

**TINGKAT KECEPATAN JARINGAN *BACKPROPAGATION*
PADA MODEL NEURON 10-16-1**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer

**ICHO SEPTARONI
1503040016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO
DESEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Icho Septaroni
NIM : 1503040016
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Judul : Tingkat Kecepatan Jaringan *Backpropagation* Pada Model Neuron 10-16-1

telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Tito Pinandita, S.Si., M.Kom.
Penguji 2 : Sigit Sugiyanto, S.T., M.Eng.
Penguji 3 (Pembimbing) : Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom.

Ditetapkan di : Purwokerto

Tanggal : 21 Desember 2018

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains



(Handwritten signatures and initials)

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang diajukan oleh :

Nama : Ichu Septaroni

NIM : 1503040016

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Tingkat Kecepatan Jaringan *Backpropagation* Pada Model Neuron 10-16-1

Telah diterima dan disetujui

Purwokerto, 21 Desember 2018

PEMBIMBING

Hidayati Mustafidah, S.Si., M.Kom.

NIK. 2160332

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ichho Septaroni
NIM : 1503040016
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta bukan hasil penjiplakan dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila kelak di kemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, Desember 2018

Yang membuat pernyataan



Ichho Septaroni

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rasa syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena telah menyelesaikan laporan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak Tardi, Mama Lotmi Anifah, Intan Noplara dan keluarga saya yang selalu memberikan dukungan material dan non material serta do'a yang tiada hentihentinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
3. Ibu Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, petunjuk dan membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
4. Bapak Harjono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan saya ilmu selama diperkuliahan.
6. Teman-teman Teknik Informatika tahun angkatan 2015 yang telah memberi dukungan.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan skripsi.

HALAMAN MOTTO

“Setiap langkah hidup adalah kemajuan untuk lebih baik karena tidak ada hasil tanpa adanya usaha, ikhtiar dan do’a”



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan segala aktivitas dalam menyelesaikan skripsi. Berbagai kesulitan dan hambatan dalam penulisan skripsi banyak dihadapi penulis, namun berkat bimbingan dan petunjuk serta dorongan dari berbagai pihak, baik moral maupun materil sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. H. Syamsuhadi Irsyad, S.H., M.H., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
2. Bapak M. Taufiq Tamam, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
3. Bapak Harjono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Ibu Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, petunjuk dan membantu dalam menyelesaikan skripsi.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
6. Bapak, Ibu dan adik saya yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik material maupun moral.
7. Terimakasih juga kepada teman-teman Teknik Informatika tahun angkatan 2015 yang telah memberi dukungan.

Akhirnya kata, semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu, Aamiin.

Purwokerto, Desember 2018

Icho Septaroni

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. PERUMUSAN MASALAH.....	5
C. BATASAN MASALAH.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. JARINGAN SYARAF TIRUAN.....	6
1. Definisi Jaringan Syaraf Tiruan.....	6
2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	6
B. ALGORITMA PEMBELAJARAN <i>BACKPROPAGATION</i>	7
C. ALGORITMA PELATIHAN.....	12
D. <i>HIDDEN LAYER</i>	13
E. PARAMETER JARINGAN.....	14
F. MATLAB.....	16
G. SPSS.....	17
H. ANAVA.....	18

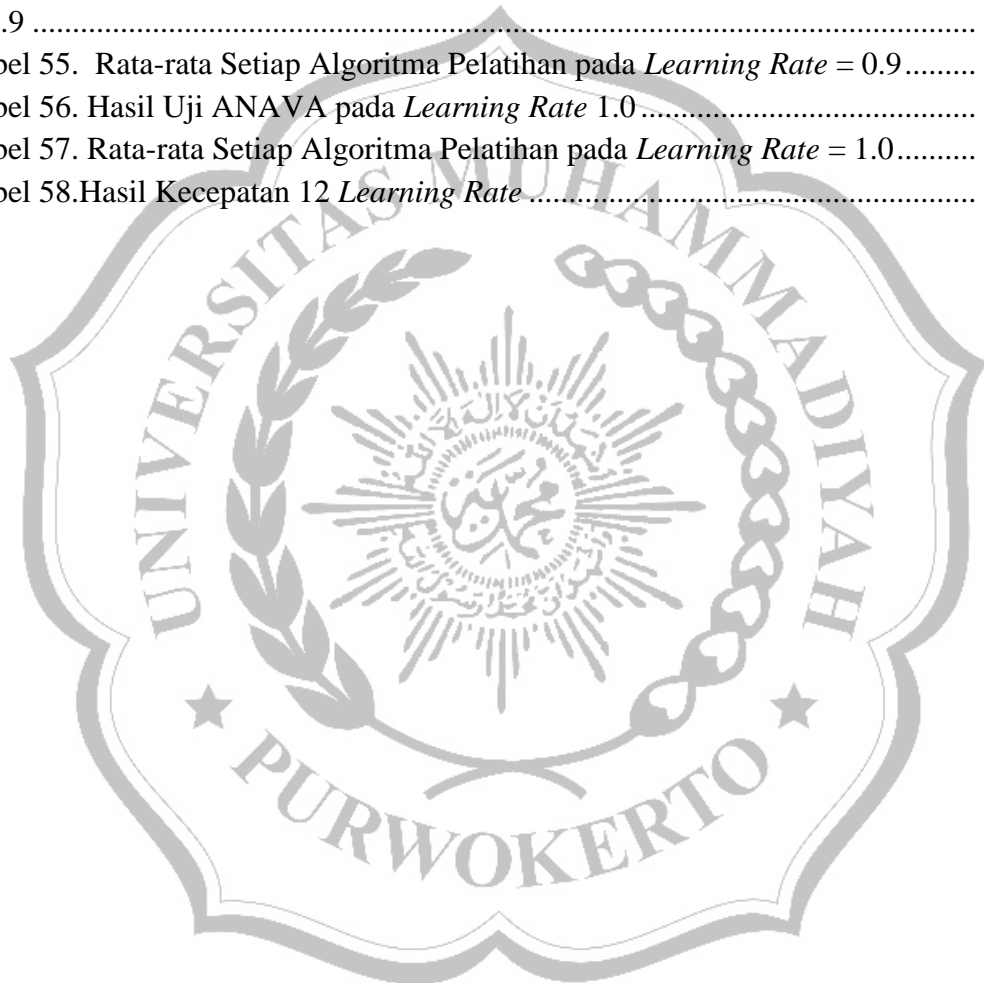
I. PENELITIAN TERKAIT	19
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT	21
A. TUJUAN	21
B. MANFAAT	21
BAB IV METODE PENELITIAN	22
A. JENIS PENELITIAN	22
B. WAKTU DAN TEMPAT	22
C. VARIABEL YANG DITELITI	22
D. SUMBER DATA	23
E. ALAT PENELITIAN	23
F. DESAIN PENELITIAN	24
1. Desain Model Neuron 10-16-1	24
2. Alur Pengembangan Program	24
G. ANALISIS DATA	25
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. DATA PENELITIAN	27
B. ANALISIS DATA	28
1. Uji Kecepatan Setiap Algoritma Pelatihan	28
2. Uji Kecepatan Setiap <i>Learning Rate</i>	44
BAB VI PENUTUP	63
A. KESIMPULAN	63
B. SARAN	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Masukkan Jaringan dan Target.....	27
Tabel 2. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Fletcher Reeves Update (traincgf)</i>	28
Tabel 3. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Fletcher Reeves Update (traincgf)</i>	29
Tabel 4. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Polak Ribiere (traincgp)</i>	29
Tabel 5. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Polak Ribiere (traincgp)</i>	30
Tabel 6. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Powell Beale Restarts (traincgb)</i>	30
Tabel 7. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Powell Beale Restarts (traincgb)</i>	31
Tabel 8. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Scaled Conjugate Gradient (trainscg)</i>	32
Tabel 9. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Scaled Conjugate Gradient (trainscg)</i>	32
Tabel 10. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Gradien Descent (traingd)</i>	33
Tabel 11. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Gradien Descent (traingd)</i>	33
Tabel 12. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate (traingda)</i>	34
Tabel 13. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate (traingda)</i>	35
Tabel 14. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Momentum (traingdm)</i>	35
Tabel 15. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Momentum (traingdm)</i>	36
Tabel 16. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate (traingdx)</i>	36
Tabel 17. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate (traingdx)</i>	37
Tabel 18. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Resilent Backpropagation (trainrp)</i>	37
Tabel 19. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Resilent Backpropagation (trainrp)</i>	38

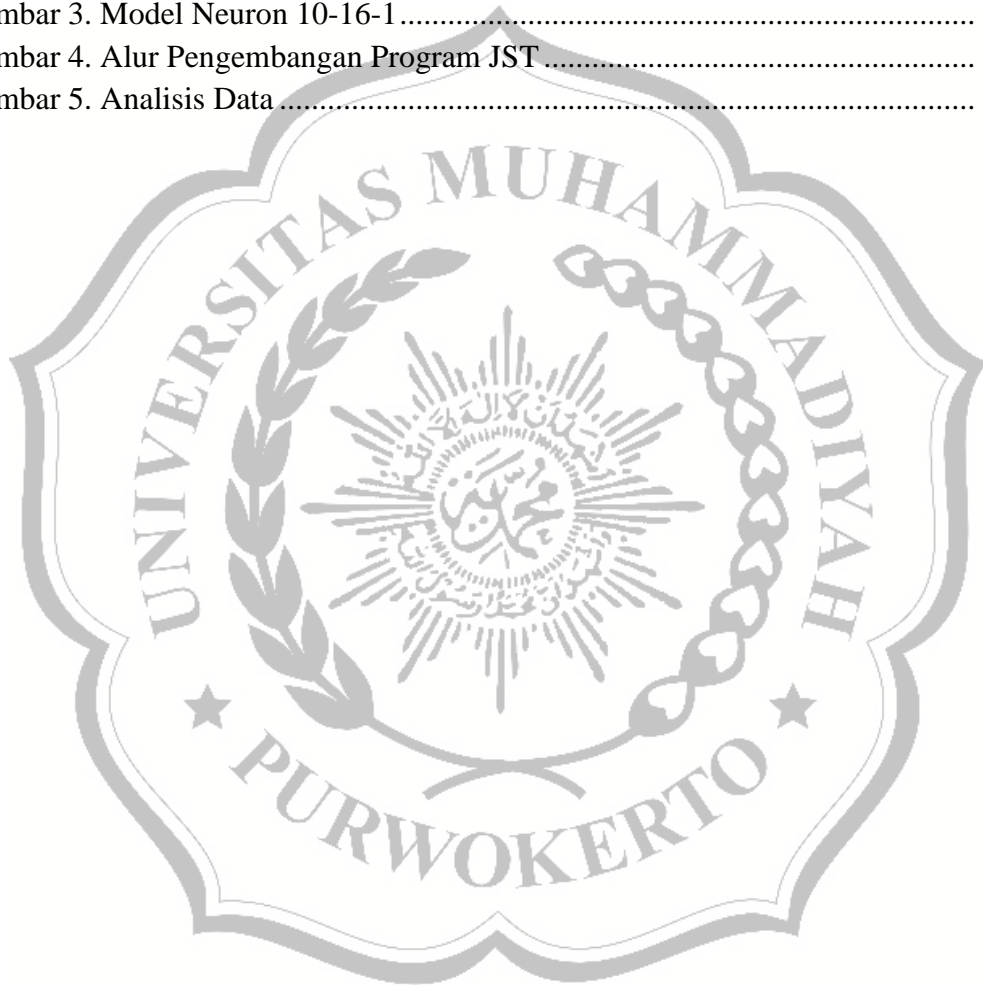
Tabel 20. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>BFGS (trainbfg)</i>	39
Tabel 21. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>BFGS (trainbfg)</i>	39
Tabel 22. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>One Step Secant (trainoss)</i>	40
Tabel 23. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>One Step Secant (trainoss)</i>	40
Tabel 24. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>One Step Secant (trainoss)</i>	41
Tabel 25. Hasil Uji ANAVA pada Algoritma Pelatihan <i>Levenberg Marquardt (trainlm)</i>	42
Tabel 26. Rata-rata Setiap <i>Learning Rate</i> pada Algoritma Pelatihan <i>Levenberg Marquardt (trainlm)</i>	42
Tabel 27. Hasil Kecepatan 12 Algoritma Pelatihan	43
Tabel 28. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.01	44
Tabel 29. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.01	44
Tabel 30. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.05	45
Tabel 31. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.05	45
Tabel 32. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.05	46
Tabel 33. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.1	46
Tabel 34. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.1	47
Tabel 35. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.2	48
Tabel 36. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.2	48
Tabel 37. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.2	49
Tabel 38. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.3	49
Tabel 39. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.3	50
Tabel 40. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.4	50
Tabel 41. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.4	51
Tabel 42. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.5	52
Tabel 43. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.5	52
Tabel 44. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.5	53
Tabel 45. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.6	53
Tabel 46. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.6	54
Tabel 47. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.6	54
Tabel 48. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.7	55

Tabel 49. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.7	55
Tabel 50. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.7	56
Tabel 51. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.8	56
Tabel 52. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.8	57
Tabel 53. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> = 0.9	58
Tabel 54. Hasil Uji <i>Duncan</i> pada Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.9	58
Tabel 55. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 0.9	59
Tabel 56. Hasil Uji ANAVA pada <i>Learning Rate</i> 1.0	59
Tabel 57. Rata-rata Setiap Algoritma Pelatihan pada <i>Learning Rate</i> = 1.0	60
Tabel 58. Hasil Kecepatan 12 <i>Learning Rate</i>	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Fully connected feedforward network</i> dengan satu <i>hidden layer</i> dan satu <i>output layer</i> (jaringan 4-4-2)	7
Gambar 2. Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i>	9
Gambar 3. Model Neuron 10-16-1	24
Gambar 4. Alur Pengembangan Program JST	25
Gambar 5. Analisis Data	25



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabulasi Data.....	68
a. Kecepatan Data Simulasi <i>traincgf</i>	68
b. Kecepatan Data Simulasi <i>traincgp</i>	69
c. Kecepatan Data Simulasi <i>traincgd</i>	70
d. Kecepatan Data Simulasi <i>trainscg</i>	71
e. Kecepatan Data Simulasi <i>traingd</i>	72
f. Kecepatan Data Simulasi <i>traingda</i>	73
g. Kecepatan Data Simulasi <i>traingdm</i>	74
h. Kecepatan Data Simulasi <i>traingdx</i>	75
i. Kecepatan Data Simulasi <i>trainrp</i>	76
j. Kecepatan Data Simulasi <i>trainbfg</i>	77
k. Kecepatan Data Simulasi <i>trainoss</i>	78
l. Kecepatan Data Simulasi <i>trainlm</i>	79
Lampiran 2. <i>Source Code</i> Matlab	80

INTISARI

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran pada Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan banyak diminati untuk memecahkan masalah dalam berbagai bidang kehidupan. Algoritma *backpropagation* terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi. Parameter jaringan mempengaruhi kinerja algoritma diantaranya adalah banyaknya neuron dalam lapisan *input*, maksimum epoch yang digunakan dan besarnya *learning rate*. Penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian 12 algoritma pelatihan *backpropagation*. Parameter jaringan berupa target *error* = 0,001, maksimum epoch = 10000, *learning rate* = 0,01, dengan 5 neuron *input* 10 neuron *hidden* dan satu neuron *output*. Hasil tes menghasilkan algoritma *Levenberg Marquardt* memiliki *error* terkecil dengan level $\alpha = 5\%$ dan memberikan *error* 0,0001986858. Penelitian sebelumnya belum membahas pengujian tingkat kecepatan pada 12 algoritma pelatihan. Penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 12 algoritma pelatihan sebanyak 20 kali untuk setiap *learning rate*. Penelitian ini merupakan metode campuran (*mixed method*) yaitu penelitian pengembangan dengan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif (menggunakan uji statistik ANAVA) pada $\alpha = 5\%$. Data masukan menggunakan data random dengan 10 neuron *input*, jumlah neuron dalam satu lapisan tersembunyi sebanyak 16 dan *output* terdiri dari 1 neuron dengan *learning rate* 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0. Hasil penelitian ini adalah bahwa pada model neuron 10-16-1 berdasarkan uji ANAVA dengan $\alpha = 5\%$ diperoleh signifikan sebesar 0,786. Berdasarkan analisis deskriptif algoritma pelatihan *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* (*traingda*) merupakan algoritma pelatihan yang paling cepat dibandingkan dengan algoritma pelatihan lainnya dengan rata-rata waktu sebesar $0,007785 \pm 0,0005480$ detik dan terdapat pada *learning rate* = 0.2.

Kata Kunci : *backpropagation*, algoritma pelatihan, *learning rate*, ANAVA, *traingda*

ABSTRACT

Backpropagation is a learning algorithm on Artificial Neural Networks (ANN) and is in great demand for solving problems in various fields of life. The algorithm is backpropagation monitored and is usually used by perceptrons with many layers to change the weights connected to neurons in hidden layers. Network parameters affect the performance of algorithms including the number of neurons in the layer input, epoch maximum used and the amount of learning rate. Previous research has tested 12 training algorithms backpropagation. Network parameters in the form of target error = 0.001, maximum epoch = 10000, learning rate = 0.01, with 5 neurons input 10 neurons hidden and one neuron output. The test results produce the algorithm Levenberg Marquardt having the error smallest with level $\alpha = 5\%$ and giving an error 0,0001986858. Penelitian previously not discussed at the speed level testing 12 training algorithm. This research was tested on 12 training algorithms 20 times for each learning rate. This research is a mixed method (mixed method), namely development research using quantitative and qualitative methods (using ANOVA statistical tests) at $\alpha = 5\%$. The input data uses random data with 10 neurons input, the number of neurons in one hidden layer is 16 and the output consists of 1 neuron with learning rate 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0. The results of this study were that on the neuron model 10-16-1 based on ANOVA test with $\alpha = 5\%$ it was obtained significantly at 0.786. Based on the descriptive analysis of the Gradient Descent with Adaptive Learning Rate (traingda) is the training algorithm that is the fastest compared to other training algorithms with an average time of 0.007785 ± 0.0005480 seconds and is found in the learning rate = 0.2.

Keywords : backpropagation, training algorithm, learning rate, ANOVA, traingda