

**PENENTUAN BANYAKNYA NEURON YANG PALING OPTIMAL
DALAM LAPISAN TERSEMBUNYI PADA JARINGAN
*BACKPROPAGATION***



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

**Muhamad Zaeni Budiastanto
1403040040**

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Zaeni Budiastanto

NIM : 1403040040 .

Program Studi : Teknik Informatika S1

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 dikemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, 22 Juni 2018

Yang membuat pernyataan



Muhamad Zaeni Budiastanto

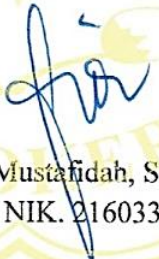
HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Muhamad Zaeni Budiastanto
NIM : 1403040040
Program Studi : Teknik Informatika S1
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Judul : Penentuan Banyaknya Neuron Yang Paling Optimal Dalam Lapisan Tersembunyi Pada Jaringan *Backpropagation*

Telah diterima dan di setujui
Purwokerto, 20 Juli 2018

PEMBIMBING


Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom.
NIK. 2160332

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Muhamad Zaeni Budiastanto

NIM : 1403040040

Program Studi : Teknik Informatika S1

Fakultas : Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Penentuan Banyaknya Neuron Yang Paling Optimal Dalam Lapisan Tersembunyi Pada Jaringan *Backpropagation*

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

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 (Pembimbing) : Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom. 

Penguji 2 : Harjono; S.T., M.Eng. 

Penguji 3 : Ermadi Satriya Wijaya, S.T., S.Kom. 

Ditetapkan di : Purwokerto

Tanggal : 23 Juli 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains



Muhammad Fauziq Tamam, S.T., M.T.
NIK. 2160223

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, serta rasa syukur terhadap Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya, maka saya persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada Kedua orang tua dan keluarga besar terimakasih atas dukungan, bimbingan dan doa yang telah diberikan. Serta semua pihak yang telah membantu saya selama pelaksanaan tugas akhir.



HALAMAN MOTTO

Tanamlah Segala Kebaikan dan selalu Bersyukur



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul “PENENTUAN BANYAKNYA NEURON YANG PALING OPTIMAL DALAM LAPISAN TERSEMBUNYI PADA JARINGAN *BACKPROPAGATION*” dengan baik. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kurikulum untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Dalam pelaksanaan tugas akhir dan pembuatan laporan, penulis tidak lepas dari bantuan yang berupa fasilitas dan bimbingan secara materil dan spiritual. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat melalui tulisan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. H. Syamsuhadi Irsyad, M.H. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Purwokerto
2. Muhamad Taufiq Tamam, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
3. Harjono, S.T., M.Eng. selaku ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Hindayati Mustafidah, S.Si, M.Kom.selaku dosen pembimbing Tugas Akhir serta dosen pembimbing akademik Program Studi Teknik Informatika 2014.
5. Segenap dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah banyak memberikan ilmu dan bimbingannya selama dalam masa perkuliahan.

6. Teman-teman Teknik Informatika angkatan 2014 yang telah memberi dukungan.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penyusun, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Purwokerto, 22 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. PERUMUSAN MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
A. JARINGAN SYARAF TIRUAN.....	5
1. Definisi Jaringan Syaraf Tiruan.....	5
2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	6
3. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan.....	9
B. ALGORITMA PEMBELAJARAN <i>BACKPROPAGATION</i>	9
C. ALGORITMA <i>LEVENBREG-MARQUARDT</i>	15
D. EPOCH (<i>EPOCH</i>).....	16
E. MATLAB.....	16
F. SPSS.....	18
G. ANAVA.....	18

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT	20
A. TUJUAN	20
B. MANFAAT	20
BAB IV METODE PENELITIAN	21
A. JENIS PENELITIAN	21
B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	21
C. VARIABLE YANG DITELITI	21
D. SUMBER DATA	22
E. ALAT PENELITIAN	22
F. ALUR PENGEMBANGAN PROGRAM	23
G. ANALISI DATA	24
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. DATA PENELITIAN	25
B. ANALISIS DATA	27
BAB VI PENUTUP	63
A. KESIMPULAN	63
B. SARAN	63
DAFTAR PUSTAKA	64

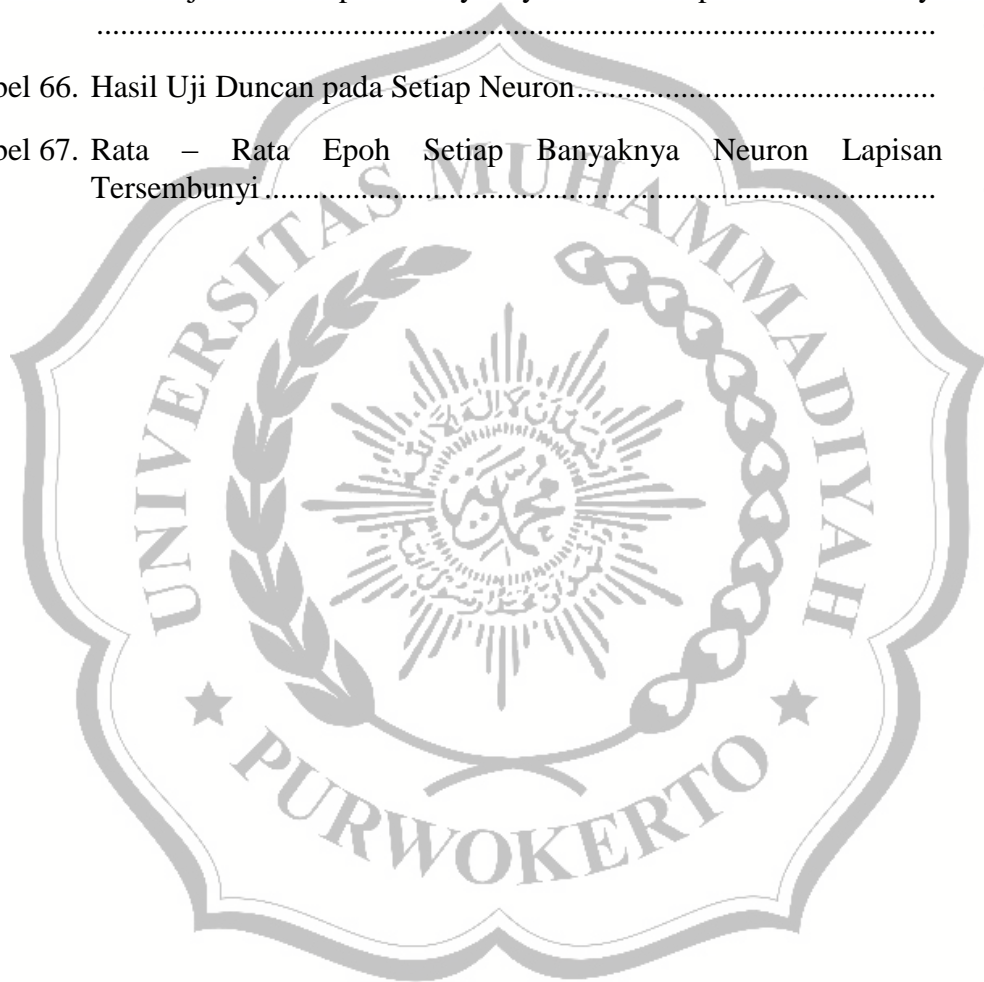
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Banyaknya Neuron dalam Lapisan Tersembunyi.....	22
Tabel 2. Data Masukan Jaringan dan Target dengan Banyak Neuron = 5	25
Tabel 3. Data Masukan Jaringan dan Target dengan Banyak Neuron = 10 ..	25
Tabel 4. Data Masukan Jaringan dan Target dengan Banyak Neuron = 15 ..	26
Tabel 5. Hasil Uji ANAVA pada 1 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	27
Tabel 6. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 1 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	28
Tabel 7. Hasil Uji ANAVA pada 2 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	28
Tabel 8. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 2 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	29
Tabel 9. Hasil Uji ANAVA pada 3 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	29
Tabel 10. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 3 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	30
Tabel 11. Hasil Uji ANAVA pada 4 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	30
Tabel 12. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 4 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	31
Tabel 13. Hasil Uji ANAVA pada 5 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	31
Tabel 14. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 5 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	32
Tabel 15. Hasil Uji ANAVA pada 7 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	32
Tabel 16. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 7 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	33
Tabel 17. Hasil Uji ANAVA pada 9 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	33
Tabel 18. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 9 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	34
Tabel 19. Rata – Rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> pada Setiap n Neuron Lapisan Tersembunyi	35
Tabel 20. Hasil Uji ANAVA pada Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	35

Tabel 21. Rata – Rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	36
Tabel 22. Hasil Uji ANAVA pada 6 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	37
Tabel 23. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 6 Neuron Lapisan Tersembunyi	37
Tabel 24. Hasil Uji ANAVA pada 7 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	38
Tabel 25. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 7 Neuron Lapisan Tersembunyi	38
Tabel 26. Hasil Uji ANAVA pada 8 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	39
Tabel 27. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 8 Neuron Lapisan Tersembunyi	39
Tabel 28. Hasil Uji ANAVA pada 9 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	40
Tabel 29. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 9 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	40
Tabel 30. Hasil Uji ANAVA pada 10 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	41
Tabel 31. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 10 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	41
Tabel 32. Hasil Uji ANAVA pada 12 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	42
Tabel 33. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 12 Neuron Lapisan Tersembunyi	42
Tabel 34. Hasil Uji ANAVA pada 14 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	43
Tabel 35. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 14 Neuron Lapisan Tersembunyi	43
Tabel 36. Hasil Uji ANAVA pada 16 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	44
Tabel 37. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 16 Neuron Lapisan Tersembunyi	44
Tabel 38. Hasil Uji ANAVA pada 19 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	45
Tabel 39. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 19 Neuron Lapisan Tersembunyi	45
Tabel 40. Rata – Rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> pada Setiap n Neuron Lapisan Tersembunyi	46

Tabel 41. Hasil Uji ANAVA pada Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	47
Tabel 42. Hasil Uji Duncan pada Setiap Neuron.....	48
Tabel 43. Rata – Rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	48
Tabel 44. Hasil Uji ANAVA pada 8 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	49
Tabel 45. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 8 Neuron Lapisan Tersembunyi	50
Tabel 46. Hasil Uji ANAVA pada Neuron 11 Lapisan Tersembunyi.....	50
Tabel 47. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 11 Neuron Lapisan Tersembunyi	51
Tabel 48. Hasil Uji ANAVA pada 13 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	51
Tabel 49. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 13 Neuron Lapisan Tersembunyi	52
Tabel 50. Hasil Uji ANAVA pada 15 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	52
Tabel 51. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 15 Neuron Lapisan Tersembunyi	53
Tabel 52. Hasil Uji ANAVA pada 17 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	53
Tabel 53. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 17 Neuron Lapisan Tersembunyi	54
Tabel 54. Hasil Uji ANAVA pada 19 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	54
Tabel 55. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 19 Neuron Lapisan Tersembunyi	55
Tabel 56. Hasil Uji ANAVA pada 21 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	55
Tabel 57. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 21 Neuron Lapisan Tersembunyi	56
Tabel 58. Hasil Uji ANAVA pada 23 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	56
Tabel 59. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 23 Neuron Lapisan Tersembunyi	57
Tabel 60. Hasil Uji ANAVA pada 27 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	57
Tabel 61. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 27 Neuron Lapisan Tersembunyi	58

Tabel 62. Hasil Uji ANAVA pada 29 Neuron Lapisan Tersembunyi.....	58
Tabel 63. Rata – Rata Epoch Setiap <i>Learning Rate</i> pada 29 Neuron Lapisan Tersembunyi	59
Tabel 64. Rata – Rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> pada Setiap n Neuron Lapisan Tersembunyi	60
Tabel 65. Hasil Uji ANAVA pada Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	60
Tabel 66. Hasil Uji Duncan pada Setiap Neuron.....	61
Tabel 67. Rata – Rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jaringan Syaraf Tiruan dengan Lapisan Tunggal.....	7
Gambar 2. Jaringan Syaraf Tiruan dengan Banyak Lapisan.....	8
Gambar 3. Jaringan Syaraf Tiruan dengan Kompetitif.....	8
Gambar 4. Arsitektur Jaringan Backpropagation.....	11
Gambar5. Desain Jaringan Syaraf Tiruan sesuai dengan Neuron Masukan sebanyak m ($m = 5, 10, 15$) dan Neuron Lapisan Tersembunyi sebanyak n ($n = (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9)(6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16,$ $19)(8, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 27, 29)$ }).	22
Gambar 6. Alur Pengembangan Program JST.....	23
Gambar 7. Grafik Rata – rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> Neuron Masukan 5.....	35
Gambar 8. Grafik Rata – rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi pada Neuron Masukan 5.....	36
Gambar 9. Grafik Rata – rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> Neuron Masukan 10.....	47
Gambar 10. Grafik Rata – rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi pada Neuron Masukan 10.....	49
Gambar 11. Grafik Rata – rata Epoch Terkecil Berdasarkan <i>Learning Rate</i> Neuron Masukan 15.....	60
Gambar 12. Grafik Rata – rata Epoch Setiap Banyaknya Neuron Lapisan Tersembunyi pada Neuron Masukan 15.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabulasi Data.....	67
--------------------------------	----



INTISARI

Salah satu model pembelajaran terawasi jaringan syaraf tiruan yang banyak diminati adalah model pembelajaran *backpropagation*. Kinerja dari algoritma dipengaruhi oleh beberapa parameter jaringan diantaranya adalah banyaknya neuron dalam lapisan *input*, maksimum epoch yang digunakan, besarnya laju pemahaman (*learning rate*), dan kesalahan yang dihasilkan (MSE). Kinerja algoritma pelatihan dikatakan optimal dilihat dari *error* yang dihasilkan. Semakin kecil *error* yang dihasilkan, maka semakin optimal kinerja dari algoritma. Pengujian yang dilakukan pada penelitian sebelumnya diperoleh bahwa algoritma pelatihan yang paling optimal berdasarkan hasil *error* terkecil adalah algoritma pelatihan *levenberg – marquardt* dengan rata – rata MSE 0.001 dengan tingkat pengujian $\alpha = 5\%$. Pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan banyaknya neuron dalam lapisan tersembunyi ditinjau dari epoch yang diperlukan untuk mencapai kondisi *error* paling kecil. Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*) yaitu penelitian pengembangan dengan pengujian kuantitatif dan kualitatif (menggunakan uji statistik ANAVA). Data penelitian diambil dari data *random* dengan 5, 10, 15 neuron masukan, n neuron pada lapisan tersembunyi {n = (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9)(6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 19)(8, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 27, 29)} dan 1 neuron pada lapisan keluaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa neuron masukan 5 adalah neuron 9, dengan rata-rata epoch 10.80 pada laju pembelajaran (*learning rate / lr*) = 0.01. Pada neuron masukan 10 adalah neuron 19 ,dengan rata rata epoch 21.52 pada laju pembelajaran (*learning rate / lr*) = 0.7. Sedangkan pada neuron masukan 15 adalah neuron 29 ,dengan rata rata epoch 7.38 pada laju pembelajaran (*learning rate / lr*) = 0.7.

Kata Kunci : *backpropagation*, lapisan tersembunyi, *levenberg – marquardt*, ANAVA, epoch.

ABSTRACT

One of the models of artificial neural network supervised learning favorite is a model of backpropagation learning. The performance of the algorithm is influenced by some network parameters including many neurons in input layer, maximum epoch used, the magnitude of the learning rate, and the resulting error (MSE). The performance of the training algorithm is said to be optimally viewed from the resulting error. The less resulting error, the more optimal the performance of the algorithm. Tests conducted in the previous research found that the most optimal training algorithm based on smallest error result is the Levenberg - Marquardt training algorithm with an average of MSE 0.001 with the level of testing $\alpha = 5\%$. In this research was conducted to determine the most neuron in hidden layer viewed from epoch necessary to reach smallest error condition. This research uses mixed method which is development research with quantitative and qualitative test (using ANOVA statistic test). The research data were taken from random data with 5, 10, 15 input neurons, n neurons in the hidden layer $\{n = (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9)(6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 19)(8, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 27, 29)\}$ and 1 neuron in the output layer. The results of the analysis show that 5 input neuron is 9 neuron, with epoch average 10.80 in learning rate = 0.01. In the 10 input neuron is 19 neuron, with epoch average 21.52 in learning rate = 0.7. Meanwhile in 15 input neuron is 29 neuron, with epoch average 7.38 in learning rate = 0.7.

Keyword : *backpropagation, hidden layer, levenberg – marquardt, ANOVA, epoch.*