosis menggunakan algoritma *backpropagation* dan tingkat akurasinya. Selain itu akan dikaji pengaruh

besarnya *learning rate* dan jumlah *neuron* atau unit pada lapisan tersembunyi.

## II. DASAR TEORI

### 2.1. Jaringan Syaraf Tiruan

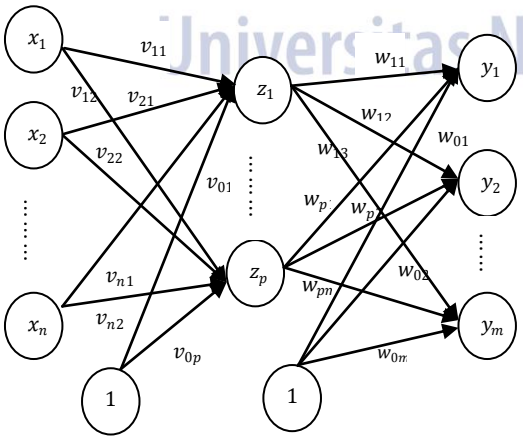
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu pembelajaran (Smith, 2003). Otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak tersebut. Istilah tiruan digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Fausett, 1994). Proses pembelajaran adalah saat dimana jaringan syaraf tersebut mengenal pola atau klasifikasi.

Terdapat 2 jenis proses pembelajaran dalam sistem jaringan syaraf tiruan, yaitu : (1) Pembelajaran terbimbing, yang telah diketahui targetnya dan (2) Pembelajaran tak terbimbing, yang tidak memerlukan target. Sedangkan dalam penelitian ini *back-propagation* merupakan pembelajaran terbimbing.

Jenis arsitektur pada jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut: (1) *Single Layer Network*, yaitu satu lapisan *input* dan *output* dan (2) *Multi Layer Network*, yaitu *Single Layer Network* dengan satu atau lebih lapisan tersembunyi diantara lapisan *input* dan *output*.

### 2.2. JST *Backpropagation*

Propagasi balik merupakan algoritma pembelajaran terbimbing dan biasanya digunakan oleh jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer*) untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya.




Gambar 1 Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Keterangan:

$x_i$ = lapisan *input* , $i = 1,2, \dots, n$

$z_j$ = lapisan tersembunyi (*hidden layer*) , $j = 1,2, \dots, p$

$y_k$ = lapisan *output*, $k = 1,2, \dots, m$

$v_{ij}, w_{jk}$ = bobot penghubung neuron *input* dan *output*

$v_{oj}, w_{ok}$ = bobot penghubung bias

$a$ = banyaknya data pelatihan ($a = 1,2, \dots, l$)

Dalam JST terdapat fungsi aktivasi yang bertujuan untuk membatasi *range* fungsi. Pada penelitian ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar dengan *range* $[-1,1]$ yang didefinisikan sebagai berikut

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1$$

Algoritma *backpropagation* memiliki 3 fase, yaitu fase propagasi maju (langkah 1-3), fase propagasi mundur (langkah 4-5), dan fase perubahan bobot (langkah 6).

Sebelum melakukan algoritma, tentukan terlebih dahulu epoch maksimum, *error* maksimum, dan *learning rate*-nya. Kemudian melakukan inisialisasi bobot. Selanjutnya melakukan algoritma *backpropagation* seperti berikut :

Fase Propagasi Maju (*Feedforward*)

**Langkah 1 :**

Setiap unit *input* $x_i, i = 1,2, \dots, n$ menerima sinyal (informasi) dan disebarkan ke semua unit lapisan tersembunyi.

**Langkah 2 :**

Jumlahkan bobot sinyal *input*

$$z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ij}$$

dengan

$z_{in_j}$ = *output* untuk unit $z_j$

$v_{0j}$ = bias pada unit tersembunyi $j$

$x_i$ = unit ke-i pada lapisan *input*

$v_{ij}$ = bobot yang menghubungkan $x_i$ dengan $z_j$

Kemudia aplikasikan fungsi aktivasi yang digunakan untuk menghitung sinyal *output*

$$z_j = f(z_{in_j})$$

Kemudian kirim sinyal tersebut ke setiap unit lapisan *output*.

**Langkah 3 :**

Jumlahkan bobot sinyal *input*

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^{p} z_j w_{jk}$$

dengan

$y_{in_k}$ = *output* untuk unit $y_k$

UNESA Universitas Negeri Surabaya

$w_{0k}$ = bias pada unit keluaran $k$
$z_j$ = *neuron* lapisan tersembunyi $j$
$w_{jk}$ = bobot yang menghubungkan $z_j$ dengan $y_k$
Aplikasikan kembali fungsi aktivasi yang digunakan untuk menghitung sinyal *output*

$$y_k = f(y_{in_k})$$

Fase Propagasi Mundur

**Langkah 4 :**

Hitung *error* informasi $\delta_k$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

dengan
$\delta_k$ = *error* informasi ke-$k$
$t_k$ = target ke-$k$
$f'(y_{in_k})$ = turunan pertama fungsi aktivasi pada lapisan *output*
Hitung koreksi bobot (untuk memperbaharui bobot $w_{jk}$).

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

dengan
$\Delta w_{jk}$ = perubahan bobot yang menghubungkan lapisan tersembunyi ke-$j$ dan *input* ke-$k$
$\alpha$ = konstanta laju pelatihan (*learning rate*), $0 < \alpha < 1$
Hitung koreksi bias (untuk memperbaharui $w_{ok}$).

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$$

Dan kirimkan $\delta_k$ ke unit-unit lapisan sebelumnya.

**Langkah 5 :**

Jumlahkan hasil perubahan *input* dari unit-unit lapisan berikutnya

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^{m} \delta_k w_{jk}$$

Kalikan dengan turunan fungsi aktivasinya untuk menghitung kesalahan informasi $\delta_j$

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

$\delta_j$ = kesalahan informasi ke-$j$
$f'(z_{in_j})$ = turunan pertama fungsi aktivasi pada lapisan keluaran
Hitung koreksi bobot (untuk memperbaharui $v_{ij}$)

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i$$

$\Delta v_{ij}$ = perubahan bobot yang menghubungkan *input* ke-$i$ dengan lapisan tersembunyi ke-$j$
Hitung koreksi bias (untuk memperbaharui $v_{oj}$).

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j$$

Fase Perubahan Bobot

**Langkah 6 :**

Setiap unit *output* $y_k, k = 1, 2, \dots, m,$ diperbaiki bias dan bobotnya ($j = 0, 1, \dots, p$)

$$w_{jk}(baru) = w_{jk}(lama) + \Delta w_{jk}$$

dimana $\Delta w_{jk}$ merupakan perubahan bobot $w_{jk}$.
Masing-masing unit lapisan tersembunyi ($z_j, j = 1, 2, \dots, p$) diperbaiki bias dan bobotnya ($i = 0, 1, \dots, n$).

$$v_{ij}(baru) = v_{ij}(lama) + \Delta v_{ij}$$

dimana $\Delta v_{ij}$ merupakan perubahan bobot $v_{ij}$.

**Langkah 7 :**

Uji kondisi pemberhentian. Stop jika memenuhi kondisi pemberhentian.

Untuk uji kondisi pemberhentian digunakan *Mean Square Error (MSE)*, dengan ketentuan *MSE* < *MSE* maksimum yang didefinisikan sebagai berikut

$$MSE = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{m} (t_k - y_k)^2$$

Presentase keakuratan hasil diperoleh dengan rumus berikut:

$$P = \frac{Jumlah\ data\ uji\ sesuai\ target}{Jumlah\ data\ yang\ diuji} \cdot 100\%$$

2.3. Hipertensi

Hipertensi yang juga dikenal sebagai tekanan darah tinggi adalah kondisi dimana pembuluh darah terus-menerus mengalami tekanan yang tinggi.
Terdapat dua angka yang digunakan dalam hasil perhitungan tekanan darah, yaitu

1. Sistolik yaitu angka yang paling besar dan dihitung dari tekanan dalam arteri saat jantung berdetak.
2. Diastolik yaitu angka yang paling kecil dan dihitung dari tekanan dalam ateri saat jantung berelaksasi antara detak jantung.

Tekanan darah normal pada orang dewasa adalah 120/80 mmHg (millimeter merkuri). Ketika tekanan darah sistolik sekurang-kurangnya 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik sekurang-kurangnya 90 mmHg maka orang tersebut dianggap menderita hipertensi.
Terdapat 2 macam faktor resiko pada hipertensi, yaitu faktor resiko yang dapat dikendalikan dan tidak dapat dikendalikan. Faktor resiko yang dapat dikendalikan cenderung dapat diubah oleh diri sendiri atau dengan bantuan dokter untuk menurunkan tekanan darah. Sedangkan faktor resiko yang tidak dapat dikendalikan biasanya sudah terdapat dari lahir dan tidak dapat diubah.
Faktor-faktor resiko hipertensi yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Faktor resiko yang tidak dapat dikendalikan
   a. Usia
   b. Jenis kelamin
2. Faktor resiko yang dapat dikendalikan

UNESA Universitas Negeri Surabaya

a. Kelebihan berat badan yang dihitung menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT)
b. Merokok
c. Menderita diabetes
d. Tekanan darah
e. Kolesterol tinggi

## III. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Rumah Sakit Semen Gresik serta berasal dari 50 rekam medik pasien hipertensi dan 50 rekam medik pasien bukan hipertensi. Data yang dilatih adalah 70 data, dan 30 data sisanya yang diuji. Penelitian ini dilakukan dengan 9 percobaan. Input yang dipakai ada 8 unit, berupa usia, jenis kelamin, IMT, perokok atau tidak, menderita diabetes atau tidak, tekanan sistolik, tekanan diastolik, dan kolesterol pasien. Terdapat satu lapisan tersembunyi yang berbeda yaitu 4, 5, dan 6 unit, dengan masing-masing memiliki 3 *learning rate* yaitu 0.1, 0.2, dan 0.3.

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid bipolar. Kondisi pemberhentian yang dipilih adalah MSE.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

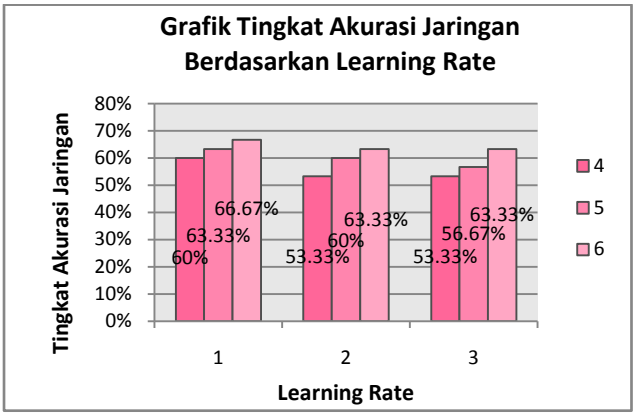
Dengan bantuan MATLAB maka dari kesembilan percobaan didapat seperti berikut

Tabel 1 Hasil Percobaan 1-9

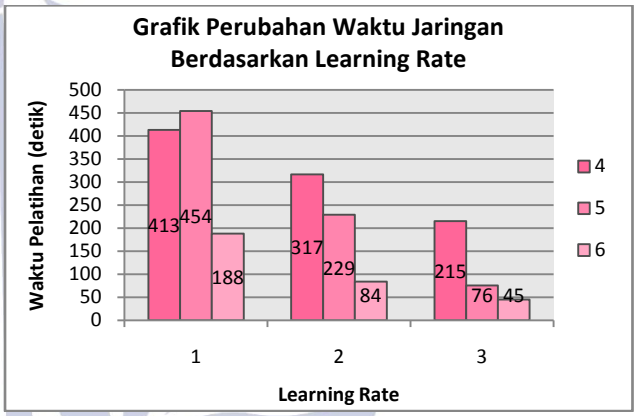
| Percobaan ke- | Neuron Lapisan Tersembunyi | *Learning Rate* | Epoch | Waktu | Akurasi (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 0.1 | 15813 | 00:06:53 | 60 |
| 2 | | 0.2 | 12354 | 00:05:17 | 53.33 |
| 3 | | 0.3 | 8209 | 00:03:35 | 53.33 |
| 4 | 5 | 0.1 | 12858 | 00:07:34 | 63.33 |
| 5 | | 0.2 | 5768 | 00:03:49 | 60 |
| 6 | | 0.3 | 2745 | 00:01:16 | 56.67 |
| 7 | 6 | 0.1 | 6460 | 00:03:08 | 66.67 |
| 8 | | 0.2 | 3117 | 00:01:24 | 63.33 |
| 9 | | 0.3 | 2726 | 00:00:45 | 63.33 |

Dari tabel 1 dievaluasi berdasarkan *learning rate* dan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi.

1. Evaluasi *learning rate*




Gambar 2 Grafik Tigkat Akurasi Jaringan Berdasarkan Learning Rate



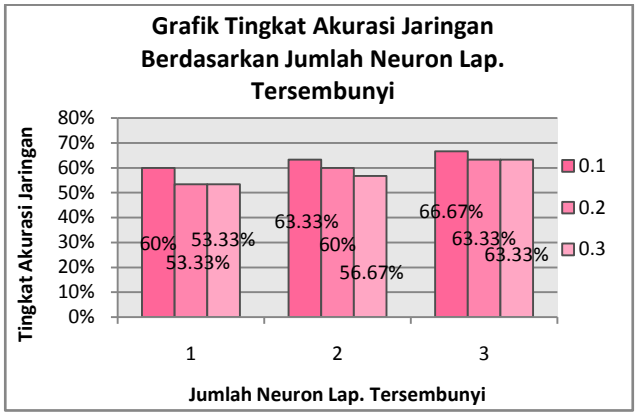

Gambar 3 Grafik Perubahan Waktu Jaringan Berdasarkan Learning Rate

Pada gambar 2, dapat dilihat bahwa *learning rate* dengan tingkat akurasi tertinggi, adalah 0.1 tingkat akurasi 60% untuk 4 unit lapisan tersembunyi, 63.33% untuk 5 unit lapisan tersembunyi, dan 66.67% untuk 6 unit lapisan tersembunyi. Pada *learning rate* 0.2 dan 0.3 dengan 4 unit lapisan tersembunyi mempunyai akurasi yang sama yaitu 53.33%. Dapat dikatakan bahwa dengan menambahkan besar *learning rate* tidak selalu terjadi penurunan tingkat akurasi pada masing-masing jumlah unit lapisan tersembunyi.

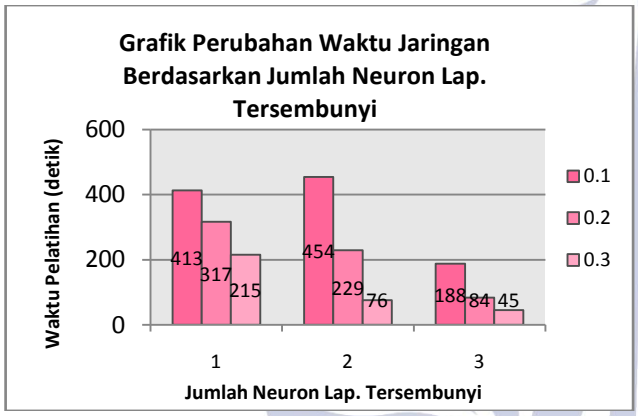
Sedangkan pada gambar 3, terlihat bahwa *learning rate* dengan waktu pelatihan terkecil (tercepat), adalah 0.3 dengan waktu 215 detik untuk 4 unit lapisan tersembunyi, 76 detik untuk 5 unit lapisan tersembunyi, dan 45 detik untuk 6 unit lapisan tersembunyi. Dapat disimpulkan bahwa, dengan menambahkan besar *learning rate* cenderung terjadi penurunan waktu pelatihan jaringan pada masing-masing jumlah unit lapisan tersembunyi.

2. Evaluasi jumlah *neuron* lapisan tersembunyi

UNESA Universitas Negeri Surabaya




Gambar 4 Grafik Tingkat Akurasi Jaringan Berdasarkan Jumlah Neuron Lapisan Tersembunyi




Gambar 5 Grafik Perubahan Waktu Jaringan Berdasarkan Jumlah Neuron Lapisan Tersembunyi

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa *learning rate* dengan waktu pelatihan terkecil adalah 0.3 dengan waktu 215 detik untuk 4 unit lapisan tersembunyi, 76 detik untuk 5 unit lapisan tersembunyi, dan 45 detik untuk 6 unit lapisan tersembunyi. Dapat disimpulkan bahwa, dengan menambah besar *learning rate* cenderung terjadi penurunan waktu pelatihan jaringan pada masing-masing jumlah unit lapisan tersembunyi.

Pada gambar 5 terlihat bahwa jumlah unit lapisan tersembunyi dengan waktu pelatihan terkecil adalah 6 unit lapisan tersembunyi dengan waktu 188 detik untuk *learning rate* 0.1, 84 detik untuk *learning rate* 0.2, dan 45 detik untuk *learning rate* 0.3. Pada jaringan dengan 4 dan 5 unit lapisan tersembunyi, *learning rate* 0.1, mengalami peningkatan waktu pelatihan sebesar 41 detik. Sdalam hal ini dapat dikatakan bahwa dengan menambahkan jumlah unit lapisan tersembunyi tidak selalu terjadi penurunan waktu pelatihan pada masing-masing *learning rate.*

3. Evaluasi secara umum

Dari kesembilan percobaan diperoleh keakuratan yang paling tertinggi yaitu 66.67% pada percobaan ke-7 dengan 6 unit lapisan tersembunyi dan *learning rate* 0.1. Jaringan pada percobaan ke-7 ini dapat digunakan untuk melakukan prediagnosis terhadap individu agar memudahkan mereka mengetahui kemungkinan adanya penyakit hipertensi atau tidak.

Dari hasil *output* percobaan ke-7 diperoleh 3 pasien hipertensi dan 7 pasien bukan hipertensi yang tidak cocok dengan target. Dengan demikian, pasien yang tidak menderita hipertensi cukup sulit didiagnosis menggunakan algoritma *backpropagation.*

Berdasarkan prosentase perbandingan dan kesesuaiannya dengan faktor resiko maka diperoleh faktor yang paling berpengaruh adalah jenis kelamin dan tekanan darah.

## V. PENUTUP

5.1. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Prediagnosis terhadap penyakit hipertensi dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma *backpropagation* dengan tingkat keakuratan tertinggi dalam penelitian ini adalah 66.67% dengan *learning rate* 0.1 dan 6 unit lapisan tersembunyi.
2. Pada penelitian ini, faktor yang paling berpengaruh adalah jenis kelamin dan tekanan darah.
3. Dalam penelitian ini, jaringan syaraf tiruan yang mempunyai input dengan parameter usia, jenis kelamin, IMT, perokok, diabetes, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, dan kolesterol pasien, yang menggunakan 70 data pelatihan dan 30 data pengujian, diperoleh:
   a. Dengan penambahan besar *learning rate* tidak selalu terjadi penurunan tingkat akurasi pada masing-masing jumlah unit lapisan tersembunyi.
   b. Dengan penambahan besar *learning rate* cenderung terjadi penurunan waktu pelatihan jaringan pada masing-masing jumlah unit lapisan tersembunyi.
   c. Dengan penambahan jumlah unit lapisan tersembunyi cenderung terjadi peningkatan akurasi pada masing-masing *learning rate.*
   d. Dengan penambahan jumlah unit lapisan tersembunyi tidak selalu terjadi penurunan waktu pelatihan pada masing-masing *learning rate*

5.2. Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi, misalnya dengan menambah parameter seperti jumlah lapisan tersembunyi atau yang lainnya untuk mengetahui pengaruh terhadap jaringan syaraf tiruan yang mungkin akan menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Jika pada penelitian selanjutnya diperoleh tingkat akurasi yang tinggi atau bahkan mendekati 100%, maka hasil tersebut dapat direkomendasikan kepada rumah sakit-rumah sakit sehingga dapat membantu mendiagnosis hipertensi pasien. Dan juga hasil tersebut dapat diimplementasikan ke dalam sebuah program sederhana yang dijadikan sebagai infrastruktur dan diletakkan pada stasiun, terminal, bandara, dan lain-lain sehingga masyarakat dapat menggunakan secara langsung dan mudah.

**DAFTAR PUSTAKA**


American College of Physicians. 2004. "Living With Hypertension". http://www.acponline.org/patients_families/pdfs/health/. *Diakses 5 Oktober 2013 Jam 11:37 WIB*

Cintadwi, M.. 2013. "10 Faktor Resiko Penyebab Tekanan Darah Tinggi". http://www.deherba.com/10-faktor-resiko-penyebab-tekanan-darah-tinggi.html. *Diakses pada 5 Oktober 2013 Jam 11:24 WIB*

Etin. 28 September 2011. "Bab 8 Jaringan Syaraf Tiruan". http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/. *Diakses 7 Oktober 2013 Jam 18:27WIB*

Fausett, L.. 1994. "Fundamentals of Neural Network". New Jersey : Prentice Hall, Englewood Cliffs

Fibriawan, Y.. 2 Oktober 2012. "Jaringan Syaraf Tiruan". http://yufan-f--fst09.web.unair.ac.id/. *Diakses 14 November 2013 Jam 18:25 WIB*

Jawa, N.. 19 Maret 2013. "Hipertensi dan Gejala-gejalanya". http://darah tinggi.info *diakses 7 Oktober 2013 Jam 12:42 WIB*

Kholis. 7 Juli 2011. "Feed Forward dan Backpropagation". http://ikkholis27.wordpress.com/2011/07/07/feed-forward-dan-backpropagation. *Diakses 15 November 2013 Jam 19:11 WIB*

Kusumadewi, S. 2004. "Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & Excel Link", Yogyakarta : Graha Ilmu

Kuswadi, S. 2007. "Kendali Cerdas: Teori dan Aplikasi Praktisnya". Yogyakarta : Andi

Mila. 2013. "Faktor Resiko Hipertensi Yang Dapat Dikontrol". http://www.kabarkesehatan.com/kesehatan/. *Diakses 9 Oktober 2013 Jam 12:39 WIB*

Nasution, J. F.. 6 Mei 2011. "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Keputusan Medis Pada Penyakit Demam Berdarah Dengue". http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23794/4/. *Diakses 24 Oktober 2013 Jam 11:28WIB*

Puspitaningrum. 2006. "Pengantar Jaringan Saraf Tiruan". Yogyakarta: Andi.

Smith, L. 2003. "An Introduction to Neural Network". Inggris : Centre for Cognitive and Computational Neuroscience Department of Computing and Mathematics University of Stirling.

Sumathi B., Santhakumar A.. 2011. "Pre-diagnosis of Hypertension Using Artificial Neural Network". Global Journal of Computer Science and Technology, Vol. 11, No. 2, 2011

Supriyadi, D. 2013. "Sistem Informasi Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation"*. Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2013

Uyik. 2010. "Faktor Resiko Hipertensi". http://gejala darahtinggi.com/faktor-resiko-hiperten si/. *Diakses 9 Oktober 2013 Jam 12:31WIB*

World Health Organization. 2012. "Hypertension". http://www.searo.who.int/topics/hypertension/en/. *Diakses 7 Oktober 2013 Jam 18:56 WIB*


UNESA Universitas Negeri Surabaya