

PERAMALAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI DENGAN PERMODELAN GELOMBANG IRREGULER PADA PEMECAH GELOMBANG KANTONG PASIR TIPE TENGGELAM MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

Muhammad Rico Saputra¹⁾, Imam Suprayogi²⁾, Ferry Fatnanta²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email : mhdrico@gmail.com

Abstract

There are some conditions and problems in coastal engineering that can't be solved by mathematical analysis. ANN method is a soft computing method has been used to solve many problems in any cases. Judging from the success of the research is the application of ANN method, it is necessary to prove the performance of the ANN method to predict transmission waves for sandbag breakwater.

The Incoming wave, period, slope, width crest, freeboard, shape and arrangement of sandbags are the parameter that can be used as the test variables. The process to get the result is consisted by training, testing, and validation process. The algorithm used in the development of ANN model is backpropagation algorithm.

The results obtained in this study indicate that the performance of the ANN model that has been made to produce the value of the test statistic parameters of the correlation coefficient (R) and Root Mean Square Error (RMSE) that categorized as a very strong correlation and has small error. The best forecasting scheme obtained that the forecasting which resulted in a correlation coefficient (R) is 0.95111 and RMSE value 0.6529 cm.

Keywords: forecasting, ANN, Transmission waves, Breakwater

A. PENDAHULUAN

Gelombang adalah peristiwa naik turunnya permukaan air laut dari ukuran kecil (riak) sampai yang paling panjang (pasang surut). Penyebab utama terjadinya gelombang adalah angin. Gelombang dipengaruhi oleh kecepatan angin, lamanya angin bertiup, dan jarak tanpa rintangan saat angin bertiup (fetch). Gelombang laut (ocean wave) di alam mempunyai bentuk yang sangat kompleks dan sulit untuk digambarkan karena bersifat acak (random wave), tidak teratur (irreguler wave), tiga dimensi dan tidak linier..

Dalam rekayasa pantai, gelombang mempunyai peran yang sangat penting sebagai alat analisa dalam perencanaan dan pengelolaan pantai, perlindungan pantai, perencanaan bangunan-bangunan pantai seperti pelabuhan, dermaga pemecah gelombang (breakwater) dan lain-lain. Pada teknik pantai terdapat beberapa kondisi dan

permasalahan yang tidak dapat diselesaikan secara analisa matematika. Kondisi tersebut antara lain, persamaan non linear yang sangat kompleks, fenomena mengenai proses gelombang pecah, turbulensi atau gesekan gelombang dengan dasar pantai (Keulegan, 1966 dalam hughes, 1993).

Pada dekade terakhir ini, model *soft computing* sebagai cabang dari ilmu kecerdasan buatan diperkenalkan sebagai alat peramalan seperti sistem berbasis pengetahuan, sistem pakar, logika *fuzzy*, *artificial neural network* (ANN) dan algoritma genetika (Suyanto, 2008). Gent dan Boogard (1998) menggunakan aplikasi ANN telah melakukan penelitian tentang besarnya gaya horizontal yang bekerja pada pemecah gelombang, dan mendapatkan hasil yang sangat memuaskan dengan tingkat kepercayaan mencapai 95%.

Merujuk pada keberhasilan hasil penelitian dalam menggunakan model

Artificial Neural Network (ANN) di atas, maka perlu untuk menguji keandalan model ANN dari penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi dari besarnya tinggi gelombang transmisi yang terjadi pada pemecah gelombang khususnya pada pemecah gelombang tipe tenggelam.

1. ANN (Artificial Neural Network)

Menurut Sutojo (2011) ANN adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari paradigma 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 ANN ini sama seperti cara kerja otak manusia, yaitu belajar melalui contoh. Sebuah ANN dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran. Belajar dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian terhadap koneksi *synaptic* yang ada antara neuron. Hal ini berlaku juga untuk ANN.

Menurut Siang (2005) ANN dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari ANN biologi dengan asumsi sebagai berikut :

1. pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neurons*),
2. sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung,
3. penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal,
4. untuk menentukan keluaran (*output*), setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada penjumlahan masukan (*input*) yang diterima. Besarnya keluaran (*output*) ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang,

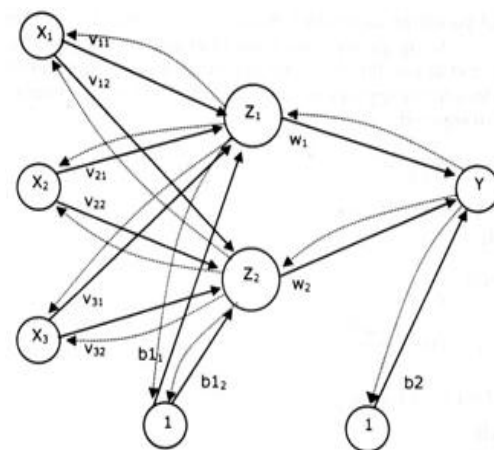
Neuron adalah unit pemroses informasi yang menjadi dasar dalam

pengoperasian ANN. *Neuron* terdiri dari 3 elemen pembentuk sebagai berikut :

1. himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan jalur koneksi.
2. suatu unit penjumlah yang akan menjumlahkan masukan-masukan sinyal yang sudah dikalikan dengan bobotnya,
3. fungsi aktivasi yang akan menentukan apakah sinyal dari *input neuron* akan diteruskan ke *neuron* lain atau tidak.

2. Backpropagation

Menurut Kusumadewi (2004), *backpropagation* adalah 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. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai-nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi. Arsitektur jaringan *backpropagation* dapat dilihat seperti Gambar berikut :



Gambar 1. Arsitektur Jaringan
Backpropagation

(Sumber : Kusumadewi, 2004)

2. Kriteria Tingkat Kesalahan

Menurut Arun Goel (2011), ada 2 kriteria tingkat kesalahan yaitu nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Correlation Coefficient* (R). *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Sedangkan *Correlation Coefficient* (R) merupakan perbandingan antara nilai prediksi dengan nilai 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
- X' = Rata-rata nilai X
- Y = Nilai Prediksi
- Y' = Rata-rata nilai Y

Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dibuat kriteria sebagai berikut :

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

Sedangkan nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSE = \left[\frac{\sum (X - Y)^2}{n} \right]^{0.5}$$

dengan:

- n = Jumlah data,
- X = nilai pengamatan,
- Y = nilai prediksi.

B. METODOLOGI PENELITIAN

1. Pengumpulan dan Pengelompokan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapat pengujian laboratorium yang dilakukan oleh Fatnanta (2013). Data yang didapat antara lain:

- 1. Gelombang Datang (H_i)
- 2. Periode (T)
- 3. Sudut pemecah gelombang (α)
- 4. Lebar permukaan pemecah gelombang (B_w)
- 5. *Free board* (F_b)
- 6. Susunan kantong pasir
- 7. Bentuk kantong pasir

Untuk tinggi gelombang dan periode gelombang dapat dilihat pada tabel 1, nilai α , B_w , F_b dapat dilihat pada tabel 2, nilai parameterisasi dan bentuk dari susunan kantong pasir dapat dilihat pada Tabel 3, dan Gambar 2, untuk karakterisasi bentuk kantong pasir dan bentuk kantong pasir dapat dilihat pada Table 4 dan Gambar 3.

Sedangkan untuk pengelompokan data-datanya adalah sebagai berikut:

Jumlah dari keseluruhan data adalah 560 data, pada pembuatan model digunakan 500 data, dan 60 data sisanya digunakan untuk simulasi.

- 1. Untuk data pelatihan (*training*) digunakan data sebanyak 70% dari 500 data pengujian laboratorium.
- 2. Untuk data pengujian (*testing*) digunakan data sebanyak 30% dari 500 data hasil pengujian laboratorium.
- 3. Untuk data validasi (*validation*) digunakan data sebanyak 100% dari total 500 data hasil pengujian laboratorium.
- 4. Untuk tahapan simulasi digunakan 60 data yang tersisa dari 560 data yang didapat dari hasil percobaan laboratotium.

Tabel 1. Periode dan Tinggi Gelombang *irreguler*

Periode Gelombang, T_p , diteil:							
1,00			1,20		1,50		1,80
Tinggi gelombang signifikan, H_s , cm:							
5; 7; 9;			5; 7; 9;		5; 7; 9;		5; 7;

Sumber: Fatnanta, 2013

Tabel 2. Kondisi Geometris Struktur pada Penelitian

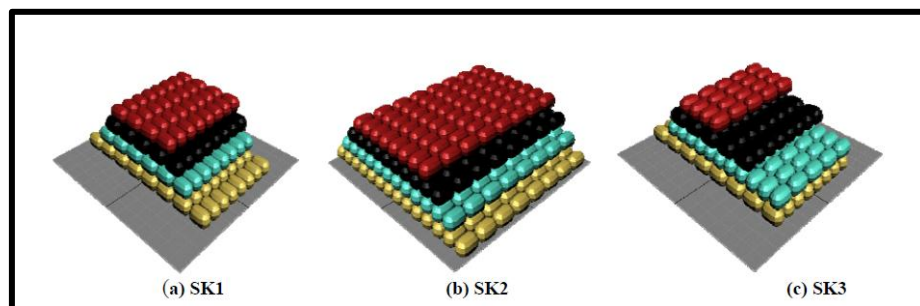
No	Kondisi geometri	Ukuran					
1.	Kemiringan struktur	$\cot \alpha = 1,5$			$\cot \alpha = 2,0$		
2.	Lebar puncak, B_w , cm	20	60	100	20	60	100
3.	Freeboard, F_b , cm	0; 5; 10	0; 5; 10	0; 5; 10	0; 5; 10	0; 5; 10	0; 5; 10

Sumber: Fatnanta, 2013

Tabel 3. Parameterisasi Susunan Kantong Pasir

Parameter	Nilai <i>Axial Ratio</i> , A_r					
	SK1		SK2		SK3	
Susunan Kantong	S1.5	S2.0	S1.5	S2.0	S1.5	S2.0
Kantong B1	2,470	2,470	1,203	1,203	1,618	1,618
Kantong B2	1,610	1,610	1,139	1,139	1,450	1,450

Sumber: Fatnanta, 2013



Gambar 2. Variasi Susunan Kantong
(Sumber: Fatnanta, 2013)

Tabel 4. Karakterisasi Bentuk Kantong Pasir

Keterangan	Bentuk B1	Bentuk B2
BLc	0,975	0,880

Sumber: Fatnanta, 2013



Gambar 3. Bentuk Kantong Pasir
(Sumber: Fatnanta, 2013)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses *training* Model ANN

Dalam melakukan proses *training* ada beberapa parameter-parameter yang

harus diperhatikan, seperti fungsi pelatihan, fungsi pembelajaran, jumlah neuron, fungsi aktivasi, epoch, kinerja tujuan, maksimum kegagalan, laju pembelajaran dan momentum. Proses *training* akan selesai jika didapatkan nilai regresi (R) yang bagus. Setelah model didapat langkah selanjutnya adalah melakukan *testing* model dan *validation* model.

Data yang digunakan untuk proses *training* adalah 70% dari 500 data hasil percobaan laboratorium yang dilakukan sebelumnya oleh Fatnanta. Adapun pemilihan properti dan parameter yang telah dicoba pada tahapan *training* terdapat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 5 Nilai R pada Proses *Training* Model ANN Berdasarkan Variasi Penggunaan Jumlah *Neuron*

Train	Neuron	Transfer Function		Parameter Jaringan				R
	layer 1	Layer 1	Layer 2	Epoch	Max Fail	Learning Rate	Momentum	
1	5	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.73779
2	10	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.9106
3	15	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.92339
4	20	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.67835
5	25	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.90702
6	30	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.92642
7	35	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.87543
8	40	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.91953
9	45	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.81797
10	50	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.93110
11	55	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.92682
12	60	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.92473
13	65	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.63532
14	70	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.90045
15	75	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.93721
16	80	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.10492
17	85	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.93629
18	90	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.86920
19	95	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.93814
20	100	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.21572

Sumber: Hasil *Running* Program MATLAB

Tabel 6 Nilai R pada Proses *Training* Model ANN Berdasarkan Variasi Penggunaan *Transfer Function*.

Train	Neuron	Transfer Function		Parameter Jaringan				R
	layer 1	Layer 1	Layer 2	Epoch	Max Fail	Learning Rate	Momentum	
1	75	tansig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.93721
2	75	tansig	pureline	1000	6	0.01	0.9	0.85717
3	75	tansig	logsig	1000	6	0.01	0.9	0.26504
4	75	pureline	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.42992
5	75	pureline	pureline	1000	6	0.01	0.9	0.93808
6	75	pureline	logsig	1000	6	0.01	0.9	0.12874
7	75	logsig	tansig	1000	6	0.01	0.9	0.11453
8	75	logsig	pureline	1000	6	0.01	0.9	0.81342
9	75	logsig	logsig	1000	6	0.01	0.9	0.18269

Sumber: Hasil *Running* Program MATLAB

Tabel 7 Nilai R pada Proses *Training* Model ANN Berdasarkan Variasi Penggunaan Jumlah *Epoch* dan *Max Fail*

Train	Neuron	Transfer Function		Parameter Jaringan				R
	layer 1	Layer 1	Layer 2	Epoch	Max Fail	Learning Rate	Momentum	
1	75	pureline	pureline	50	6	0.01	0.9	0.89398
2	75	pureline	pureline	100	6	0.01	0.9	0.92676
3	75	pureline	pureline	200	6	0.01	0.9	0.93798
4	75	pureline	pureline	500	6	0.01	0.9	0.92277
5	75	pureline	pureline	750	6	0.01	0.9	0.6487
6	75	pureline	pureline	1000	6	0.01	0.9	0.93808
7	75	pureline	pureline	1500	6	0.01	0.9	0.92732
8	75	pureline	pureline	1500	500	0.01	0.9	0.93174
9	75	pureline	pureline	1500	750	0.01	0.9	0.93827
10	75	pureline	pureline	1500	1500	0.01	0.9	0.93393
11	75	pureline	pureline	3000	1500	0.01	0.9	0.93091
12	75	pureline	pureline	3000	2000	0.01	0.9	0.93788
13	75	pureline	pureline	3000	3000	0.01	0.9	0.92115
14	75	pureline	pureline	5000	3000	0.01	0.9	0.92668
15	75	pureline	pureline	5000	5000	0.01	0.9	0.92856
16	75	pureline	pureline	7000	5000	0.01	0.9	0.93193
17	75	pureline	pureline	10000	10000	0.01	0.9	0.93406

Sumber: Hasil *Running* Program MATLAB

Tabel 8 Nilai R pada Proses *Training* Model ANN Berdasarkan Variasi Penggunaan *Learning Rate*

Train	Neuron	Transfer Function		Parameter Jaringan				R
	layer 1	Layer 1	Layer 2	Epoch	Max Fail	Learning Rate	Momentum	
1	75	purline	pureline	1500	750	0.01	0.9	0.93843
2	75	purline	pureline	1500	750	0.05	0.9	0.93515
3	75	purline	pureline	1500	750	0.1	0.9	0.92262
4	75	purline	pureline	1500	750	0.2	0.9	0.93062
5	75	purline	pureline	1500	750	0.3	0.9	0.93866
6	75	purline	pureline	1500	750	0.4	0.9	0.93558
7	75	purline	pureline	1500	750	0.5	0.9	0.93269
8	75	purline	pureline	1500	750	0.6	0.9	0.93071
9	75	purline	pureline	1500	750	0.7	0.9	0.92295
10	75	purline	pureline	1500	750	0.8	0.9	0.93064
11	75	purline	pureline	1500	750	0.9	0.9	0.92807
12	75	purline	pureline	1500	750	1	0.9	0.93634

Sumber: Hasil *Running* Program MATLAB

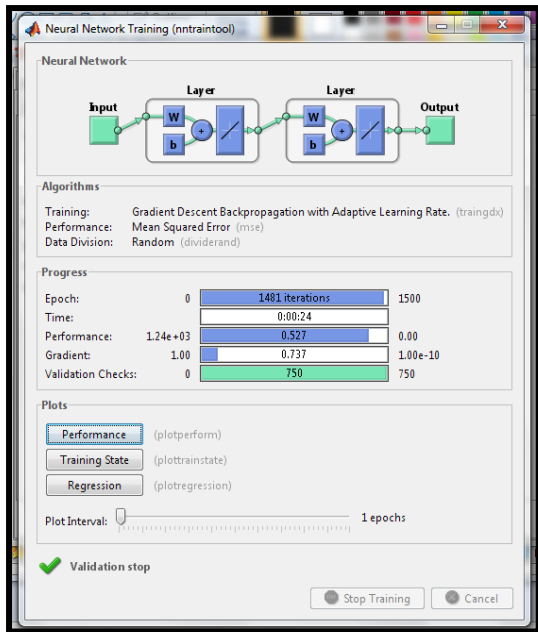
Tabel 9 Nilai R pada Proses *Training* Model ANN Berdasarkan Variasi Penggunaan *Momentum*

Train	Neuron	Transfer Function		Parameter Jaringan				R
	layer 1	Layer 1	Layer 2	Epoch	Max Fail	Learning Rate	Momentum	
1	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.01	0.92730
2	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.05	0.92942
3	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.1	0.82615
4	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.2	0.93076
5	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.3	0.93100
6	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.4	0.93267
7	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.5	0.93438
8	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.6	0.92894
9	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.7	0.92645
10	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.8	0.92515
11	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	0.9	0.93866
12	75	pureline	pureline	1500	750	0.3	1	0.30287

Sumber: Hasil *Running* Program MATLAB

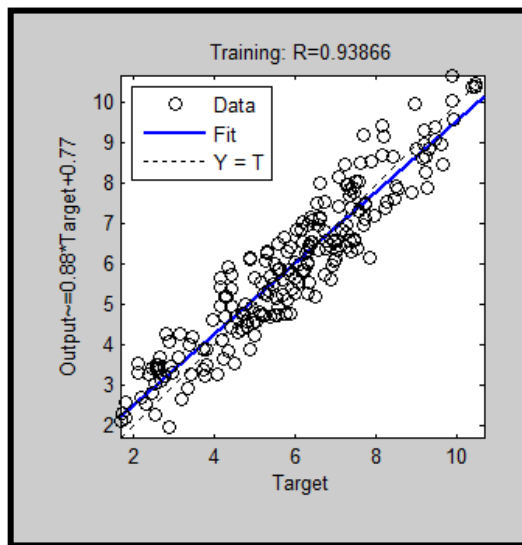
Maka dapat disimpulkan bahwa model yang terbaik pada proses *training* model ANN yaitu menggunakan 75 neuron, *transfer function* berupa *pureline* pada layer 1 dan 2. Jumlah *epoch* sebesar 1500 dan *max fail* sebesar 750, *learning rate* bernilai 0.3 dan *momentum* bernilai 0.9, dengan

menggunakan model tersebut didapatkan hasil R sebesar 0.93866. Model kalibrasi ini kemudian disimpan untuk digunakan pada tahap pengujian dan tahap validasi. Proses *training* pada Matlab dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut:



Gambar 4 Proses *Training*

(Sumber: Hasil *Running* Program Bantu MATLAB)



Gambar 5 Hasil Proses *Training* Model

(Sumber: Hasil *Running* Program Bantu MATLAB)

2. *Testing* Model ANN

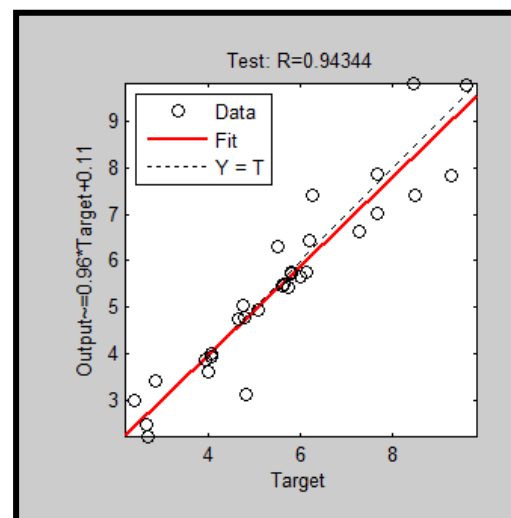
Setelah mendapat model jaringan ANN pada proses *training*, maka selanjutnya model tersebut akan diujikan lagi di dalam proses *testing*. Hal ini bertujuan untuk membuktikan apakah model yang dibangun pada proses *training* tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak pada proses *testing*. Namun data yang digunakan berbeda dengan proses *training*, yaitu menggunakan data sebanyak 30% dari

total 500 data hasil uji laboratorium yang telah dilakukan oleh Fatnanta. Berikut proses *testing* dan hasilnya:



Gambar 6 Proses *Testing* Skema Q_{t+1}

(Sumber : Hasil *Running* Program Bantu MATLAB)



Gambar 7 Hasil Proses *Testing* Model Skema Q_{t+1}

(Sumber : Hasil *Running* Program Bantu MATLAB)

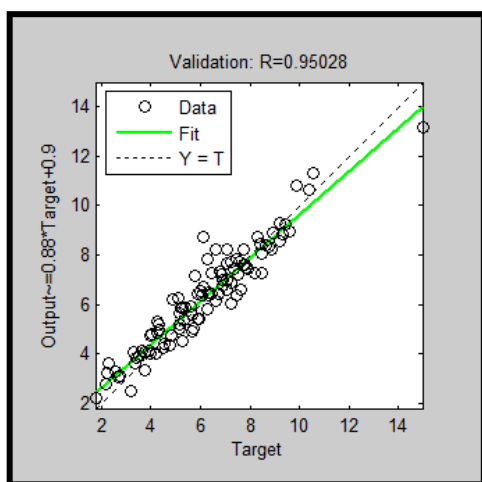
Dari gambar di atas didapatkan hasil nilai R sebesar 0.94344, nilai ini termasuk juga ke dalam kriteria sangat kuat, hal ini berarti model yang telah dibuat pada proses *training* sudah cocok untuk proses *testing*, selanjutnya untuk lebih memastikan lagi akan dilakukan proses *validation*.

3. Validation model ANN

Setelah proses *testing*, selanjutnya dilakukan proses *validation*. Adapun data yang digunakan pada proses *validation* adalah dengan menggunakan data sebanyak 100% dari 500 data yang didapatkan dari hasil pengujian laboratorium, sedangkan property dan parameter model jaringan yang digunakan sama dengan model pada proses *training* dan *testing*. Langkah yang dilakukan juga sama dengan proses *testing*. Berikut proses dan hasil dari *validation*:



Gambar 8 Proses *Validation*
(Sumber : Hasil *Runing* Program Bantu MATLAB)



Gambar 9 Hasil Proses *Validation*
(Sumber : Hasil *Runing* Program Bantu MATLAB)

Dari gambar di atas juga bisa dilihat bahwa nilai R yang dihasilkan juga termasuk ke dalam kriteria yang sangat kuat, maka dari itu disimpulkan bahwa model yang telah dibuat dapat digunakan untuk proses peramalan tinggi gelombang transmisi terutama untuk pemecah gelombang kantong pasir tipe tenggelam dengan jenis gelombang irreguler selanjutnya.

4. Prediksi Gelombang Transmisi

Setelah mendapatkan model-model yang maksimum, maka model tersebut siap untuk melakukan peramalan (*forecasting*). Model yang sudah disiapkan pada proses peramalan akan diuji kembali untuk melihat unjuk kerjanya terhadap data peramalan (simulasi). Data simulasi merupakan data di luar dari data yang digunakan pada proses pembangunan model. Data yang digunakan adalah sisa data pengujian laboratorium sebanyak 60 data. Data tersebut digunakan sebagai input dari model yang akan kita ramalkan, dan akan menghasilkan output sesuai dengan model yang digunakan. Data output yang dihasilkan model inilah yang akan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari data peramalan tersebut.

a (target) = data debit tahun 2011-2012
Validation = model prediksi
b (Output) = sim(Validation,a)

Setelah dilakukan simulasi untuk prediksi tinggi gelombang transmisi, Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi (R) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) seperti yang dapat dilihat di bawah ini.

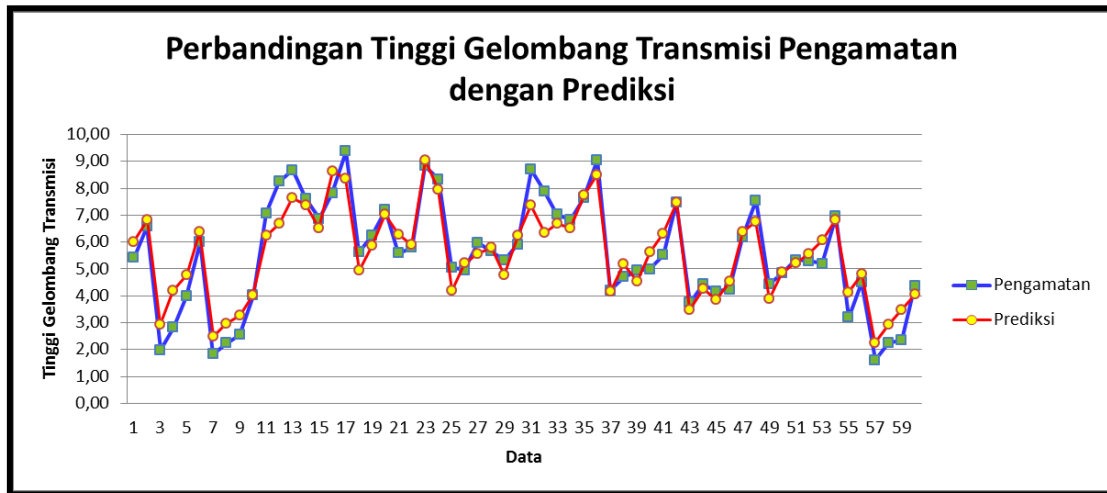
$$R = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{182.90}{\sqrt{231.92 \times 159.444}} = 0.9511$$

Dari hasil yang didapat, maka tingkat koefisien korelasi antara tinggi gelombang pengamatan dengan tinggi gelombang peramalan model tergolong pada tingkat korelasi sangat kuat.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X - Y)^2}{n}} = \sqrt{\frac{25.58}{60}} = 0.6529$$

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 karena mendekati 0. Berikut disajikan grafik perbandingan antara tinggi gelombang transmisi prediksi dan tinggi gelombang transmisi pengamatan.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Tinggi Gelombang Transmisi Pengamatan dan Tinggi Gelombang Transmisi Prediksi

(Sumber : Program Bantu *Microsoft Excel*)

D. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain adalah :

1. Dari konfigurasi model ANN yang telah dibuat, didapatkan skema yang terbaik yaitu skema model dengan 75 *neuron*, *transfer function* berupa *pureline* pada layer 1 dan 2. Jumlah *epoch* sebesar 1500 dan *max fail* sebesar 750, *learning rate* bernilai 0.3 dan *momentum* bernilai 0.9, dan di dapatkan nilai R sebesar 0.9511 dan RMSE 0.6529 dan dikategorikan korelasi yang sangat kuat.
2. Dari hasil yang didapat maka model tersebut dapat digunakan untuk proses prediksi selanjutnya tanpa melakukan permodelan ulang di laboratorium, khususnya untuk memprediksi tinggi gelombang transmisi pada permodelan gelombang *irreguler* untuk pemecah gelombang kantong pasir tipe tenggelam.

E. Saran

Adapun saran yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk membangun sebuah model diharapkan data yang digunakan cukup banyak, agar akurasi model semakin baik.
2. Penelitian yang sama dapat dilakukan untuk tipe gelombang reguler.
3. Program ANN dapat digunakan pada penelitian lain yang berhubungan pemecah gelombang, karena pengujian sebelumnya mengenai gaya geser pada pemecah gelombang juga menghasilkan nilai korelasi yang sangat kuat.

F. DAFTAR PUSTAKA

Deka, dkk. 2013. *Multistep Lead Time Forecasting of Hydrologic Time Series Using Daubechies Wavelet-Neural Network Hybrid Model*. International Journal of Scientific

- and Engineering Research. 4: 115-124.
- Fatnanta, Pratiko, Wahyudi dan Armono, 2010, *Karakteristik Stabilitas Pemecah Gelombang Tipe Tenggelam*, Makara, Teknologi, Vol. 14, No. 2, November 2010, hal. 143-149.
- Fatnanta Ferry, 2013, *Permodelan koefisien Gelombang Transmisi Pada Pemecah Gelombang Kantong Pasir Tipe Tenggelam*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 12, No. 3, Oktober 2013, hal. 210-220.
- Goel, A. 2011. *ANN-Based Approach For Predicting Rating Cueve of an Indian River*. International scholarly Research Network ISRN Civil Engineering, Volume 2011, Article ID 291370, 4 pages doi: 10.54402/2011/291370.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan MATLAB dan EXCEL LINK*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mahyudin. 2013. *Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (Studi Kasus: Sub Das Siak Hulu)*. Skripsi. Pekanbaru: Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Prahesti, I. 2013. *Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Curah Hujan Di Yogyakarta*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Infromatika Dan Komputer Amikom.
- Siang, J.J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI. Informatika.
- Triadmodjo Bambang, 2008. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset