

## Prediksi Ketinggian Gelombang Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) di Laut Jawa

Wimala L. Dhanistha<sup>1</sup>, Ridho Akbar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kelautan, ITS Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Otomasi, PPNs Indonesia

Email : [wimala\\_ld@oe.its.ac.id](mailto:wimala_ld@oe.its.ac.id), [riedoaxe@yahoo.com](mailto:riedoaxe@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Indonesia merupakan negara kepulauan, oleh sebab itu jalur perdagangan paling padat adalah jalur laut. Potensi kecelakaan pelayaran di Indonesia salah satunya disebabkan oleh ketinggian gelombang ( $H_s$ ) yang besar. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu algoritma yang dapat memprediksi ketinggian gelombang berdasarkan kecepatan angin dan ketinggian gelombang. Penelitian ini memprediksi ketinggian gelombang satu jam kedepan. Rata-rata Root Mean Square Error (RMSE) yang didapatkan sebesar 0.04.*

*Kata kunci : ketinggian gelombang; JST; kecepatan angin*

### Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan, oleh sebab itu jalur perdagangan paling padat adalah jalur laut. Jalur laut terpadat di Indonesia adalah laut Jawa, dimana jalur ini menghubungkan pulau Jawa, pulau Sumatra, dan pulau Kalimantan. Potensi kecelakaan pelayaran di Indonesia salah satunya disebabkan oleh ketinggian gelombang ( $H_s$ ) yang besar. Gelombang dilaut dapat dibangkitkan oleh angin (gelombang angin), gaya Tarik matahari dan bulan (pasang surut), letusan gunung berapi atau gempa dilaut (tsunami), kapal yang bergerak dan lain sebagainya. Pada umumnya bentuk gelombang sangatlah kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidak-linieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random, suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode berbeda<sup>[19]</sup>.

Berdasarkan kedalaman relative yaitu perbandingan antara kedalaman air 'd' dan panjang gelombang L ( $d/L$ ) maka gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Gelombang di laut dangkal, jika  $d/L < 1/20$
2. Gelombang di laut transisi jika  $1/20 < d/L < 1/2$

3. Gelombang dilaut dalam jika  $d/L > 1/2$

Analisis transformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekuivalen. Pemakaian gelombang ini bertujuan untuk menetapkan tinggi gelombang yang mengalami refraksi, difraksi dan transformasi lainnya sehingga perkiraan transformasi dan deformasi gelombang dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Ketinggian gelombang ( $H_s$ ) merupakan gelombang individu yang dapat mewakili gelombang lainnya<sup>[18]</sup>. Secara umum, Ketinggian gelombang adalah tinggi rata - rata dari 1/3 gelombang tertinggi dan digunakan sebagai acuan pelayaran. Istilah ini bermula dari Perang Dunia II (Walter Munk) menggunakan ketinggian gelombang signifikan untuk mengestimasi tinggi gelombang<sup>[5]</sup>. Pengukuran gelombang disuatu tempat memberikan pencatatan muka air sebagai fungsi waktu. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu yang cukup panjang sehingga data gelombang akan sangat banyak. Terdapat 2 (dua) metode didalam menentukan suatu gelombang, yang pertama adalah *zero upcrossing methods* dan *zero downcrossing methods*. Metode tersebut menetapkan elevasi rerata dari

permukaan air berdasarkan fluktuasi muka air pada waktu pencatatan. Muka air didefinisikan sebagai garis nol. Kemudian kurva gelombang ditelusur dari awal sampai akhir. Pada metode zero upcrossing, diberi tanda titik perpotongan antara kurva naik dan garis nol dan titik tersebut ditetapkan sebagai awal dari satu gelombang. Mengikuti naikturunnya kurva, penelusuran dilanjutkan untuk mendapatkan perpotongan antara kurva naik dan garis nol berikutnya. Titik tersebut ditetapkan sebagai akhir dari gelombang pertama dan awal dari gelombang kedua. Jarak antara kedua titik tersebut adalah periode gelombang pertama ( $T_1$ ), sedangkan jarak vertikal antara titik tertinggi dan terendah diantara kedua titik tersebut adalah tinggi gelombang pertama ( $H_1$ ) dan penelusuran dilanjutkan lagi untuk mendapatkan gelombang kedua, ketiga dan seterusnya. Metode zero downcrossing mempunyai prosedur yang sama, tetapi titik yang dicatat adalah pertemuan antara kurva turun dan garis nol[19]

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan algoritma dari *Artificial Intelligence* (AI) yang meniru konsep sistem jaringan syaraf pada tubuh manusia. Jaringan syaraf tiruan merupakan proses distribusi informasi paralel dan mampu mengolah sistem nonlinier dengan baik<sup>[15]</sup>. Ketinggian gelombang laut pada laut Jawa diprediksi dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

#### Pengambilan Data

Pengambilan data berupa variable gelombang yang dimiliki oleh BMKG Perak II Surabaya. Pengambilan data dilakukan perjam selama 1 tahun mulai tahun 2012 sampai 2013 sebanyak 17544 data. Pengukuran dilakukan di 4 titik, titik 1 adalah perairan Surabaya (titik A) memiliki Longitude : 112.747800 E Latitude : 6.874824 S, stasiun 1 (titik B) memiliki Longitude : 111.829400 E Latitude : 5.245873 S, stasiun 2 (titik C) memiliki Longitude : 115.234900 E Latitude : 5.270248 S, dan stasiun 3 (titik D) memiliki Longitude : 118.626600 E Latitude : 5.206537 S seperti yang terdapat pada gambar 1. Kecepatan angin merupakan faktor utama dalam terjadinya

gelombang. Angin adalah gerakan udara yang bergerak sejajar dengan permukaan bumi. Angin merupakan besaran vektor yang memiliki kecepatan dan arah<sup>[16]</sup>. Angin yang bergerak dengan kecepatan rendah dapat menimbulkan ripple atau gelombang kecil, semakin besar kecepatan angin maka semakin besar pula gelombang yang terjadi<sup>[17]</sup>. Laksamana Inggris dan ahli hidrography (Beaufort, 1946) membuat pedoman skala kecepatan angin, yang sering disebut pula sebagai skala beaufort dan disimbolkan dengan B. Pedoman Beaufort tersebut digunakan oleh nelayan untuk berlayar.

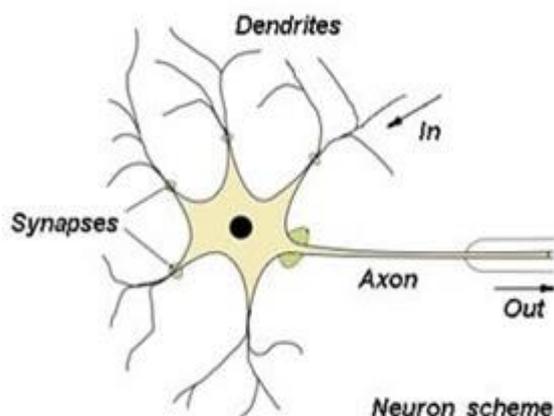


Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data

#### Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf manusia, layaknya seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut merupakan struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu permasalahan tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran. Jaringan Syaraf Tiruan berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sebelum adanya suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah mengalami masa vakum selama beberapa tahun.

Jaringan Syaraf Tiruan terinspirasi dari penelitian kecerdasan buatan, terutama percobaan untuk menirukan *fault-tolerance* dan kemampuan untuk belajar dari sistem syaraf manusia dengan model struktur *low-level* dari otak. Otak terdiri dari sekitar 10.000.000.000 sel syaraf yang saling berhubungan. Sel syaraf yang mempunyai cabang struktur input (*dendrites*), sebuah inti sel dan percabangan struktur output (*axon*). *Axon* dari sebuah sel terhubung dengan *dendrites* yang lain melalui sebuah *synapse*. Ketika sebuah sel syaraf aktif, kemudian menimbulkan suatu signal electrochemical pada *axon*. Signal ini melewati *synapses* menuju ke sel syaraf yang lain. Sebuah sel syaraf lain akan mendapatkan signal jika memenuhi batasan tertentu yang sering disebut dengan nilai ambang atau (*threshold*).



Gambar 2. Bagian Otak Manusia

#### Perancangan Jaringan syaraf tiruan

Artificial Intelligence (AI) adalah kecerdasan buatan yang merujuk pada system yang mampu berpikir serta mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia<sup>[19]</sup>. Jaringan syaraf tiruan merupakan algoritma yang populer dalam AI dan telah banyak diaplikasikan pada bidang transportasi, pengendalian, prediksi, financial, dll.<sup>[9]</sup>

Perancangan algoritma jaringan syaraf tiruan dimulai dengan scalling data masukan dan data keluaran. Preprocessing data atau scalling data

dilakukan untuk mempercepat konvergensi saat melakukan training dan validasi pada identifikasi jaringan syaraf tiruan yaitu membawa data ke dalam range 0 sampai 1.<sup>[12]</sup>

$$X_2 = \frac{X_1 - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad \text{pers.-1}$$

Dengan :

$X_2$  = data yang sudah terskala

$X_1$  = data belum terskala

Min(X) = data minimum

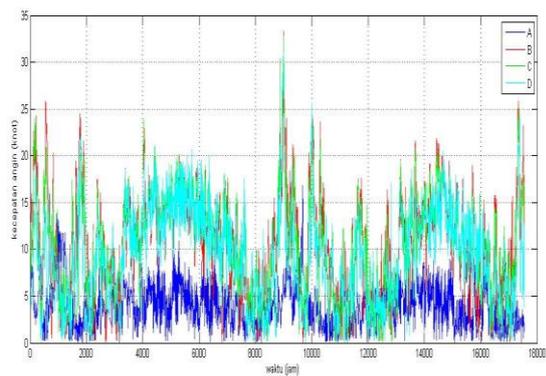
Max(X) = data maksimum

Setelah didapatkan scalling data masukan keluaran, data – data tersebut akan digunakan untuk training dan validasi dengan perbandingan 80% data training dan 20% data validasi<sup>[8,9,12,14]</sup>. Sehingga diperoleh data training sebanyak 12800 dan data validasi sebanyak 3200 data.

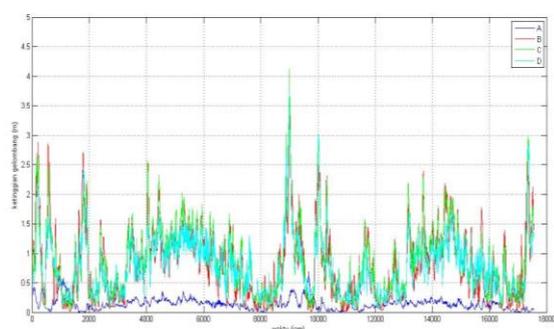
#### • Hasil dan Pembahasan

##### ○ Data Angin dan Gelombang

Pengambilan data angin dan ketinggian gelombang berdasarkan data yang diambil dari BMKG II Surabaya. Lokasi pengambilan data terletak pada Pengukuran dilakukan di 4 titik, titik 1 adalah perairan Surabaya (titik A) memiliki Longitude : 112.747800 E Latitude : 6.874824 S, titik B memiliki Longitude : 111.829400 E Latitude : 5.245873 S, titik C memiliki Longitude : 115.234900 E Latitude : 5.270248 S, dan titik D memiliki Longitude : 118.626600 E Latitude : 5.206537 S. Pengukuran angin dan gelombang dilakukan tiap jam selama 1 tahun yaitu antara tahun 2012 sampai Maret 2013, sehingga data yang diperoleh sebanyak 17544 data angin dan gelombang.

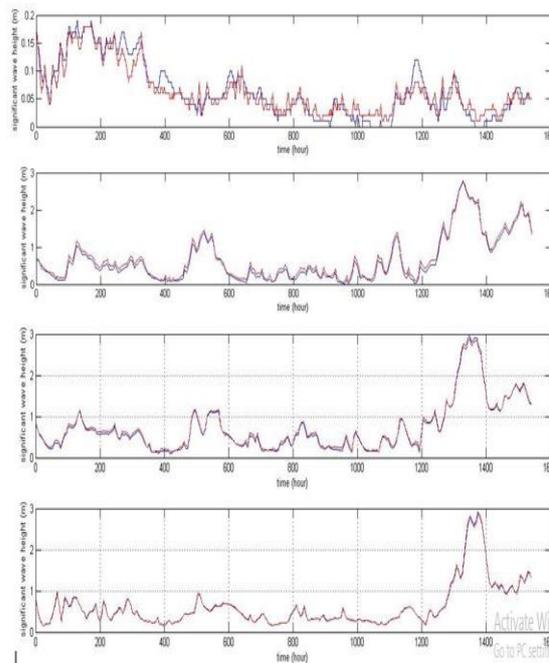


**Gambar 3. Kecepatan Angin**

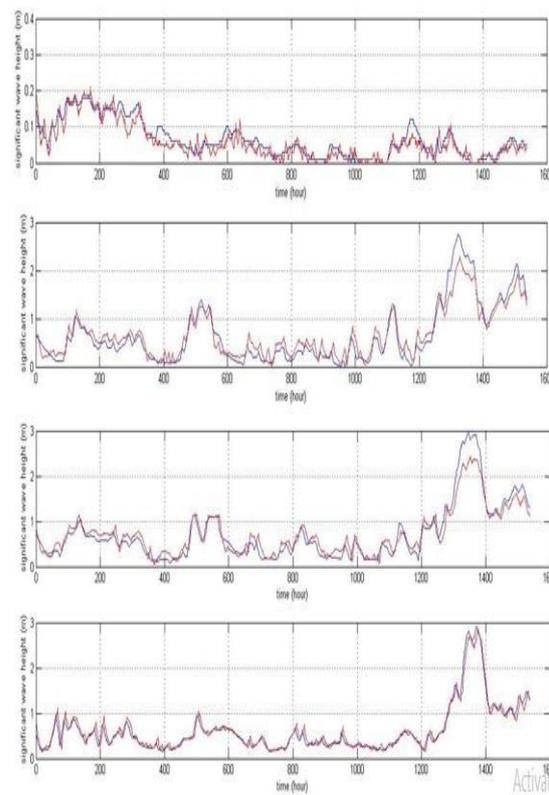


**Gambar 4. Ketinggian Gelombang**

**Gambar 2 adalah kecepatan angin selama 1 tahun pada titik A, B, C, dan D. Titik A berwarna biru tua, titik B berwarna merah, titik C berwarna hijau, dan titik D berwarna cyan. Gambar 4 adalah ketinggian gelombang selama 1 tahun pada titik A, B, C, dan D. gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan bahwa semakin kecil kecepatan angin maka semakin kecil pula ketinggian gelombang, dan semakin besar kecepatan angin maka semakin besar pula ketinggian gelombang. Dengan kata lain kecepatan angin berbanding lurus dengan ketinggian gelombang.**



**Gambar 5. Prediksi Ketinggian Gelombang 1 Jam ke Depan**



**Gambar 6. Prediksi Ketinggian Gelombang 6 Jam ke Depan**

**Tabel 1.**  
**RMSE significant wave height**

Titik RMSE	A	B	C	D	Rata- rata
1 jam	0.02	0.08	0.04	0.02	0.04
6 jam	0.02	0.18	0.10	0.09	0.1

Gambar 5 adalah hasil prediksi ketinggian gelombang pada 1 jam ke depan di titik A, B, C, dan D menggunakan neural network. Grafik pertama adalah prediksi ketinggian gelombang di titik A, grafik kedua adalah ketinggian gelombang di titik B, grafik ketiga adalah ketinggian gelombang di titik C, dan grafik terakhir adalah prediksi ketinggian gelombang di titik D. warna biru adalah ketinggian gelombang berdasarkan data dari BMKG, sedangkan warna merah adalah prediksi ketinggian gelombang menggunakan neural network. Dari hasil prediksi tersebut akan didapatkan root mean square error (RMSE) yang dapat menunjukkan performa prediksi seperti yang terdapat pada tabel 1, dimana prediksi ketinggian gelombang 1 jam kedepan memiliki rata – rata RMSE sebesar 0.04, yang artinya besar prediksi tersebut hampir sama dengan besar data yang diberikan oleh BMKG. Semakin kecil RMSE yang dihasilkan maka semakin akurat prediksi yang dihasilkan<sup>[8]</sup>.

Gambar 6 adalah hasil prediksi ketinggian gelombang pada 6 jam ke depan di titik A, B, C, dan D menggunakan neural network. Grafik pertama adalah prediksi ketinggian gelombang di titik A, grafik kedua adalah ketinggian gelombang di titik B, grafik ketiga adalah ketinggian gelombang di titik C, dan grafik terakhir adalah prediksi ketinggian gelombang di titik D. warna biru adalah ketinggian gelombang berdasarkan data dari BMKG, sedangkan warna merah adalah prediksi ketinggian gelombang menggunakan neural network. Dari hasil prediksi tersebut akan didapatkan root mean square error (RMSE) yang dapat menunjukkan performa prediksi seperti yang terdapat pada tabel 1, dimana prediksi ketinggian gelombang 6 jam kedepan memiliki rata

– rata RMSE sebesar 0.1. RMSE pada prediksi 6 jam kedepan memiliki RMSE lebih besar dibandingkan prediksi 1 jam kedepan, hal tersebut menunjukkan bahwa performansi neural network turun ketika digunakan untuk prediksi dalam jangka waktu yang lebih lama

#### Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata – rata Root Mean Square Error (RMSE) untuk 1 jam ke depan sebesar 0.03, rata – rata Root Mean Square Error (RMSE) untuk 6 jam ke depan sebesar 0.1

#### Daftar Pustaka

- [1] Agrawal, J. (2004). Wave parameter estimation using neural networks. *Marine Structures* , 536–550.
- [2] Ainsworth, T. (2011). ‘Significant Wave Height’ A closer look at wave forecasts.
- [3] Akhir, B. (2011). Lintasan Gelombang Laut Menuju Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu. *rekayasa sipil* , 47-60.
- [4] Bhattacharya, B. (2003). Neural Networks In Reconstructing Missing Wave Data In Sedimentation Modelling. *Proceedings of the XXXth IAHR Congress* .
- [5] Deo, M. (t.thn.). Real time wave forecasting using neural networks. 191-203.
- [6] Etemad-Shahidi, A. (2009). On The Prediction of Wave Parameters Using Simplified Methods. *Coastal Research* , 505-509.
- [7] Jain, P. (2008). Artificial Intelligence Tools to Forecast Ocean Waves in Real Time. *The Open Ocean Engineering Journal* , 13-20.
- [8] Makarynsky, O. (2004). Predicting sea level variations with artificial neural networks at Hillarys Boat

- Harbour, Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* , 351–360.
- [9] Mandal, S. (2010). Ocean Wave Prediction Using Numerical and Neural Network Models. *The Open Ocean Engineering Journal* , 12-17.
- [10] Muhammad Umer Farooq, L. X. (2012). High Level Fault Modeling and Fault Propagation in Analog Circuits using NLARX Automated Model Generation Technique. *4th International Conference on Intelligent and Advanced Systems* , 846-850.
- [11] N, R. A. (2012). Variabilitas Gelombang Laut Di Laut Jawa Dan Selat Karimata Ditinjau Dari Perspektif Dinamika Meteorologi. *FMIPA UNIVERSITAS INDONESIA*
- [12] naydin, K. G. (2008). The estimation of monthly mean significant wave heights by using artificial neural network and regression methods. *Ocean Engineering* , 1406–1415.
- [13] P.S.Srivastava. (1963). A comparative Study of Wave Forecasting Techniques. *applied meteorology* , 206-207.
- [14] Paplinska-Swerpel, B. (2006). Application of Neural Networks to the Prediction of Significant Wave Height at Selected Locations on the Baltic Sea. *Hydro-Engineering and Environmental Mechanics* , 183–201.
- [15] Paras, S. M. (2007). A Feature Based Neural Network Model for Weather Forecasting. *World Academy of Science, Engineering and Technology* , 66-73.
- [16] Ramesh Kumar.P, a. B. (2013). The Forward Kinematic Modeling of a Stewart Platform using NLARX Model with Wavelet Network. *IEEE* , 343-348.
- [17] Sugianto, D. N. (2010). Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Paciran, Jawa Timur. *ILMU KELAUTAN* , 143-152.
- [18] Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta.
- [19] Sutojo, T. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta.
- [21] Hermawan, A. (2006). *Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta
- [22] BMKG Perak II Surabaya.