

PENELUSURAN BANJIR (*FLOOD ROUTING*) TERHADAP MUKA AIR SUNGAI DENGAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN (STUDI KASUS DAS KAMPAR DAN DAS SIAK)

Rico Ardiansyah Amri¹, Manyuk Fauzi², Siswanto²

¹Jurusan Teknik Sipil Program S-1, Fakultas Teknik Universitas Riau

²Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau Pekanbaru

Kampus Bina Widya JL. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Pos 28293

e-mail : teknik-sipil@unri.ac.id, website: <http://ce.unri.ac.id>

E-mail : Rico.Amri@gmail.com

ABSTRACT

River water level data forecasting Q_n to Q_{n+1} by using Artificial Neural Network model approach Backpropagation algorithm produces good value if the value of the correlation between upstream and downstream AWLR good enough, it can be seen from the process of training, testing and validation of the neural network that generates the value correlation learning high enough. Where in the wake of the artificial neural network model Backporagation algorithms using MATLAB programs, such as for this parameter is Epoch = 2000, Ir = 0.1, mc = 0.9. Data Variation 70 (training) and 30 (Tests), it is proven in testing the artificial neural network model is applied to predict water levels in 2012. So this data can be a flood early warning system in the downstream areas of the river.

Keyword : neural network, the back propagation algorithm, face high water forecasting

PENDAHULUAN

Dalam waktu terakhir ini sekitar bulan Desember dan Januari 2013 banyak terjadi bencana banjir dimana-mana. Kejadian banjir saat itu dapat dikategorikan sebagai bencana alam besar dan sebaran kejadiannya meliputi beberapa lokasi. Di Pulau Sumatra meliputi: Medan, Riau dan beberapa lokasi lainnya seperti Jabotabek, Sulawesi Utara, dan di beberapa tempat lainnya dalam skala yang lebih kecil. Banjir

yang terjadi saat itu disebabkan oleh beberapa sumber seperti: tingginya curah hujan yang berlangsung dalam durasi lama, sehingga menyebabkan banyak genangan air di wilayah perkotaan. Selain itu banjir disebabkan oleh meluapnya sungai-sungai utama yang melalui daerah pemukiman dan perkotaan, akibat intensitas curah hujan yang tinggi di daerah hulu atau sering disebut sebagai banjir bandang atau kiriman.

Dalam studi hidrologi fluktuasi dan perjalanan gelombang debit aliran dari satu titik bagian hulu ke titik berikutnya di bagian hilir dapat diketahui/diduga pola dan waktu perjalanannya. Metode itu biasa dikenal sebagai metode penelusuran banjir (*flood routing*). Menurut Soemarto (1987) penelusuran banjir adalah merupakan peramalan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Hidrograf banjir dapat ditelusuri lewat palung sungai (cekungan yang terbentuk oleh aliran secara alamiah) atau lewat waduk. Dalam praktiknya kajian penelusuran banjir ini bertujuan untuk: Peramalan banjir jangka pendek, Perhitungan hidrograf satuan pada berbagai titik sepanjang sungai dari hidrograf satuan di suatu titik sungai tersebut, Peramalan terhadap kelakuan sungai setelah terjadi perubahan keadaan palung sungai (misalnya karena adanya pembangunan bendungan atau pembuatan tanggul) dan Deviasi hidrograf sintetik. Berdasarkan pemikiran di atas dan nilai kemanfaatan dari metode penelusuran banjir tersebut, penulis mencoba menerapkan metode penelusuran banjir dengan mengambil kasus Induk Sungai Siak SUB DAS Kampar dan SUB DAS Rokan Hulu. Pemilihan SUB DAS ini semata-mata

sebagai kasus saja dan sekaligus sebagai perbandingan terhadap penelitian sebelumnya, dimana penelitian sebelumnya menggunakan 1 input untuk 1 target, disini saya mencoba untuk lebih memperbanyak data input supaya dapat menjadi perbandingan terhadap hasil sebelumnya, apakah dalam penelitian ini akan didapati hasil yang lebih maksimal untuk kedepannya.

Penelusuran banjir dapat juga diartikan sebagai penyelidikan perjalanan banjir (*flood tracing*). yang didefinisikan sebagai upaya prakiraan corak banjir pada bagian hilir berdasarkan corak banjir di daerah hulu (sumbernya). Oleh karena itu dalam kajian hidrologi penelusuran banjir (*flood routing*) dan penyelidikan banjir (*flood tracing*) digunakan untuk peramalan banjir dan pengendalian banjir. Untuk melakukan analisis penelusuran banjir dihitung dengan menggunakan persamaan kinetik dan persamaan kontinyu. Akan tetapi cara ini adalah perhitungan yang sangat sulit dan sangat lama dikerjakan. Penelusuran banjir dapat diterapkan atau dilakukan melalui/lewat dua bentuk kondisi hidrologi, yaitu lewat palung sungai dan waduk. Penelusuran banjir lewat waduk hasil yang diperoleh dapat lebih eksak (akurat) karena penampungannya adalah fungsi langsung

dari aliran keluar (*outflow*). Dalam kajian ini penelusuran banjir dilakukan lewat palung sungai.

Dewasa ini, telah ada minat yang tumbuh dalam analisis proses hidrologi yang kompleks dengan menggunakan teknik pemodelan, salah satunya yaitu jaringan saraf tiruan (JST). Penelitian JST ini dilakukan oleh Arun Goel (2011) dengan mengeksplorasi potensi *backpropagasi* JST dalam memprediksi liku kalibrasi dengan menggunakan data dari Stasiun Pengukuran Tirkarpara Sungai Mahanadi India. Kinerja *backpropagasi* JST Sungai Mahandi India ini juga telah dibandingkan dengan pendekatan model *regresi multilinear* dan hasil yang diperoleh cukup bagus sehingga penelitian ini bisa dikembangkan dengan meneliti sungai-sungai lainnya yang ada di Indonesia khususnya Provinsi Riau, mengingat efisiensi dan efektifitas dari penggunaan metode ini dalam memprediksi liku kalibrasi.

Didalam penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian state hydrograph ini oleh peneliti yang terdahulu dimana dilakukan penelitian dengan menggunakan data AWLR disebelah hulunya untuk mendapatkan data tinggi muka air dibagian hilir dengan memasukkan data hulu saja, disini saya coba untuk mengembangkan

aplikasi tersebut dengan mencoba untuk memasukkan 2 input data awlr dibagian hulu dan hilir untuk mendapatkan target hasil data hilir pada SUB DAS yang sama agar menjadi perbandingan terhadap penelitian sebelumnya sehingga bisa menjadi acuan apakah mendekati sempurna atau sebaliknya. bisa digunakan alternatif lain untuk mengatasi permasalahan tersebut juga turut mempengaruhi perkembangan daerah yang ada disekitarnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Penelusuran Banjir adalah suatu metode pendekatan untuk menentukan variasi debit terhadap waktu pada suatu titik pengamatan.

Tujuan Penelusuran Banjir:

- Untuk memprediksi banjir jangka pendek
- Untuk penggambaran hidrograf satuan berbagai titik di suatu sungai
- Untuk memperoleh karakteristik sungai setelah melewati palung
- Untuk menderivasi hidrograf sintetik

Penelusuran banjir adalah merupakan prakiraan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Hidrograf banjir dapat ditelusuri lewat palung sungai atau lewat waduk.

Pendekatan yang pertama adalah yang tidak didasarkan atas hukum-hukum hidrolika, sedangkan yang kedua menggunakan hukum-hukum hidrolika. Pada cara pertama, yang ditinjau hanyalah hukum kontinuitas, sedangkan persamaan keduanya didapatkan secara empirik dari pengamatan banjir. Pada cara kedua, aliran adalah tidak tetap yang berubah secara ruang (*spatially varied unsteady flow*), yang penelusurannya dilaksanakan secara simultan dari ekspresi-ekspresi kontinuitas dan momentum. Penelusuran lewat waduk, yang penampungannya merupakan fungsi langsung dari aliran keluar (*outflow*), dapat diperoleh hasil yang lebih eksak.

Penelusuran banjir dapat juga diartikan sebagai penyelidikan perjalanan banjir (*flood tracing*), yang didefinisikan sebagai upaya prakiraan corak banjir pada bagian hilir berdasarkan corak banjir di daerah hulu (sumbernya). Oleh karena itu dalam kajian hidrologi penelusuran banjir (*flood routing*) dan penyelidikan banjir (*flood tracing*) digunakan untuk peramalan banjir dan pengendalian banjir.

Untuk melakukan analisis penelusuran banjir dihitung dengan menggunakan persamaan kinetik dan persamaan kontinyu. Akan tetapi cara ini

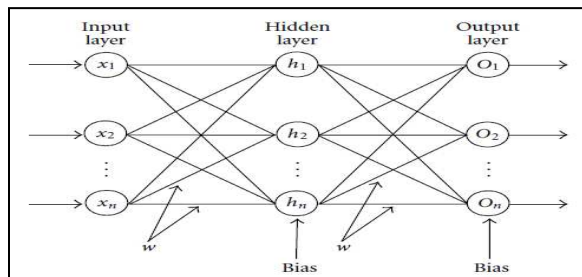
adalah perhitungan yang sangat sulit dan sangat lama dikerjakan. Oleh karena itu untuk keperluan praktek praktek perhitungan hidrologi digunakan cara perhitungan yang lebih sederhana yaitu dengan metode perhitungan persamaan seri dan persamaan penampungan. Salah satu cara/metode yang biasanya digunakan adalah metode Jaringan Saraf Tiruan.

Penelusuran banjir dapat diterapkan atau dilakukan melalui / lewat dua bentuk kondisi hidrologi, yaitu lewat palung sungai dan waduk. Penelusuran banjir lewat waduk hasil yang diperoleh dapat lebih eksak (akurat) karena penampungannya adalah fungsi langsung dari aliran keluar (*outflow*). Dalam kajian ini penelusuran banjir dilakukan lewat palung sungai.

Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan adalah konsep pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara bioogis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari konsep ini adalah struktur dari sistem pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (neuron), bekerja serentak untuk menyelesaikan masalah tertentu. 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. Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajara. Jaringan saraf tiruan ini dibuat dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Prahesti, 2013). Jaringan Syaraf Tiruan berasal dari penelitian kecerdasan buatan, terutama percobaan untuk menirukan fault-tolerance dan kemampuan untuk belajar dari system syaraf biologi dengan model struktur low-level dari otak.



Pelatihan JST

Pada kegiatan pelatihan jaringan syaraf tiruan digunakan jumlah data 70%, dari total seluruh data yang ada. Proses pelatihan menggunakan MATLAB.

Pengujian JST

Model JST hasil pelatihan (*training*) perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah model JST yang telah dibangun bisa

diaplikasikan untuk data yang lain atau hanya terbatas untuk data pelatihan. Data pengujian menggunakan 30% dari total data. Tahapan-tahapan dari proses pengujian sama dengan tahapan-tahapan pada proses pelatihan yang telah dijelaskan sebelumnya hanya berbeda pada data masukan yang digunakan.

Validasi JST

Validasi dilakukan setelah pelatihan dan pengujian selesai. Validasi ini dilakukan untuk mengaplikasikan model JST yang telah dibangun pada proses pelatihan sehingga model JST tersebut bisa digunakan untuk memprediksi tinggi muka air pada tahun 2012.

Prediksi Tinggi Muka Air

Model JST yang telah dibangun pada proses pelatihan, lalu diuji serta dilakukan validasi digunakan untuk memprediksi tinggi muka air pada tahun 2012 data tinggi muka air tahun 2009-2011 (Q) yang diperoleh dari BWS Sumatera III Provinsi Riau.

Kriteria Pembelajaran

Pada penelitian ini digunakan 3 kriteria pembelajaran sebagai berikut:

1. Correlation Coefficient (R)

Correlation Coefficient (R) merupakan perbandingan antara hasil prediksi dengan nilai yang sebenarnya, dimana

jika hasil perhitungan nilai R semakin mendekati 1, maka hasil prediksi akan mendekati hasil yang sebenarnya. Nilai R dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$R = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

dengan:

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

X = Nilai pengamatan/Observasi

X' = Rata-rata nilai X

Y = Nilai Prediksi

Y' = Rata-rata nilai Y

Menurut Suwarno (2008), koefisien korelasi adalah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai dengan +1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strenght*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah. Untuk memudahkan melakukan interpretasi

mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dibuat kriteria sebagai berikut.

- a. $R = 0$: Tidak ada korelasi antara dua variabel,
- b. $0 < R \leq 0,25$: Korelasi sangat lemah,
- c. $0,25 < R \leq 0,50$: Korelasi cukup,
- d. $0,50 < R \leq 0,75$: Korelasi kuat,
- e. $0,75 < R \leq 0,99$: Korelasi sangat kuat, dan
- f. $R = 1,00$: 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.

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

dengan:

n = Jumlah data.

3. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

Kriteria pembelajaran model NSE tidak jauh berbeda dengan kriteria pembelajaran yang lainnya, adapun persamaan Nash-sutchliffe *efficiency* (NSE) sebagai berikut :

$$NSE = 1 - \frac{\sum (X - Y)^2}{\sum (X - \bar{X})^2}$$

dengan :

O = nilai observasi,

P = nilai prediksi, dan

\bar{O} = rerata observasi.

NSE memiliki range antara $-\infty$ sampai dengan 1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Motovilov et al (1999), NSE memiliki beberapa kriteria seperti yang diperlihatkan pada tabel 1 berikut..

Tabel 1. kriteria Nilai Nash-Sutcliffe *efficiency* (NSE)

Nilai Nash-sutcliffe <i>efficiency</i> (NSE)	Interpretasi
$NSE > 0,75$	Baik
$0,36 < NSE < 0,75$	Memenuhi
$NSE < 0,36$	Tidak Memenuhi

Sumber : Motovilov, et al (1999)

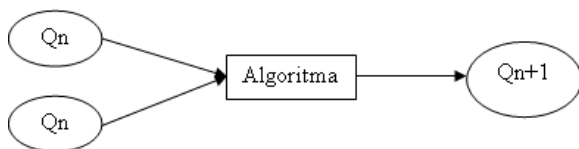
METODELOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Sungai Siak Sub DAS Tapung Kiri Stasiun Tandun Kabupaten Rokan Hulu dan Sub DAS Siak Hulu Stasiun Pantai Cermin Kabupaten Kampar Provinsi Riau.

Pengembangan Model

Secara sederhana, skema penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Sistem Prediksi Debit

Menggunakan JST

Dari gambar di atas, Q_n sebagai data input, merupakan tinggi muka air yang mengalir pada Sungai Kampar dan sungai Siak pada hari ke-n dan Q_{n+1} sebagai data target, merupakan debit yang mengalir pada hari ke-n+1. Dengan menggunakan JST 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. Adapun tahapan-tahapan membangun model tersebut yaitu pelatihan (*training*), pengujian (*testing*). Proses prediksi dilakukan dengan menggunakan model hasil pengujian (*testing*) kemudian tinggi muka air hasil prediksi diplot ke dalam excel dalam bentuk grafik hubungan tinggi muka air prediksi dan tinggi muka air Observasi yang diperoleh dari data existing yang tersedia dari data AWLR.

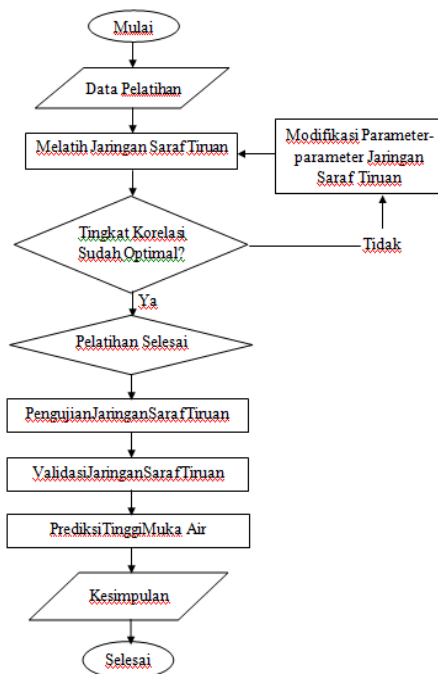
Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data berupa data tinggi muka air hasil pencatatan AWLR dari tahun 2009 s/d 2012 Sumber data diambil dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera III Provinsi Riau Jalan Cut Nyak Dien 01, Pekanbaru. Adapun distribusi data yaitu:

1. 70% dari total 2009 s/d 2011 digunakan sebagai data pelatihan (*training*),
2. 30% dari total tahun 2009 s/d 2011 digunakan sebagai data pengujian (*testing*),
3. Seluruh data debit tahun 2009 s/d 2011 digunakan sebagai data validasi (*validation*),
4. Data tinggi muka air Stasiun Tandung tahun 2012 digunakan sebagai data input simulasi prediksi, dan
5. Data tinggi muka air Stasiun Pantai Cermin tahun 2012 digunakan sebagai data aktual pembeding.

Bagan Alir Penelitian

Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada gambar berikut

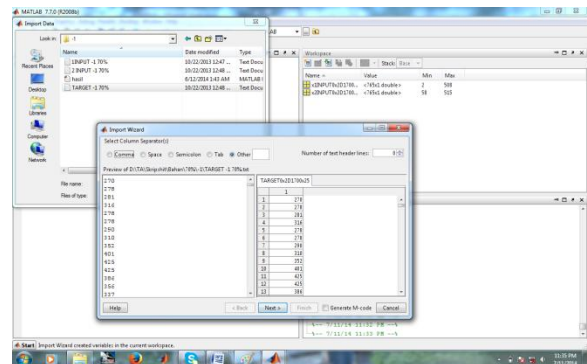


Gambar 2. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan (data 70 %)

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 70% dari jumlah data. lalu data yang telah dibangun pada Excel diinput pada program JST, adapun proses penginputan data dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Pemasukan data input dan data target

Sebelum menentukan Parameter-parameter JST kita harus menentukan fungsi-fungsi yang berpengaruh pada pemodelan jaringan syaraf tiruan, adapun Fungsi-fungsi tersebut yaitu;

1) Fungsi Training, Learning dan Kinerja.

Dalam penelitian ini Fungsi training dan Learning dibatasi dengan menggunakan Fungsi TRAINGDX dan LEARNGDM, fungsi ini sudah dibuktikan dalam penelitian sebelumnya oleh Mahyudin 2013 dan Asral 2013 dimana menghasilkan nilai korelasi yang optimum.

Fungsi pelatihan yang digunakan yaitu *epoch*, *gradient descent* dengan momentum dan *adaptive learning rate* (TRAINGDX), fungsi ini akan memperbaiki bobot-bobot berdasarkan *gradient descent* dengan *learning rate* yang bersifat *adaptive* dan menggunakan momentum. Dimana perubahan *Learning rate* mempengaruhi model JST yang kita bangun dalam menghasilkan Korelasi yang diharapkan. Apabila *learning rate* terlalu tinggi, maka algoritma menjadi tidak stabil. Sangat sulit untuk menentukan berapa nilai *learning rate* yang optimal sebelum proses pelatihan berlangsung. Pada kenyataannya, nilai *learning rate* yang optimal ini akan terus berubah selama proses pelatihan seiring dengan berubahnya nilai fungsi kinerja. Pada fungsi TRAINGDX, nilai *learning rate* akan diubah selama proses pelatihan untuk menjaga agar algoritma ini senantiasa stabil selama proses pelatihan.

Fungsi pelatihan TRAINGDX, pada dasarnya sama dengan fungsi pelatihan standar dengan beberapa perubahan. Pertama dihitung terlebih dahulu nilai output jaringan dan error pelatihan. Pada setiap epoch, bobot-bobot baru dihitung dengan menggunakan *learning rate* yang ada. Kemudian dihitung kembali output jaringan dan error pelatihan. Jika perbandingan

antara error pelatihan yang baru dengan error pelatihan yang lama melebihi maksimum kenaikan kinerja (*max_perf_inc*), maka bobot-bobot baru tersebut akan diabaikan, sekaligus nilai *learning rate* akan dikurangi dengan cara mengalikannya dengan *lr_dec*. sebaliknya, apabila perbandingan antara error pelatihan baru dengan error pelatihan lama kurang dari maksimum kenaikan kinerja, maka nilai bobot-bobot akan dipertahankan, sekaligus nilai *learning rate* akan dinaikkan dengan cara mengalikannya dengan *lr_inc*. Dengan cara ini, apabila *learning rate* terlalu tinggi dan mengarah ke ketidakstabilan, maka *learning rate* akan diturunkan. Sebaliknya, jika *learning rate* terlalu kecil untuk menuju konvergen, maka *learning rate* akan dinaikkan. Dengan demikian, maka algoritma pembelajaran akan tetap terjaga pada kondisi stabil.

fungsi pembelajaran LEARNGDM. Perbedaan fungsi LEARNGDM ini dengan fungsi LEARNGD yaitu fungsi ini tidak hanya merespon gradien lokal saja, namun juga mempertimbangkan kecenderungan yang baru saja terjadi pada permukaan *error*. Besarnya perubahan bobot ini dipengaruhi oleh suatu konstanta yang dikenal dengan nama momentum, *mc* yang bernilai antara 0 sampai 1. Dengan

demikian, apabila nilai $mc = 0$, maka perubahan bobot hanya akan dipengaruhi oleh gradiennya. Namun, apabila nilai $mc = 1$, maka perubahan bobot akan sama dengan perubahan bobot sebelumnya.

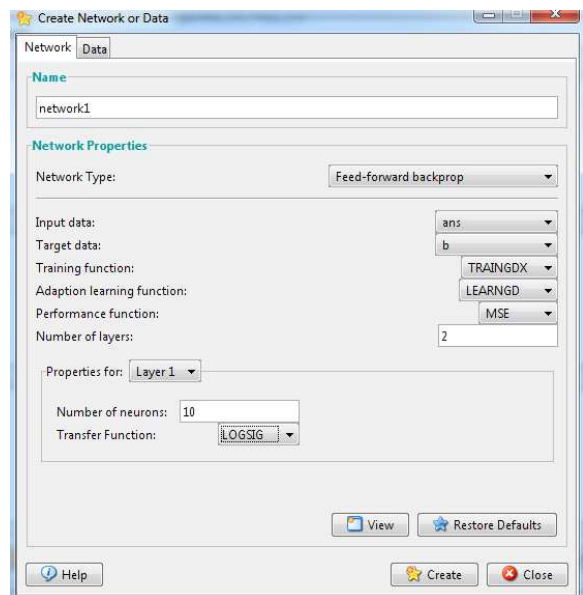
Fungsi kinerja yang digunakan yaitu *Mean Square Error* (MSE), fungsi ini adalah fungsi kinerja yang paling sering digunakan untuk *backpropagation*. Fungsi ini akan mengambil rata-rata kuadrat *error* yang terjadi antara output jaringan dan target.

2. Fungsi Aktifasi

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab 2, dimana ada 3 Fungsi aktifasi pada algoritma *Backpropagation* yaitu LOGSIG, TANSIG, PURLINE. Fungsi aktifasi sangat mempengaruhi kinerja model JST yang dibangun dalam menghasilkan nilai korelasi yang optimum, dimana Fungsi aktifasi merespon kinerja Jaringan pada tiap lapisan (*layer*). Pada penelitian ini digunakan Fungsi aktifasi LOGSIG dan PURLINE, penggunaan fungsi ini sudah dibuktikan sebelumnya pada penelitian Mahyudin 2013 dengan menghasilkan nilai korelasi yang tinggi atau optimum. Adapun fungsi aktifasi ini dibagi, pada Lapisan input (1 dan 2) menggunakan LOGSIG dan pada Lapisan output (3) PURLINE.

Fungsi aktifasi yang digunakan yaitu LOGSIG pada lapisan 1 dan 2, serta

PURELIN pada lapisan 3. LOGSIG atau fungsi sigmoid biner adalah fungsi yang digunakan untuk JST yang dilatih menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi ini memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan JST yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Fungsi ini memiliki sifat non-linier sehingga sangat baik untuk menyelesaikan permasalahan dunia nyata yang kompleks. Sedangkan PURELIN atau fungsi linier adalah fungsi identitas yang mempunyai nilai keluaran sama dengan nilai masukannya. Pemilihan fungsi aktifasi disesuaikan dengan permasalahan yang diamati serta algoritma pelatihan yang digunakan.

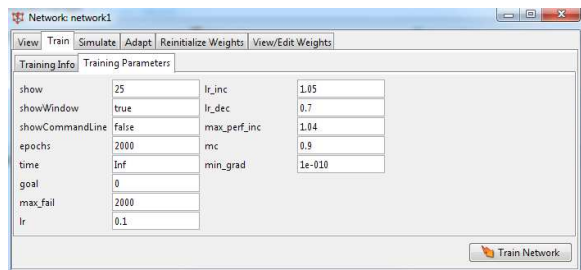


Gambar 4. Propertis Jaringan Pelatihan 1

Berdasarkan Gambar 3 digunakan algoritma *feed-forward backpropagation* yaitu perhitungan maju untuk menghitung *error* antara keluaran aktual dan target; dan perhitungan mundur untuk yang mempropagasikan balik *error* tersebut untuk memperbaiki bobot-bobot sinaptik pada semua neuron yang ada. Perhitungan maju dan mundur tersebut dilakukan berulang-ulang sebanyak *epoch* (iterasi) yang kita tetapkan hingga mencapai nilai *error* yang kita inginkan. Kemudian jumlah Layer yang digunakan telah ditetapkan sebanyak 3 lapisan dengan 10 *neuron* yang telah ditetapkan pada awal penelitian.

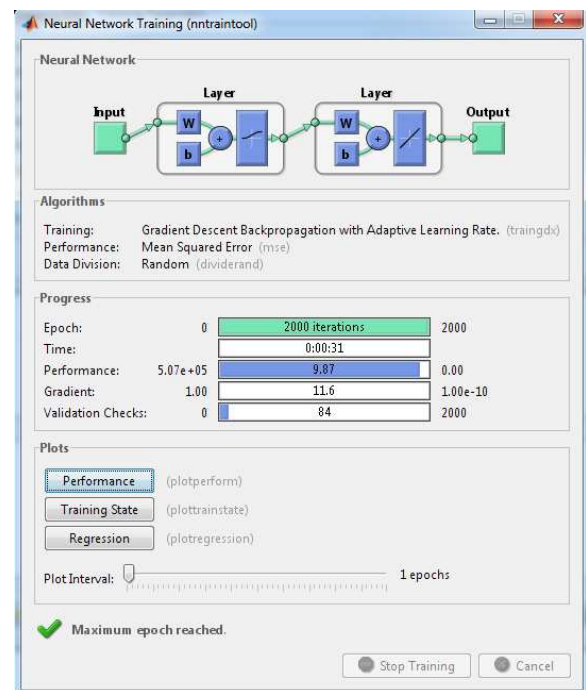
Dengan tahapan-tahapan pelatihan ini dilakukan percobaan dengan beberapa Jumlah *epoch* yang berbeda-beda, yaitu 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, sama seperti proses pelatihan jaringan pada sub bab 3.4.1 di atas, maka pada pelatihan ini digunakan propertis jaringan untuk membangun model. Berikut ini proses dan hasil pelatihan yang menghasilkan nilai korelasi optimum. Yaitu *epoch* 2000 dengan menggunakan nilai *lr* dan *Mc* default seperti yang disajikan pada Gambar 4 seperti di bawah ini. Berdasarkan aturan yang berlaku pada JST bahwa semakin banyak *epoch* yang dilakukan maka tingkat kesalahan output akan semakin kecil. Namun, jika *epoch* yang digunakan terlalu

banyak maka proses pembelajaran akan membutuhkan waktu lama sehingga akan mengurangi efisiensi dari JST itu sendiri.



Gambar 5. Parameter-parameter Pelatihan 1

Adapun proses pembelajaran dengan parameter-parameter di atas disajikan pada Gambar 5 seperti di bawah ini.



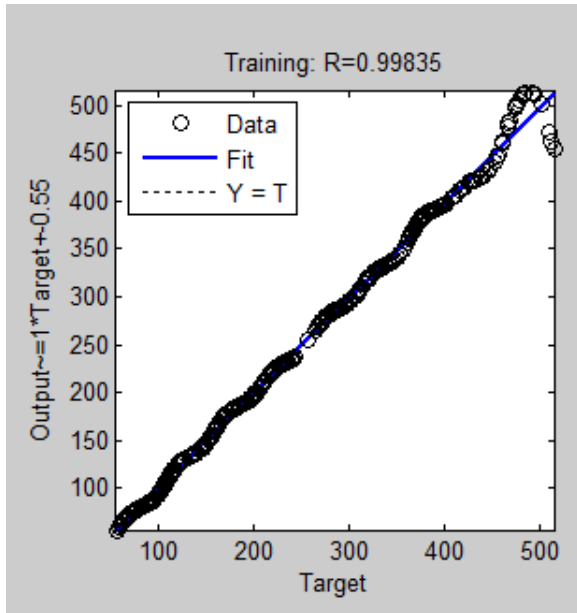
Gambar 6. Proses Pembelajaran Pelatihan 1

Dari gambar di atas didapatkan informasi sbb:

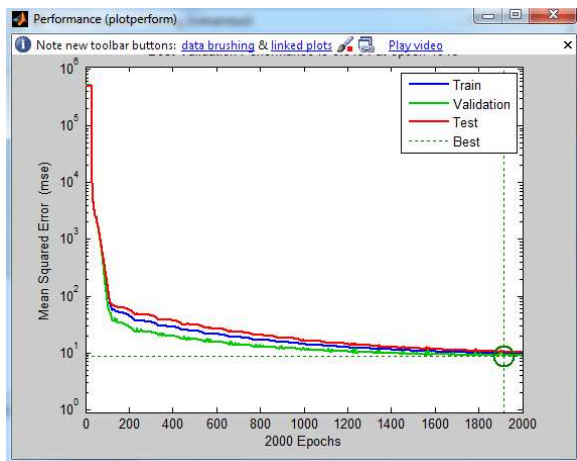
- a. Jumlah epoch (perulangan) = 2000 iterasi
- b. Lama proses pembelajaran = 31 detik

- c. Nilai error yang terjadi/MSE = 9,87
- d. Gradien = 11,6
- e. Maksimum kegagalan = 84/2000

Hasil pembelajaran yang telah dilakukan berupa koefisien korelasi dan MSE disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7 seperti berikut ini.



Gambar 7. Nilai Korelasi Output dan Target Pelatihan 1



Gambar 8. Nilai MSE Pelatihan 1

Prediksi Tinggi Muka Air

X (Observasi) = data Debit 2012 (sebagai Debit Observasi/target)

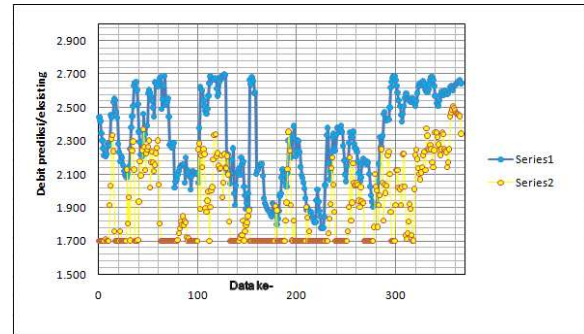
network1 = model JST hasil Validasi

Y(Output) = sim(network1,X)

= hasil prediksi debit bulan Januari tahun 2012

analisa perhitungan dilakukan menggunakan EXCEL.

Dengan hasil R= 0.8751, RMSE = 111.064 , NSE = 0.7618.



Gambar 9. Perbandingan Antara Data Observasi dan Prediksi tahun 2012

KESIMPULAN

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

1. Proses pembelajaran menghasilkan nilai koefisien korelasi (R) dan MSE pada tahap pelatihan = 0.99965 dan 9,87, pengujian = 0.99975 dan 7,05 serta validasi = 0.9967 dan 10,6. Maka berdasarkan klasifikasi nilai R, model JST yang dibangun mempunyai tingkat korelasi sangat kuat dengan nilai

koefisien korelasi berada pada $0,8 < R < 1,000$.

2. Proses prediksi tinggi muka air menghasilkan nilai koefisien korelasi (R) = 0,453, dan tingkat kesalahan (RMSE) = 0,556. Berdasarkan klasifikasi nilai R , model tersebut mempunyai tingkat korelasi cukup kuat dengan nilai koefisien korelasi berada pada $0,4 < R \leq 0,599$.
3. Model jaringan saraf tiruan yang dibangun untuk memprediksi tinggi muka air pada Sub DAS Tapung Kiri Stasiun Tandun dan Sub DAS Siak Hulu Stasiun Pantai Cermin mempunyai tingkat keandalan yang kurang bagus.

Daftar Pustaka

- Agustin, M** 2012. *Penggunaan jaringan syaraf tiruan Backpropagation untuk seleksi penerimaan mahasiswa baru pada jurusan teknik computer dipoliteknik negeri sriwijaya*. Tesis Program Pascasarjana magister Sistem informasi, Semarang ; Universitas Diponegoro
- Amriana.** 2010. *Pembuatan aplikasi jaringan saraf tiruan*. Jurnal SMARtek, vol.8 No.4. November 2010 : 301-306
- Asdak, C.** 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arliansyah, J.,** Model tarikan perjalanan dengan menggunakan Back Propagation Neural Network, *Jurnal Transportasi FSTPT*, Vol.8, 2008

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.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence. (Teknik dan Aplikasinya)* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mahyudin. 2013. *Model Prediki Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (JST)*. Tugas akhir jurusan Teknik Sipil. Pekanbaru : Universitas Riau

Siang, Jong Jek. *Jaringan saraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan MATLAB*. ANDI, Yogyakarta : 2005