

**MODEL PREDIKSI LIKU KALIBRASI MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN JARINGAN SARAF TIRUAN (JST)  
(Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu)**

**<sup>1</sup>Imam Suprayogi, <sup>1</sup>Trimaijon, <sup>2</sup>Mahyudin  
<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Sp. Baru Panam, Pekanbaru 28293  
e-mail : teknik-sipil@unri.ac.id, website: <http://ce.unri.ac.id>**

**ABSTRAK**

*The purpose of this research is to predict the rating curve equation on the site Pantai Cermin Sub-watershed Siak Hulu Siak River in 2009. This is based due to the unavailability of rating curve equation on the site Pantai Cermin Sub-watershed Siak Hulu in 2009 until 2012 so hopefully this research can be used as an alternative method for determining the rating curve equation turns more quickly and accurately.*

*This research was conducted using an artificial neural network approach to the backpropagation algorithm. Configuration of network model used is the single input and single output. This approach uses auxiliary program that is Matlab 7.7.0.471 (R2008b).*

*Results of this research showed that the artificial neural network model results of training, testing and validation have a very good level of correlation with the value of R 0.92996, 0.94469 and 0.97513. The rating curve equation for 2009 is  $Q = 22.93 \times H^{1.265}$  with the level of correlation  $R = 0.9975$ .*

*Keywords: rating curve, artificial neural network, backpropagation, siak hulu.*

**PENDAHULUAN**

Menurut Goel (2011), bahwa prediksi liku kalibrasi (*rating curve*) penting dilakukan pada sebagian besar proyek sumber daya air. Dewasa ini, telah ada minat yang tumbuh dalam analisis proses hidrologi yang kompleks dengan menggunakan teknik pemodelan, salah satunya yaitu pemodelan jaringan saraf tiruan (JST) algoritma *backpropagation*. Penelitian JST ini dilakukan oleh Arun Goel (2011)

dengan mengeksplorasi potensi JST dalam memprediksi liku kalibrasi dengan menggunakan data dari Stasiun Pengukuran TIKRARPARA Sungai Mahanadi India menggunakan pendekatan JST algoritma *backpropagation*. Kinerja algoritma *backpropagation* pemodelan JST pada Sungai Mahanadi India ini juga telah dibandingkan dengan pendekatan model regresi multilinear dan hasil yang diperoleh sangat bagus dengan nilai koefisien korelasi,  $R=0,9630$  sehingga penelitian ini bisa dikembangkan dengan meneliti sungai-sungai lainnya yang ada di Indonesia khususnya Provinsi Riau termasuk Sub DAS Siak.

Permasalahan mendasar di Sub DAS Siak khususnya Stasiun Pantai Cermin bahwa pengolahan data liku kalibrasi Sungai Siak selama ini belumlah berjalan dengan maksimal karena sejak tahun 2009 hingga sekarang persamaan liku kalibrasi tidak tersedia dan hanya terdapat data hubungan antara tinggi muka air sebagai fungsi waktu. Pengolahan data liku kalibrasi menggunakan metode konvensional memerlukan waktu yang relatif lama dan membutuhkan banyak data. Oleh karena itu, bisa digunakan alternatif lain untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu menggunakan jaringan saraf tiruan, mengingat potensi strategis Sungai Siak dan semakin pesatnya perkembangan kawasan di sekitar Sungai Siak pada masa yang akan datang. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi persamaan liku kalibrasi pada Sungai Siak Sub DAS Siak Hulu Stasiun Pantai Cermin Tahun 2009 dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Sedangkan manfaat dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan metode alternatif dalam menentukan liku kalibrasi yang lebih cepat dan akurat. Kemudian pihak pemerintah dapat menjadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Liku Kalibrasi**

Menurut Suryatmojo (2006), Liku kalibrasi (*Rating Curve*), adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit pada lokasi penampang sungai tertentu.

### **Jaringan Saraf Tiruan**

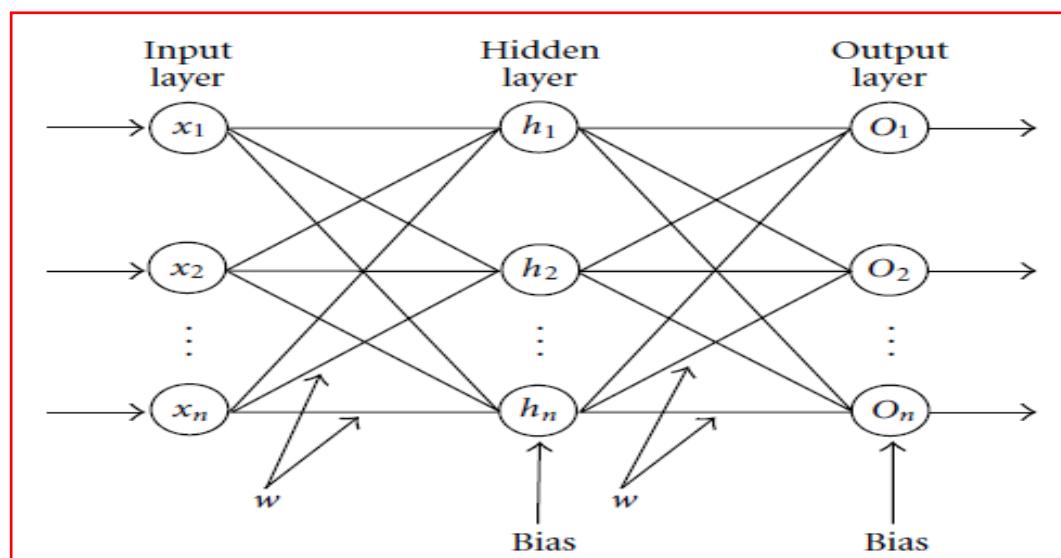
Beberapa defenisi Jaringan Saraf Tiruan:

Menurut Sutojo (2011), Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Cara kerja JST ini sama seperti cara kerja otak manusia, yaitu belajar melalui contoh. Sebuah JST dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran.

Menurut Prahesti (2013), Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan saraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

### **Backpropagation**

Menurut Kusumadewi (2003), *Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan Algoritma *Backpropagation*  
(Sumber: Arun Goel, 2011)

### **Kriteria Tingkat Kesalahan**

Menurut Arun Goel (2011), ada 2 kriteria tingkat kesalahan, yaitu:

#### 1. *Correlation Coefficient* (R)

*Correlation Coefficient* (R) merupakan perbandingan antara hasil prediksi dengan nilai yang sebenarnya. Nilai R dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$R = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (1)$$

dengan:

$$x = X - X', y = Y - Y'$$

X = Nilai pengamatan

X' = Rata-rata nilai X

Y = Nilai Prediksi

Y' = Rata-rata nilai Y

Menurut Suwarno (1995), koefisien korelasi adalah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dibuat kriteria sebagai berikut.

R = 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel,

0 < R ≤ 0,25 : Korelasi sangat lemah,

0,25 < R ≤ 0,50 : Korelasi cukup,

0,50 < R ≤ 0,75 : Korelasi kuat,

0,75 < R ≤ 0,99 : Korelasi sangat kuat, dan

R = 1,00 : Korelasi sempurna.

## 2. Root Mean Square Error (RMSE)

*Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X - Y)^2}{n}} \quad (2)$$

dengan:

n = Jumlah data.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Sungai Siak Sub DAS Siak Hulu Stasiun Pantai Cermin Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Provinsi Riau.

### Pengembangan Model

Secara sederhana, skema penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Sistem Prediksi Debit Menggunakan JST

Dari gambar di atas,  $Q_n$  sebagai data input, merupakan debit yang mengalir pada Sungai Siak pada hari ke- $n$  dan  $Q_{n+1}$  sebagai data target, merupakan debit yang mengalir pada hari ke- $n+1$ . Dengan menggunakan jaringan saraf tiruan yang terdapat pada software MATLAB, dibuatlah model untuk mensimulasikan sistem di atas dengan  $Q_n$  sebagai data input dan  $Q_{n+1}$  sebagai data target sehingga dihasilkan suatu model jaringan saraf tiruan. Adapun tahapan-tahapan membangun model jaringan saraf tiruan tersebut yaitu pelatihan (*training*), pengujian (*testing*), dan validasi (*validation*). Proses prediksi dilakukan dengan menggunakan model hasil validasi kemudian debit hasil prediksi diplot ke dalam excel dalam bentuk grafik hubungan debit dan tinggi muka air. Tinggi muka air diperoleh dari data eksisting yang tersedia dari data AWLR.

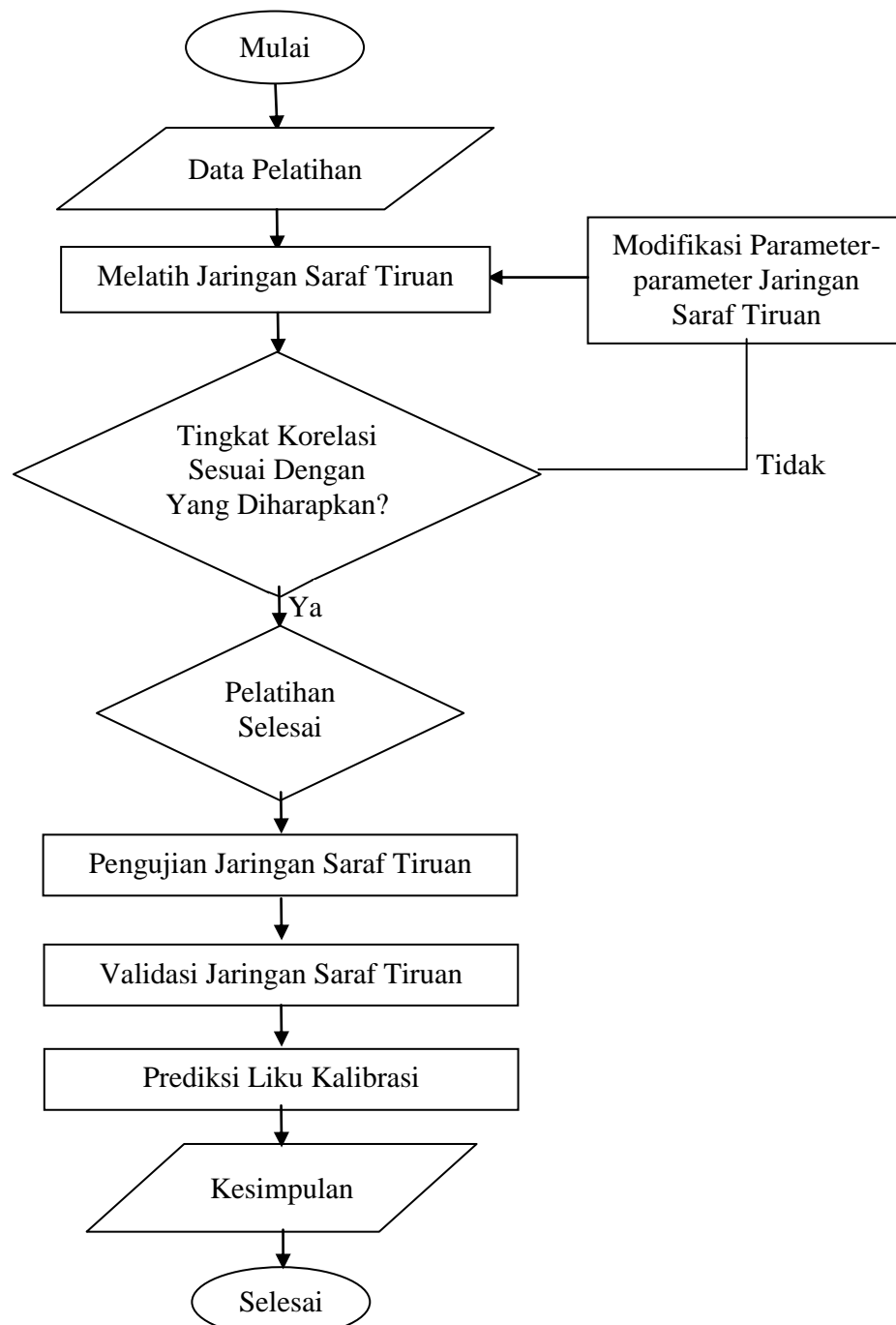
### Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder berupa AWLR yang dikonversi menjadi debit dari tahun 2002 s/d 2008 (kecuali tahun 2007) yang dapat dilihat pada Lampiran A. Sumber data diambil dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau Jl. Cut Nyak Dien 01, Pekanbaru. Adapun distribusi data yaitu:

1. 70% dari total data tahun 2002 s/d 2006 digunakan sebagai data pelatihan (*training*),
2. 30% dari total data tahun 2002 s/d 2006 digunakan sebagai data pengujian (*testing*),
3. Seluruh data tahun 2002 s/d 2006 digunakan sebagai data validasi (*validation*),
4. Data tahun 2008 digunakan sebagai data prediksi untuk tahun 2009.

### Bagan Alir Penelitian

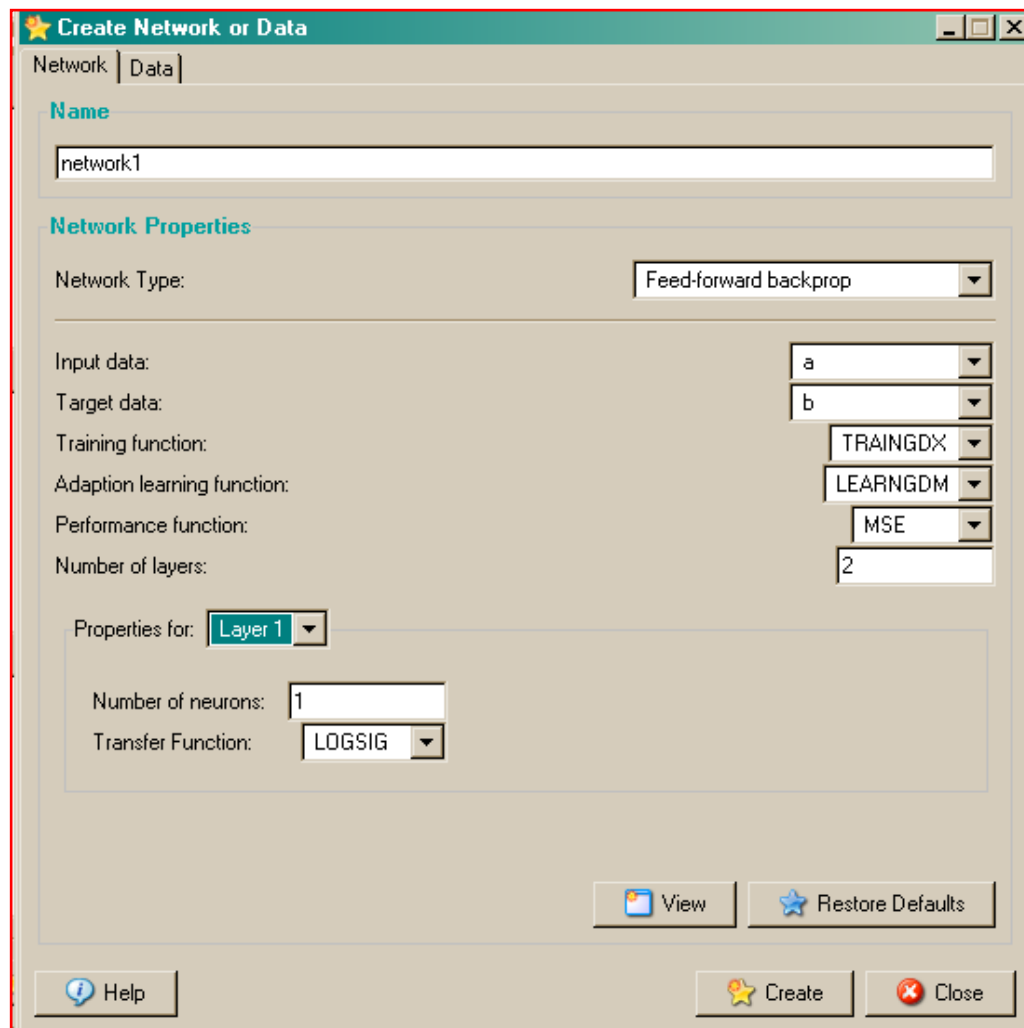
Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 3 berikut.



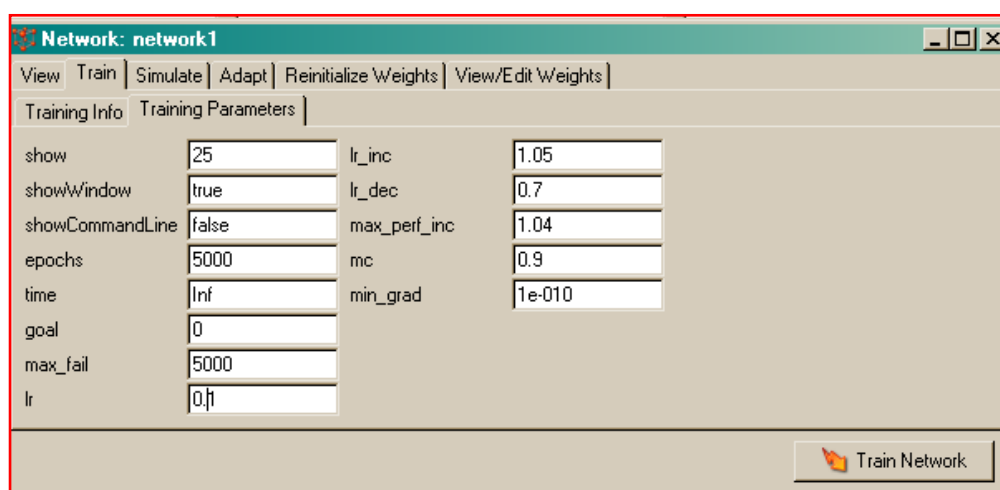
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses pelatihan diperoleh parameter-parameter JST sebagai berikut.

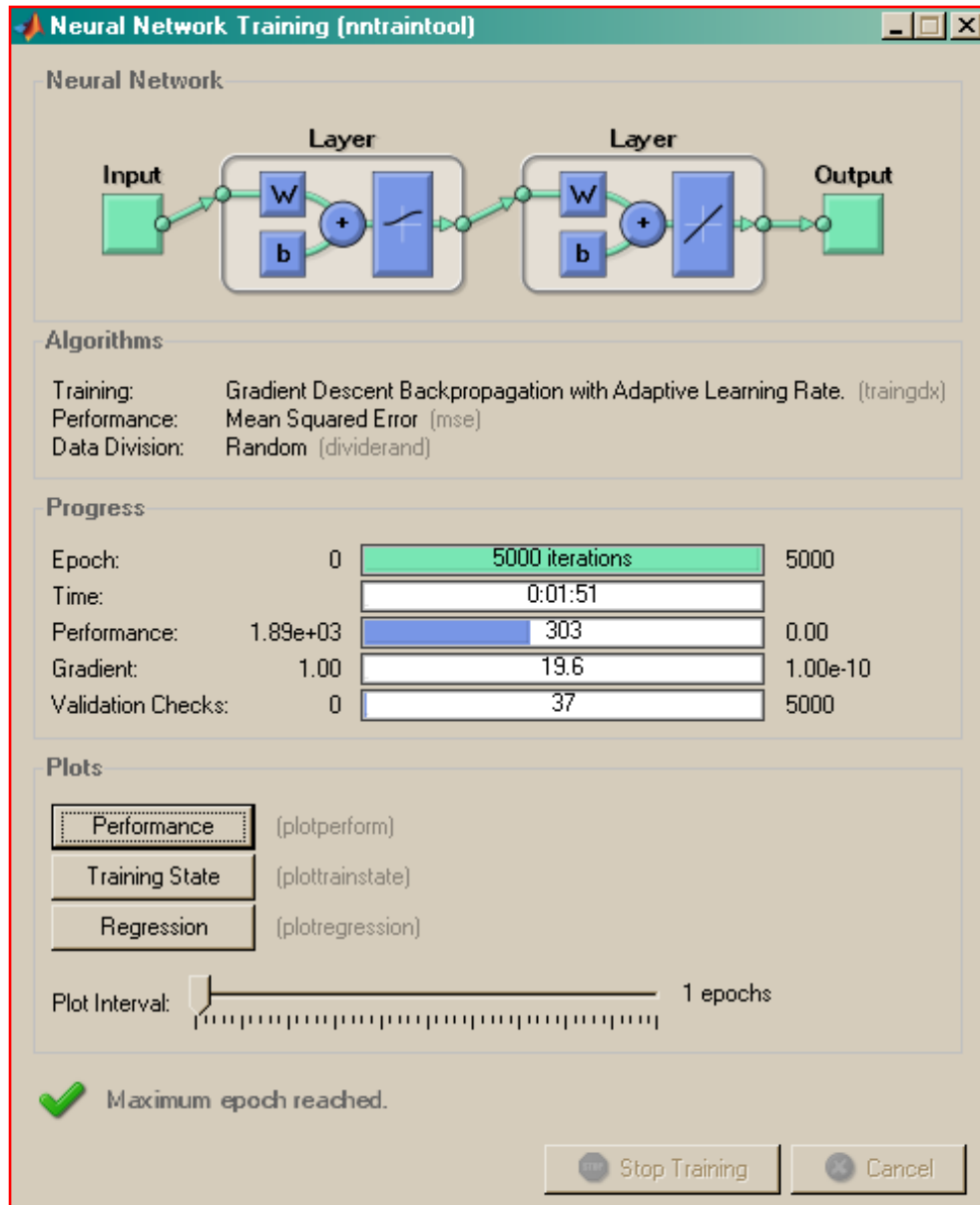


Gambar 4. Propertis Jaringan Pelatihan



Gambar 5. Parameter-parameter Pelatihan

Adapun proses pembelajaran dan hasil pelatihan dengan parameter-parameter di atas disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7 seperti di bawah ini.

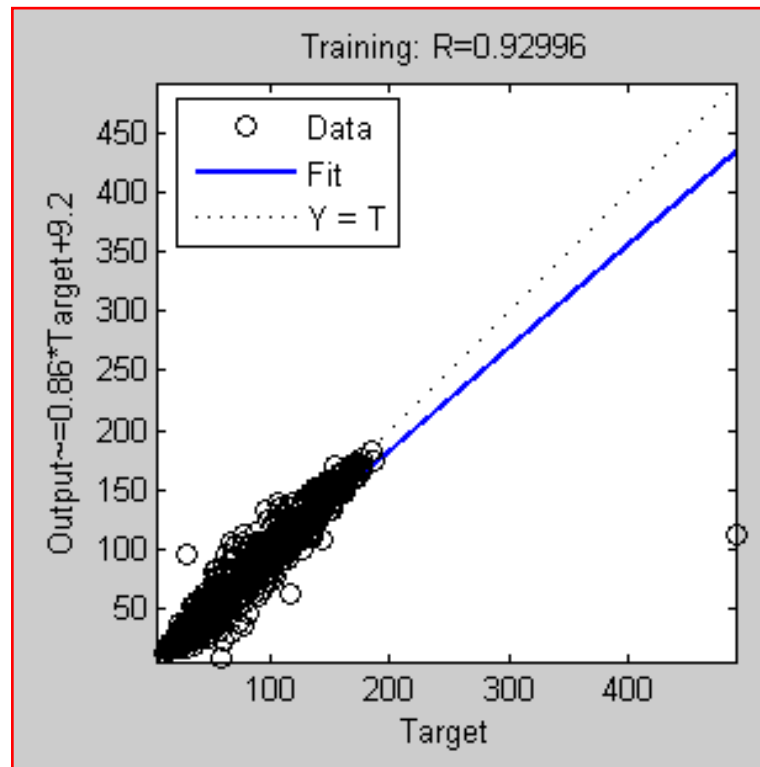


Gambar 6. Proses Pembelajaran Pelatihan

Dari gambar di atas didapatkan informasi sbb:

- Jumlah epoch (perulangan) = 5000 iterasi
- Lama proses pelatihan = 1 menit 51 detik
- Nilai error yang terjadi (MSE) = 303
- Gradien = 19.6
- Maksimum kegagalan = 37/5000

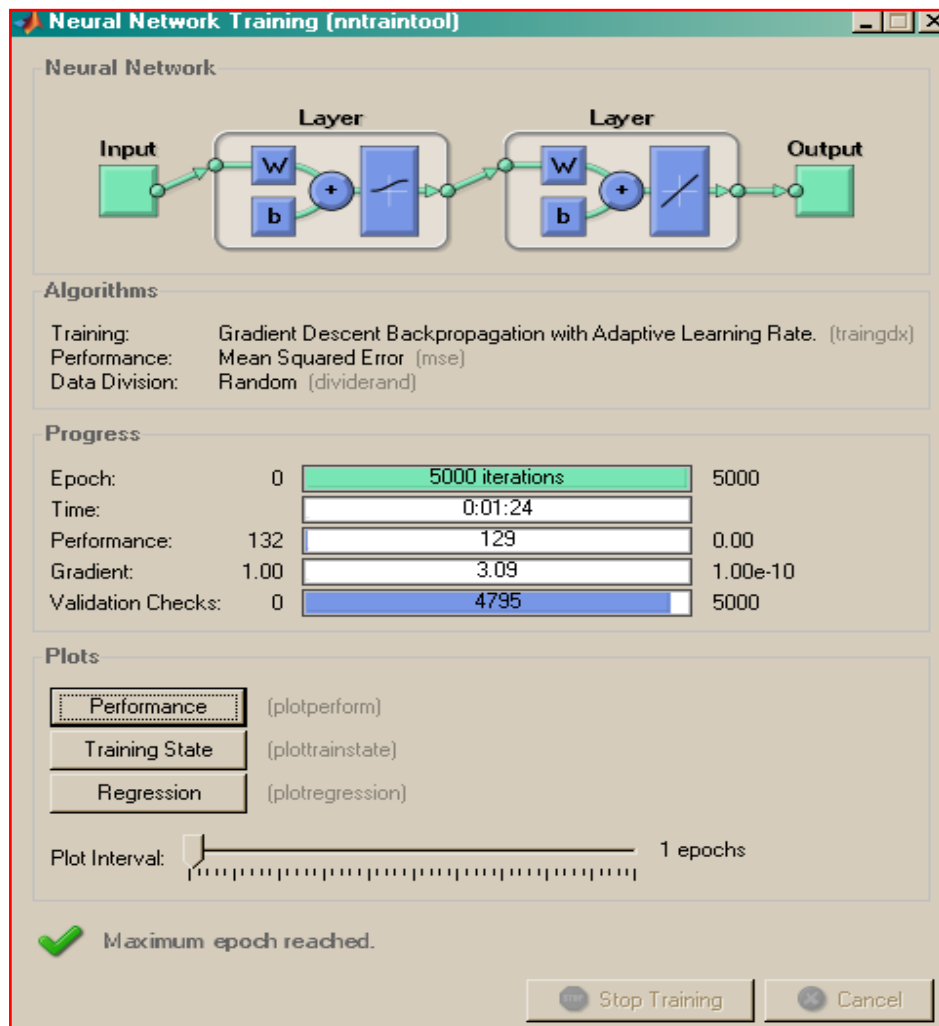




Gambar 7. Nilai Korelasi Output dan Target Pelatihan

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil pelatihan menunjukkan nilai Korelasi,  $R=0,92996$ . Berdasarkan kriteria nilai  $R$  pada sub bab koefisien korelasi, maka model JST hasil pelatihan tergolong pada tingkat korelasi sangat kuat. Selain itu, tingkat kesalahan yang dihasilkan juga relatif kecil dengan nilai  $MSE=303$ . Oleh karena itu, model JST di atas dapat digunakan untuk tahap selanjutnya.

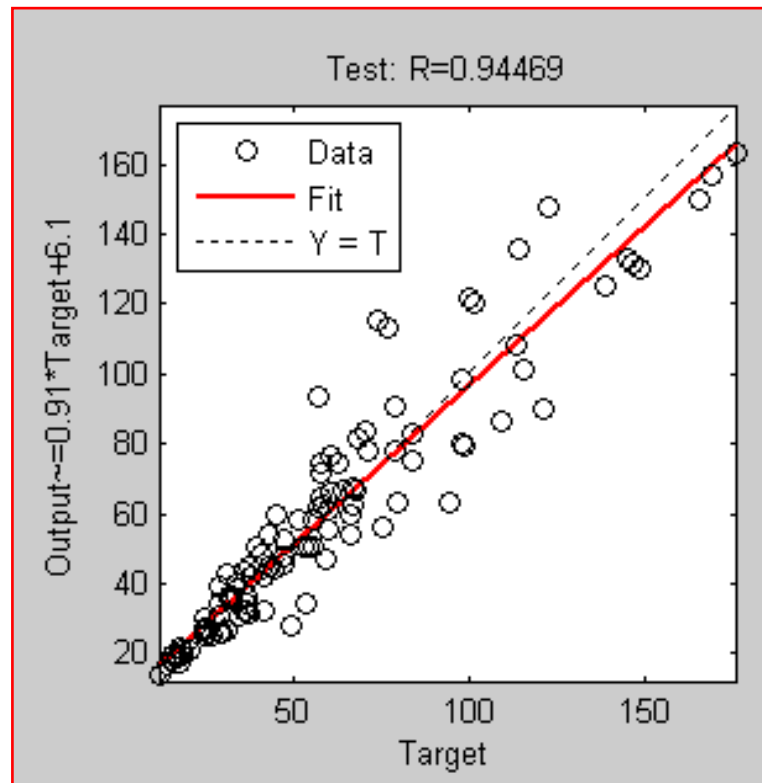
Adapun proses pembelajaran dan hasil pelatihan dengan parameter-parameter di atas disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9 seperti di bawah ini.



Gambar 8. Proses Pembelajaran Data Pengujian

Dari gambar di atas didapatkan informasi sbb:

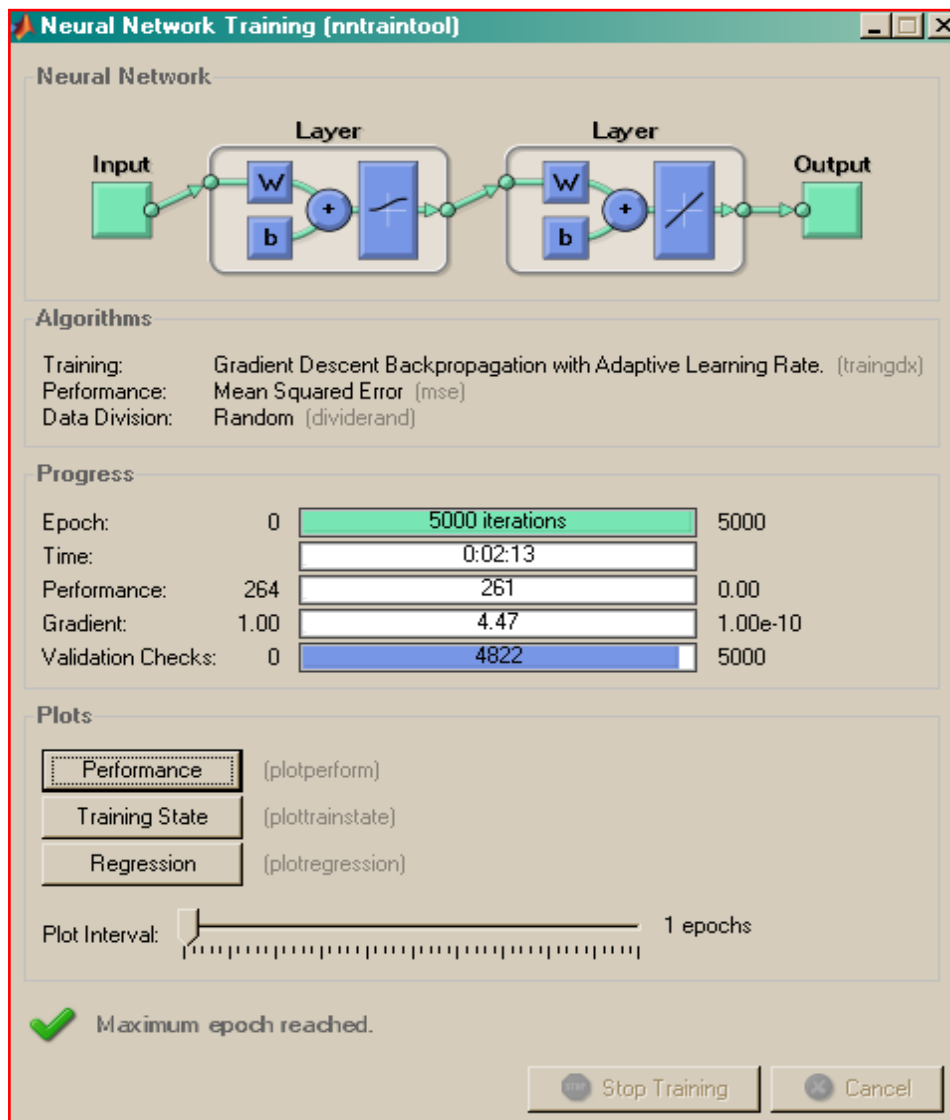
- Jumlah epoch (perulangan) = 5000 iterasi
- Lama proses pelatihan = 1 menit 24 detik
- Nilai error yang terjadi/MSE = 129
- Gradien = 3.09
- Maksimum kegagalan = 4795/5000



Gambar 9. Nilai Korelasi Output dan Target Pengujian

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan nilai  $R=0,94469$  sehingga berdasarkan kriteria nilai  $R$  pada sub bab koefisien korelasi, maka model JST hasil pengujian tergolong pada tingkat korelasi sangat kuat.

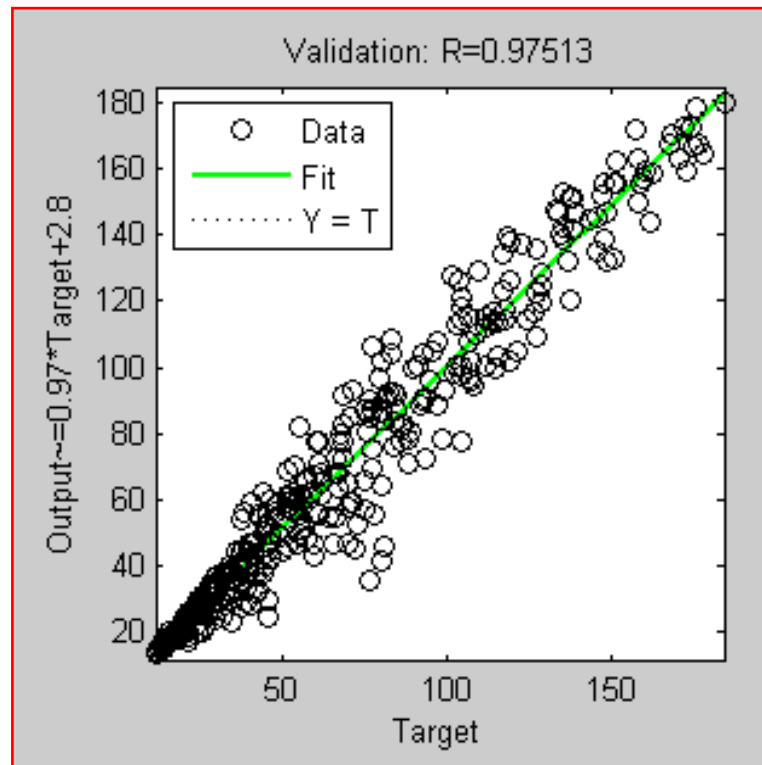
Adapun tahapan-tahapan dan variabel yang digunakan sama dengan proses pelatihan maupun pengujian sehingga didapatkan hasil validasi yang disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11 seperti berikut ini.



Gambar 10. Proses Pembelajaran Validasi

Dari gambar di atas didapatkan informasi sbb:

- Jumlah epoch (perulangan) = 5000 iterasi
- Lama proses pelatihan = 2 menit 13 detik
- Nilai error yang terjadi = 261
- Gradien = 4.47
- Maksimum kegagalan = 4822/5000



Gambar 11. Nilai Korelasi Output dan Target Validasi

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil validasi menunjukkan nilai Korelasi,  $R=0,97513$  sehingga berdasarkan kriteria nilai  $R$  pada sub bab koefisien korelasi, maka model JST hasil pengujian tergolong pada tingkat korelasi sangat kuat.

Setelah validasi data hasilnya sangat bagus, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan prediksi debit 2009 dengan menggunakan data debit 2008. Adapun proses prediksinya yaitu sbb.

a (target) = data debit 2008

network1 = model prediksi

b (Output) = sim(network1,a)

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

Adapun hasil prediksi (output) kemudian dibandingkan dengan target yang ditetapkan dan dihitung prosentase kesalahannya serta dihitung nilai  $R$  dan RMSE. Tabulasi perbandingan nilai target-output serta perhitungan nilai  $R$  dan RMSE dapat dilihat pada Lampiran D. Berdasarkan tabel pada Lampiran D selanjutnya dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi ( $R$ ) dan *root mean square error* (RMSE) seperti yang dapat dilihat di bawah ini.

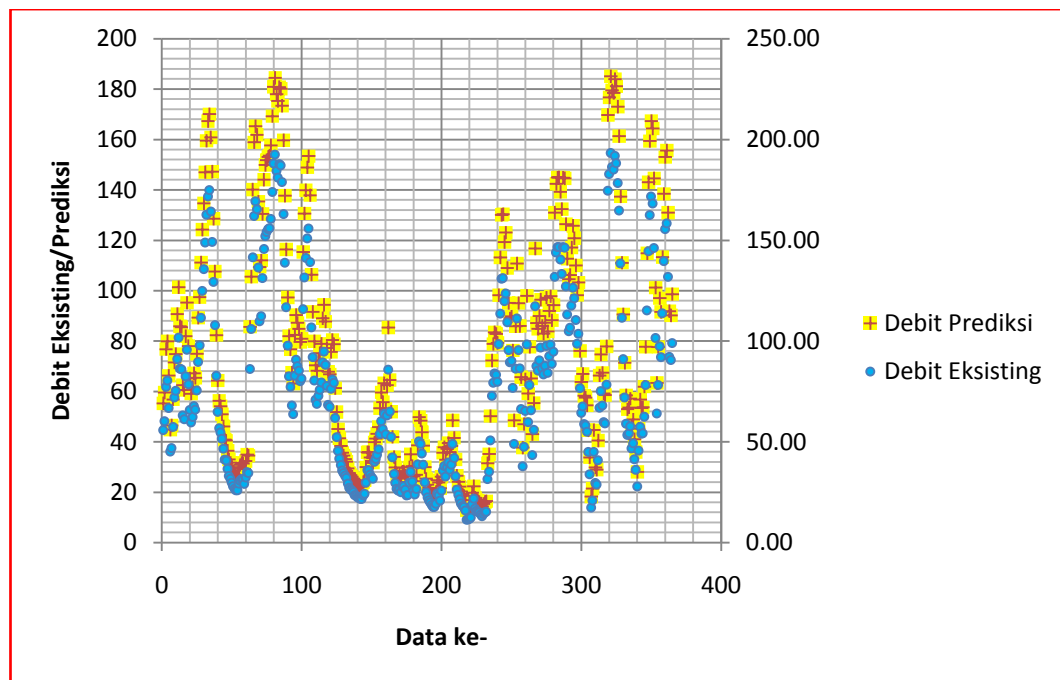
$$R = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{2874578.47}{\sqrt{2915391.57 \times 2834820.38}} = 0.9999147$$

Mengacu pada kriteria nilai R pada sub bab koefisien korelasi, maka tingkat korelasi antara debit eksisting dan debit prediksi tergolong pada tingkat korelasi sangat kuat.

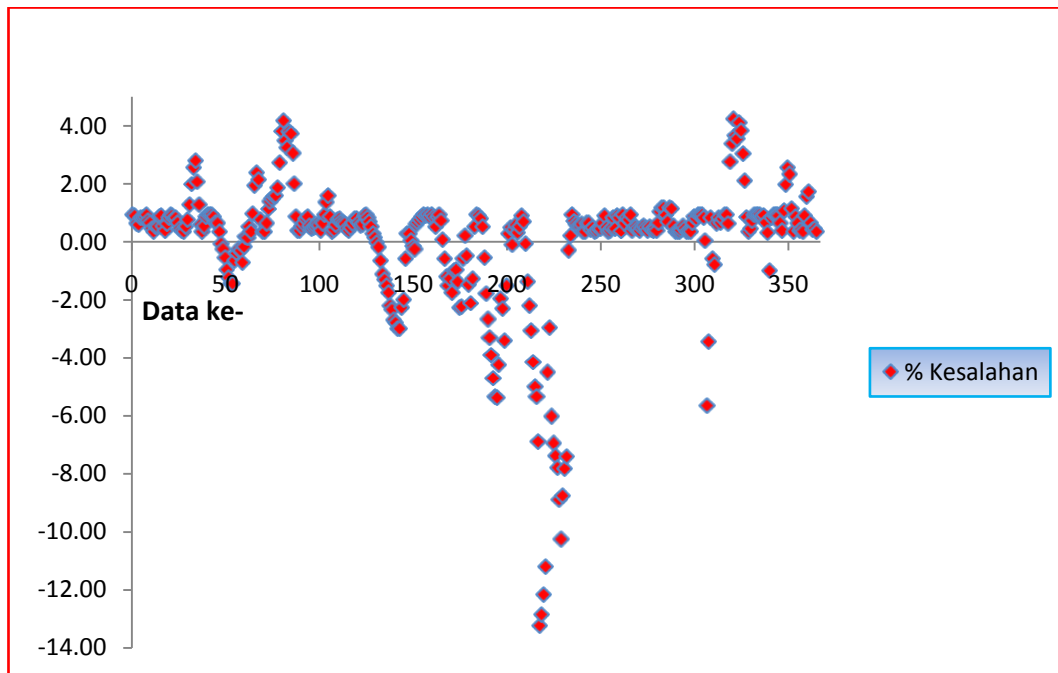
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X - Y)^2}{n}} = \sqrt{\frac{1055.01}{365}} = 1.7001316$$

Berdasarkan nilai RMSE di atas dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi hasil prediksi sudah sangat bagus hal itu dapat dilihat dari tingkat kesalahan yang relatif kecil.

Berikutnya, output jaringan dan target dianalisis dengan regresi menggunakan grafik excel yang disajikan pada Gambar 12 seperti di bawah ini.

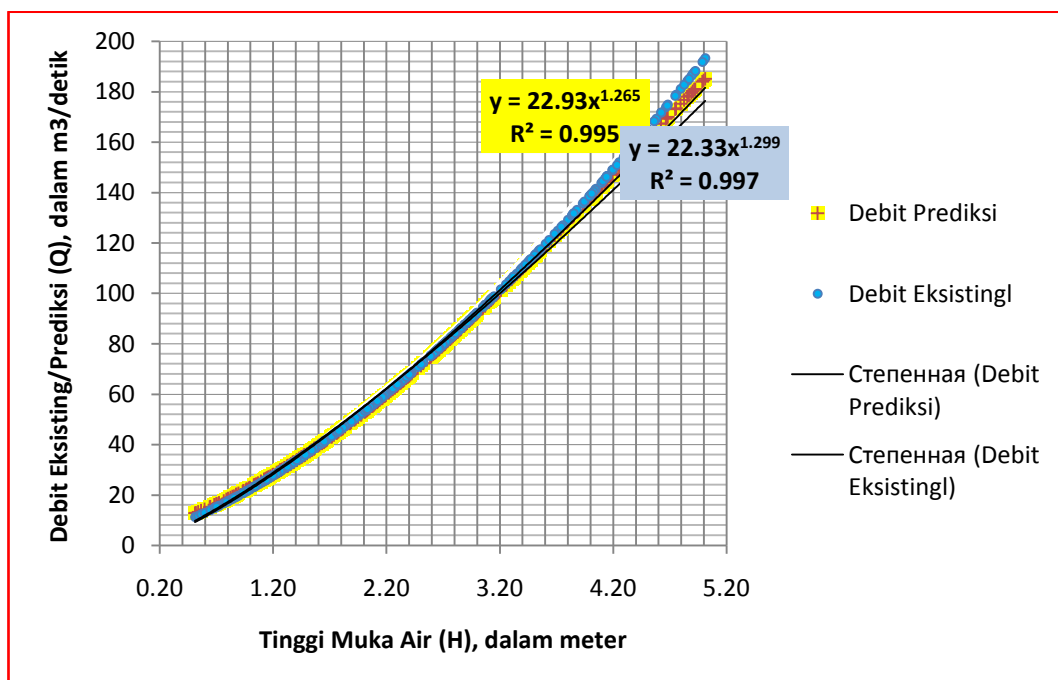


Gambar 12. Perbandingan Antara Debit Eksisting dan Prediksi Tahun 2008  
Besarnya prosentase kesalahan untuk masing-masing debit hasil prediksi juga disajikan menggunakan grafik Excel pada Gambar 13 seperti di bawah ini.



Gambar 13. Besarnya Nilai Prosentase Kesalahan Data Debit Hasil Prediksi.

Debit eksisting dan hasil prediksi dihubungkan dengan tinggi muka air untuk mendapatkan persamaan liku kalibrasi yang disajikan pada Gambar 14 seperti di bawah ini.



Gambar 14. Hubungan Antara Debit dan Tinggi Muka Air untuk Data Eksisting dan Prediksi.

Berdasarkan Gambar 14 di atas, diperoleh persamaan liku kalibrasi untuk memprediksi debit tahun 2009 yaitu  $Q = 22.93 \times H^{1.265}$  dengan nilai korelasi  $R = 0,9975$ . Selanjutnya debit pada tahun 2009 akan diprediksi dengan persamaan liku kalibrasi tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pelatihan menghasilkan nilai perulangan (*epochs*) = 5000, lama pelatihan = 1 menit 51 detik, MSE = 303, gradien = 19.6, maksimum kegagalan = 37/5000 dan  $R = 0.92996$ .
2. Proses pengujian menghasilkan nilai perulangan (*epochs*) = 5000, lama pelatihan = 1 menit 24 detik, MSE = 129, gradien = 3.09, maksimum kegagalan = 4795/5000 dan  $R = 0.94469$ .
3. Proses validasi menghasilkan nilai perulangan (*epochs*) = 5000, lama pelatihan = 2 menit 13 detik, MSE = 261, gradien = 4.47, maksimum kegagalan = 4822/5000 dan  $R = 0.97513$ .
4. Prediksi debit menghasilkan nilai koefisien korelasi ( $R$ ) = 0,9999147 dan tingkat kesalahan (RMSE) = 1,7001316. Berdasarkan klasifikasi nilai  $R$  pada sub bab koefisien korelasi, model jaringan saraf tiruan yang dibangun mempunyai tingkat korelasi sangat kuat dengan nilai koefisien korelasi berada pada  $0,75 < R \leq 0,99$ .
5. Persamaan liku kalibrasi tahun 2009 hasil prediksi menggunakan model jaringan saraf tiruan yaitu  $Q = 22.93 \times H^{1.265}$  dengan koefisien korelasi,  $R=0,9975$ . maka tingkat korelasinya digolongkan pada korelasi sangat kuat

### Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk pembaca yaitu:

1. Penelitian berikutnya bisa dikembangkan dengan arsitektur jaringan yang terdiri dari *multi inputs* dan atau *multi hidden layers* serta *single output*.



2. Penelitian model jaringan saraf tiruan ini bisa dikembangkan untuk memprediksi data lainnya yang dicatat secara kontinu seperti data hujan, data tinggi muka air, data debit dan lain lain.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Imam Suprayogi, MT. dan Ir. Drs. Trimaijon, MT. yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dalam penyelesaian penelitian ini. Tidak lupa pula saya sampaikan terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang telah banyak membantu penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

1. **Goel, A.** 2011. *ANN-Based Approach for Predicting Rating Curve of an Indian River*. International Scholarly Research Network ISRN Civil Engineering, Volume 2011, Article ID 291370, 4 pages doi:10.5402/2011/291370.
2. **Indarto.** 2010. *Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
3. **Kirmanto, D.** 2005. *Penataan Ruang Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak Provinsi Riau*. Seminar Penyelamatan dan Pelestarian DAS Siak. Riau: PU.
4. **Kusumadewi, Sri.** 2003. *Artificial Intelligence*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
5. **Kusumadewi, Sri.** 2004. *Membangun Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan MATLAB dan EXCEL LINK*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
6. **Prahesti, I.** 2013. *Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Curah Hujan Di Yogyakarta*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Amikom.
7. **Sarwono, Jonathan.** *Teori Analisis Korelasi*. Available at : <URL><http://www.jonathansarwono.info/korelasi/korelasi.htm> [Accessed 7 Oktober 2013]
8. **Setiawati, N.A.** 2005. *Das Sungai Siak Provinsi Riau*. Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Depok: Universitas Indonesia.
9. **Sri Harto.** 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia.
10. **Sri Harto.** 2000. *Hidrologi*. Jakarta: Nafiri.

11. **Suprpto, Mamok.** 2008. *Pemodelan Pengelolaan Aliran Rendah dengan Pendekatan Hidrologi Elementer*. Solo: Universitas Sebelas Maret.
12. **Suryatmojo, H.** 2006. *Hidrologi Hutan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
13. **Sutojo, dkk.** 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
14. **Suyanto.** 2008. *Soft Computing*. Bandung: Informatika Bandung.
15. **Widodo, P.P dan Handayanto, R.T.** 2012. *Penerapan Soft Computing Dengan MATLAB*. Bandung: Rekayasa Sains.