

**PREDIKTOR KECEPATAN ANGIN DAN KETINGGIAN GELOMBANG LAUT MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK UNTUK MEMASTIKAN KEAMANAN KEBERANGKATAN KAPAL  
(Studi Kasus: Rute Pelayaran Surabaya – Banjarmasin)**

**Ismi Zulaida Ulifah<sup>1</sup>, Mat Syai'in<sup>2</sup>, Ratna Budiawati<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

*E-mail: ismizulaida@student.ppns.ac.id*

**Abstrak**

Pelayaran kapal penumpang dinyatakan beresiko tinggi saat kecepatan angin lebih dari 21 knot dan tinggi gelombang di atas 2,5 meter. Metode prediksi cuaca yang digunakan oleh BMKG menghasilkan nilai output yang didapatkan dari rata-rata data cuaca pada banyak posisi di Indonesia; sedangkan untuk mendukung keberangkatan kapal dibutuhkan prediksi pada setiap titik koordinat yang dilalui oleh kapal. Penelitian ini merancang dan merealisasikan sistem prediktor kecepatan angin dan ketinggian gelombang laut menggunakan salah satu metode kecerdasan buatan, yaitu *neural network*. Arsitektur terbaik yang didapatkan dari hasil pelatihan mampu menghasilkan prediksi dengan akurasi sebesar 99,99079%. Hasil prediksi beserta status keamanan pada setiap titik koordinat dalam rute pelayaran Surabaya – Banjarmasin ditampilkan melalui *website* yang dapat diakses dengan mudah oleh semua orang.

**Keywords:** Prediktor, Kecepatan Angin, Ketinggian Gelombang Laut, *Backpropagation Neural Network*.

**1. PENDAHULUAN**

Kegiatan transportasi laut memiliki risiko terjadinya kecelakaan laut, sehingga Syahbandar perlu memperhatikan beberapa faktor sebelum menentukan keberangkatan pelayaran. Kondisi fisik kapal dan cuaca maritim merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan sebelum keberangkatan kapal. 91% dari kasus kecelakaan kapal pada tahun 2018-2020 disebabkan oleh faktor cuaca. Pada rentang waktu Januari sampai November 2020, kecelakaan kapal laut di Indonesia telah mencapai 794 kasus [1].

Merujuk pada informasi BMKG Maritim terkait keselamatan pelayaran, faktor cuaca yang penting diperhatikan adalah kecepatan angin dan tinggi gelombang. Jika kecepatan angin melebihi 21 knot dan tinggi gelombang di atas 2,5 meter maka pelayaran dinyatakan beresiko tinggi. Kondisi cuaca ini merupakan peringatan dini gelombang tinggi mengacu pada ketetapan WMO *Sea State Code* [2].

Syahbandar memperhatikan faktor cuaca dengan merujuk pada prakiraan cuaca BMKG Maritim untuk mendukung penentuan keberangkatan kapal. Namun metode prediksi cuaca yang digunakan oleh BMKG memiliki kelemahan pada persentase keakuratannya karena nilai yang dikeluarkan didapatkan dari

rata-rata data cuaca pada banyak posisi di Indonesia; sedangkan untuk mendukung keberangkatan kapal dibutuhkan prediksi pada setiap titik koordinat yang dilalui oleh kapal. Banyak riset yang telah dilakukan menggunakan berbagai pendekatan dan metode untuk mendapatkan akurasi yang tinggi. Namun riset tersebut masih sebatas pada analisis dan belum banyak pengembangan sistem prediktor yang mudah untuk diakses misalnya melalui *website* atau aplikasi pada gawai.

Dari kesenjangan penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada akurasi dan aksesibilitas prediktor. Riset ini mengusulkan sistem prediktor untuk memprediksi kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada seluruh titik koordinat yang dilalui oleh kapal. Sistem prediktor diterapkan di rute pelayaran Surabaya-Banjarmasin pada *waypoint* KM. Dharma Kartika IX milik PT. Dharma Lautan Utama guna mendukung keberangkatan pelayaran. Prediksi dilakukan untuk satu jam kedepan menggunakan metode *neural network* dengan algoritme *backpropagation* yang akan direalisasikan dalam bentuk *website*.

## 2. METODOLOGI

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder milik BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Kelas II Tanjung Perak Surabaya. Data yang diambil adalah data kecepatan angin dan ketinggian gelombang tahun 2017-2020 pada *waypoint* KM Dharma Kartika IX (33 titik koordinat).

### 2.2 Persiapan Data

Seluruh data yang diperoleh digunakan sebagai data latih (*training*) dan data uji (*testing*). Proporsi data *training* dan data *testing* untuk data kecepatan angin sekaligus data ketinggian gelombang adalah sebagai berikut:

- Data *training* = 75% dari total data
- Data *testing* = 25% dari total data.

Berdasarkan proporsi tersebut, data yang dijadikan sebagai data pelatihan yaitu data selama 3 tahun dari tahun 2017 hingga tahun 2019. Sedangkan data yang dijadikan sebagai data uji adalah data tahun 2020. Proporsi ini diterapkan pada data di seluruh titik koordinat.

Data yang telah diperoleh dilakukan persiapan sebelum dioperasikan pada jaringan syaraf tiruan. Persiapan data dilakukan dengan pembersihan data, yaitu mengeliminas *missing value* dan data yang muncul dua kali.

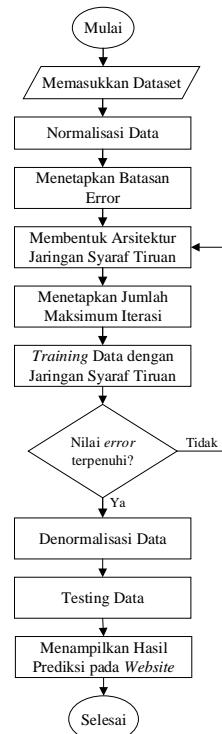
Setelah dilakukan pembersihan, data kecepatan angin dan ketinggian gelombang yang telah dipilah menjadi data *training* dan data *testing* kemudian dikompilasi secara berurutan dari titik 1 hingga titik 33 sesuai input dan output yang ditetapkan. Kompilasi data bertujuan agar *training* dan *testing* data tidak perlu dilakukan satu per satu pada 33 titik yang ada untuk meringkas langkah penelitian agar lebih efisien. Dari proses kompilasi data diperoleh 4 hasil, yaitu:

- Kompilasi data *training* kecepatan angin.
- Kompilasi data *training* ketinggian gelombang.
- Kompilasi data *testing* kecepatan angin.
- Kompilasi data *testing* ketinggian gelombang.

### 2.3 Perancangan Algoritme Prediktor

Setelah data siap dioperasikan pada jaringan syaraf tiruan, selanjutnya dilakukan perancangan algoritme prediktor. Tujuannya adalah untuk menyusun tahapan dalam

pembuatan sistem prediktor dengan *backpropagation neural network*. Gambar 1 menampilkan diagram alir algoritme prediktor.



**Gambar 1** Diagram Alir Algoritme Prediktor

Tahapan pertama yaitu memasukkan seluruh dataset dan melakukan normalisasi. Kemudian beberapa parameter ditetapkan sebelum dilakukan pelatihan. Jika pelatihan telah mencapai nilai *error* yang dihasilkan maka pelatihan akan dihentikan, namun jika tidak, maka pelatihan akan terus dilakukan secara berulang hingga mencapai jumlah maksimal iterasi yang ditentukan. Hasil *training* data diakhiri dengan denormalisasi data [3]. Selanjutnya dilakukan *testing* data untuk memperoleh hasil prediksi yang akan ditampilkan pada *website*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan dengan menggunakan metode *decimal scaling*, dimana seluruh data dibagi dengan bilangan 100 (atau kelipatan 10) [4]. Tabel 1 menampilkan data normalisasi kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada salah satu titik koordinat.

**Tabel 1.** Sampel Data Kecepatan Angin dan Ketinggian Gelombang

ANALYSIS DATA				
Location : P17 gapura				
Longitude : 112.732400 E				
Latitude : 7.196483 S				
No	Date	Time (WIB)	WindSpd (knot)	HTot (m)
1	01/01/2017	0	0,0193	-0,0004
2	01/01/2017	1	0,0213	-0,0004
3	01/01/2017	2	0,0234	-0,0004
4	01/01/2017	3	0,0255	-0,0004
5	01/01/2017	4	0,0277	-0,0004
6	01/01/2017	5	0,03	-0,0003
7	01/01/2017	6	0,0323	-0,0003
8	01/01/2017	7	0,0347	-0,0003
9	01/01/2017	8	0,0329	-0,0003
10	01/01/2017	9	0,0312	-0,0003
11	01/01/2017	10	0,0295	-0,0003
12	01/01/2017	11	0,0278	-0,0003
13	01/01/2017	12	0,0262	-0,0003
14	01/01/2017	13	0,0247	-0,0003
15	01/01/2017	14	0,0233	-0,0003
16	01/01/2017	15	0,022	-0,0003
17	01/01/2017	16	0,0208	-0,0003
18	01/01/2017	17	0,0197	-0,0003
19	01/01/2017	18	0,0188	-0,0003
20	01/01/2017	19	0,0181	-0,0003
21	01/01/2017	20	0,0177	-0,0003
22	01/01/2017	21	0,0178	-0,0003
...	...	...	...	...
30787	22/12/2020	0	0,0132	-0,0005
30788	22/12/2020	1	0,0134	-0,0005
30789	22/12/2020	2	0,0137	-0,0005
30790	22/12/2020	3	0,014	-0,0005
30791	22/12/2020	4	0,0144	-0,0005
30792	22/12/2020	5	0,0148	-0,0005
30793	22/12/2020	6	0,0153	-0,0005
30798	22/12/2020	7	0,0159	-0,0005

### 3.2 Pemilihan Fungsi Pembelajaran

Terdapat 11 fungsi pembelajaran pada metode *backpropagation neural network* di Matlab [5]. Tiap fungsi pembelajaran memiliki algoritme berbeda yang mempengaruhi proses pelatihan dan hasil prediksi. Pada penelitian ini dilakukan observasi pada seluruh fungsi

pembelajaran untuk mengetahui dan memilih fungsi yang tepat dalam kasus ini,

Observasi dilakukan pada data kecepatan angin dan ketinggian gelombang yang telah siap digunakan. Arsitektur yang diterapkan dalam melakukan observasi adalah 22-10-1 yang merupakan salah satu bentuk arsitektur yang digunakan saat *training* data. Parameter yang

digunakan untuk menentukan fungsi pembelajaran yang terbaik adalah waktu *training*, jumlah iterasi, dan nilai *error* (RMSE).

Tabel 2 Hasil Observasi Fungsi Pembelajaran pada Data Kecepatan Angin

No	Fungsi Pembelajaran	Waktu Training	Jumlah Iterasi	RMSE
1	traingd	04:29	1000	2,8598
2	traingdm	05:24	1000	1,54
3	traingda	05:28	1000	1,0058
4	traingdx	05:25	1000	0,7881
5	trainrp	01:08	267	0,3757
6	traincfg	06:33	279	0,3922
7	traincgp	13:35	350	0,3913
8	traincgb	01:36	43	0,5077
9	trainscg	08:31	454	0,316
10	trainbfg	04:11	167	0,3131
11	trainoss	27:01	1000	0,3662
12	trainlm	01:31	11	0,2912

Tabel 3 Hasil Observasi Fungsi Pembelajaran pada Data Kecepatan Angin

No	Fungsi Pembelajaran	Waktu Training	Jumlah Iterasi	RMSE
1	traingd	03:18	761	0,3161
2	traingdm	04:26	1000	0,8822
3	traingda	04:25	1000	1,2099
4	traingdx	04:23	100 0	0,6575
5	trainrp	03:42	832	0,3161
6	traincfg	01:32	77	0,3125
7	traincgp	04:22	232	0,3976
8	traincgb	00:43	33	0,4337
9	trainscg	01:04	125	0,3158
10	trainbfg	00:28	20	0,3045
11	trainoss	01:35	90	0,3088
12	trainlm	01:12	9	0,0462

Baris yang diberi sorotan menunjukkan hasil observasi dengan nilai paling kecil pada ketiga parameter yang ditetapkan. Berdasarkan hasil observasi pada Tabel 3, diketahui bahwa fungsi trainlm merupakan fungsi pembelajaran terbaik untuk data kecepatan angin dan ketinggian gelombang. Fungsi ini akan diterapkan pada *training* dan *testing* data.

### 3.3 Training Data

Pada penelitian ini diperlukan 2 arsitektur jaringan, yaitu arsitektur jaringan untuk data

kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada seluruh titik koordinat untuk melakukan *training* sekaligus *testing*. *Training* data dilakukan di Matlab menggunakan beberapa arsitektur secara *trial and error* mulai dari 1 hingga 2 *hidden layer* dengan variasi neuron berjumlah 1 sampai 10 neuron untuk mendapatkan arsitektur terbaik yang menghasilkan RMSE terkecil. Parameter yang digunakan untuk melakukan *training* data diatur sebagai berikut.

Tabel 4 Parameter *Training* Data Kecepatan Angin

No	Parameter	Nilai	
		Data Kecepatan Angin	Data Ketinggian Gelombang
1	Jumlah <i>hidden layer</i>	1 – 2	1 – 2
2	Jumlah neuron pada <i>hidden layer</i>	1 – 10	1 – 10
3	Fungsi aktivasi pada <i>hidden layer</i>	logsig	tansig
4	Fungsi aktivasi pada <i>output layer</i>	logsig	tansig
5	Fungsi Pembelajaran	trainlm	trainlm
6	<i>Epoch</i>	1000	1000
7	<i>Goal</i>	$10^{-6}$	$10^{-9}$

Input yang digunakan untuk *training* dan *testing* adalah data kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada jam ke-(n-1) (satu jam sebelumnya) sampai dengan jam ke-(n-21) (dua puluh satu jam sebelumnya) untuk memprediksi output pada jam ke-n. Data *training* kecepatan angin dan ketinggian gelombang yang digunakan masing-masing adalah sebanyak 732.892. Hasil *training* data ditunjukkan oleh Tabel 5 hingga Tabel 8.

Data *training* kecepatan angin dan ketinggian gelombang yang digunakan masing-masing adalah sebanyak 732.892. Hasil *training* data pada ditunjukkan oleh **Tabel 3.5** hingga **Tabel 3.8**.

Tabel 5 Hasil *Training* Data Kecepatan Angin 1 *Hidden layer*

Arsitektur	RMSE
21 1 1	0,3079
21 2 1	0,1232
21 3 1	0,1175
21 4 1	0,1049
21 5 1	0,1065
21 6 1	0,1014
21 7 1	0,1010
21 8 1	0,1028
21 9 1	0,1000
21 10 1	0,1003

Tabel 6 Hasil *Training* Data Ketinggian Gelombang 1 *Hidden layer*

Arsitektur	RMSE
21 1 1	0,0060
21 2 1	0,0060
21 3 1	0,0060
21 4 1	0,0060
21 5 1	0,0060
21 6 1	0,0059
21 7 1	0,0059

21	8	1	0,0059
21	9	1	0,0060
21	10	1	0,0068

Dari hasil *training* pada Tabel 5 dan Tabel 6, diketahui arsitektur yang menghasilkan RMSE terkecil adalah 21-9-1 untuk data kecepatan angin dan 21-6-1 untuk data ketinggian gelombang. Selanjutnya dilakukan *training* data dengan kombinasi 2 *hidden layer*, dimana jumlah neuron pada *hidden layer* pertama ditetapkan berdasarkan neuron yang menghasilkan RMSE terkecil pada *training* sebelumnya (*training* dengan 1 *hidden layer*). Sehingga jumlah neuron *hidden layer* pertama untuk *training* data kecepatan angin adalah 9 neuron dan 6 neuron untuk data ketinggian gelombang. Sedangkan jumlah neuron pada *hidden layer* kedua ditentukan secara trial and error dimulai dari 1 hingga 10 neuron, sama dengan *training* sebelumnya.

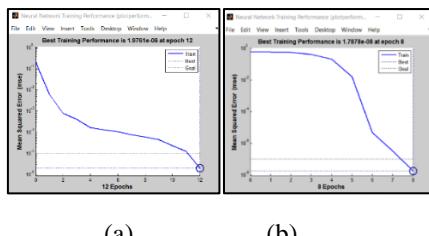
Tabel 7 Hasil *Training* Data Kecepatan Angin 2 *Hidden layer*

Arsitektur	RMSE
21 9 1 1	0,1011
21 9 2 1	0,1000
21 9 3 1	0,0996
21 9 4 1	0,1000
21 9 5 1	0,1000
21 9 6 1	0,1000
21 9 7 1	0,1000
21 9 8 1	0,1000
21 9 9 1	0,1000
21 9 10 1	0,1000

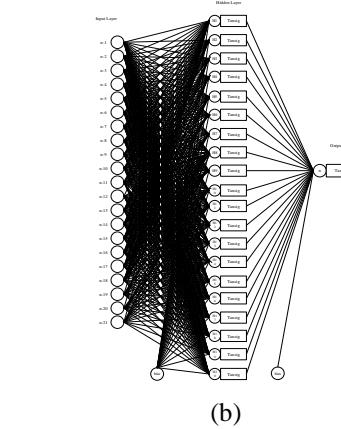
Tabel 8 Hasil *Training* Data Ketinggian Gelombang 2 *Hidden layer*

Arsitektur	RMSE
21 6 1 1	0,0130
21 6 2 1	0,0227
21 6 3 1	0,0118
21 6 4 1	0,0083
21 6 5 1	0,0194
21 6 6 1	0,0076
21 6 7 1	0,0120
21 6 8 1	0,0132
21 6 9 1	0,0070
21 6 10 1	0,0090

Berdasarkan **Tabel 7** dan **Tabel 8**, RMSE terkecil pada *training data* dengan 2 *hidden layer* untuk data kecepatan angin dihasilkan oleh arsitektur 21-9-3-1 dan 21-6-9-1 pada data ketinggian gelombang. Dari hasil *training data* menggunakan 1 hingga 2 *hidden layer*, dipilih arsitektur terbaik dengan RMSE paling kecil. Arsitektur terbaik untuk data kecepatan angin adalah 21-9-3-1; sedangkan untuk data ketinggian gelombang adalah 21-6-1. Grafik *performance training data* dengan arsitektur terbaik dan ilustrasi arsitekturnya ditunjukkan oleh **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



**Gambar 2** Grafik Performance *Training* (a) Data Kecepatan Angin, (b) Data Ketinggian Gelombang



**Gambar 3** Arsitektur Terbaik (a) Data Kecepatan Angin, (b) Data Ketinggian Gelombang

### 3.4 Testing Data

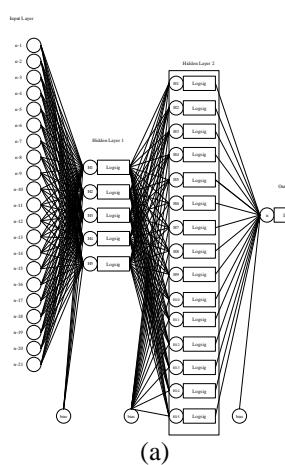
Bobot-bobot yang dihasilkan oleh arsitektur terbaik pada *training data* digunakan untuk melakukan *testing data* kecepatan angin dan ketinggian gelombang. Data *testing* yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 282.210. Hasil *testing* data menggunakan arsitektur terbaik ditunjukkan oleh **Tabel 9**.

**Tabel 9** Hasil *Testing Data* Berdasarkan Arsitektur Terbaik

Data	Arsitektur	RMSE
Kecepatan Angin	21 9 3 1	0,1050
Ketinggian Gelombang	21 6 1	0,0059

Hasil prediksi *backpropagation neural network* diterapkan pada *website* yang dibangun dengan menetapkan 2 kondisi untuk nilai *threshold*, yaitu “AMAN” dan “BAHAYA”. Kondisi aman apabila tidak ada nilai kecepatan angin dan ketinggian gelombang yang mencapai nilai yang telah ditetapkan; sebaliknya kondisi bahaya apabila salah satu atau kedua parameter mencapai nilai yang ditetapkan (kecepatan angin = 21 knot; ketinggian gelombang = 2,5 meter).

Nilai akurasi diperoleh dari banyaknya jumlah prediksi benar dibagi dengan jumlah data keseluruhan. Apabila prediksi menghasilkan kondisi sesuai dengan data aktual, maka prediksi tersebut dinyatakan benar. Sebaliknya ketika prediksi menghasilkan kondisi yang berbeda dengan data aktual, maka prediksi tersebut dinyatakan salah.



Tabel 10 Perbandingan Jumlah Data Benar dan Salah Berdasarkan Hasil Uji Data

Data Kecepatan Angin		Data Ketinggian Gelombang	
Jumlah Prediksi Benar	Jumlah Prediksi Salah	Jumlah Prediksi Benar	Jumlah Prediksi Salah
282184	26	282210	0

**Tabel 10** menunjukkan perbandingan jumlah prediksi benar dan salah. Berdasarkan perhitungan jumlah data benar dan salah dapat dihitung nilai akurasi sebagai berikut:

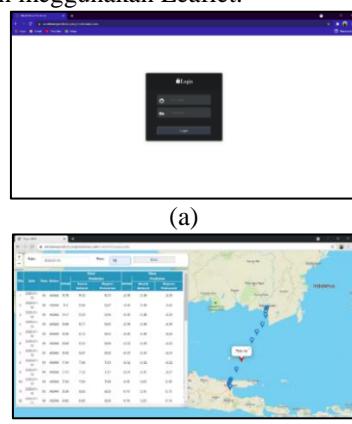
$$\text{akurasi neural network} = \frac{\text{jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\text{akurasi arsitektur } 21 - 9 - 1 = \frac{732817}{732892} \times 100\% = 99,98908434\%$$

$$\text{akurasi arsitektur } 21 - 9 - 3 - 1 = \frac{732812}{732892} \times 100\% = 99,98976657\%$$

### 3.5 Pembuatan Website

Pembuatan website dalam penelitian ini digunakan untuk memberikan informasi kondisi kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada waypoint yang ditentukan. Informasi tersebut ditampilkan dalam bentuk WebGIS (*Geographical Information System*) dengan menggunakan Leaflet.



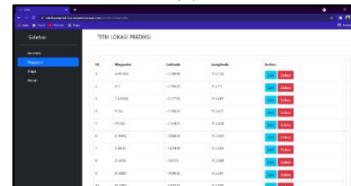
Gambar 4 Frontend Website (a) Halaman Login, (b) Halaman Informasi

Gambar 4 menampilkan halaman yang merupakan bagian dari frontend website. Untuk dapat mengakses informasi prediksi, user harus melakukan login pada form login. Selanjutnya akan muncul halaman informasi. Pada halaman informasi, terdapat 33 titik koordinat yang diwakili oleh simbol lokasi pada sisi kanan website. Sedangkan di sisi sebelah kiri terdapat tabel yang memuat informasi kecepatan angin dan ketinggian gelombang pada seluruh titik koordinat.

Untuk menampilkan informasi tersebut, user perlu memilih terlebih dahulu tanggal dan jam yang ingin diketahui informasinya. Informasi yang ditampilkan pada tabel antara lain titik koordinat, tanggal, jam, status (aman/bahaya), nilai aktual kecepatan angin dan ketinggian gelombang, serta nilai prediksi menggunakan metode *neural network*. Apabila terdapat titik koordinat yang berstatus bahaya maka ikon lokasi akan berubah warna menjadi merah



(a)



(b)

Gambar 5 Backend Website (a) Menu Bobot, (b) Menu Waypoint

Gambar 5 menampilkan halaman admin yang merupakan bagian dari backend website. Halaman ini hanya dapat diakses oleh administrator guna mengelola sistem, baik untuk melakukan perubahan maupun kebutuhan penyesuaian lainnya. Halaman admin pada menu bobot menampilkan bobot-bobot yang digunakan untuk melakukan *testing* yang diterapkan pada sistem. Bobot tersebut diperoleh dari hasil *training* arsitektur terbaik. Sedangkan menu waypoint berisi urutan titik koordinat serta lokasi garis lintang (latitude) dan garis bujur (longitude) pada seluruh titik. Waypoint yang ada pada halaman ini ditampilkan pada halaman informasi melalui ikon lokasi. Pada menu waypoint, administrator dapat mengubah titik koordinat melalui kolom *action*. Perubahan yang dapat dilakukan antara lain mengedit nama dan lokasi waypoint atau menghapusnya.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Akurasi yang dihasilkan oleh prediktor dengan algoritme *backpropagation neural network* menggunakan arsitektur terbaik dari hasil pelatihan adalah sebesar 99,99079%. Arsitektur terbaik pada data kecepatan angin adalah 21-9-3-1 dengan

nilai RMSE 0,105 dan 21-6-1 untuk data ketinggian gelombang dengan nilai RMSE 0,0059.

2. Website yang telah dibangun mampu menampilkan perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi *neural network* serta menampilkan kondisi (status) “AMAN” atau “BAHAYA” di seluruh titik koordinat untuk mempertimbangkan keberangkatan kapal pada waktu yang dipilih.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basarnas, “BADAN NASIONAL PENCARIAN DAN PERTOLONGAN (BASARNAS),” 2020.  
<https://basarnas.go.id/>.
- [2] B. M. K. dan Geofisika, “Pusat Meteorologi Maritim,” 2018.  
[https://maritim.bmkg.go.id/peringatan/gelombang\\_tinggi/](https://maritim.bmkg.go.id/peringatan/gelombang_tinggi/).
- [3] M. A. Raharja and I. M. T. G. Astra, “Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Metode Backpropagation Pada Pantai Lebih Gianyar,” *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 19, 2018, doi: 10.24843/jik.2018.v11.i01.p03.
- [4] N. Chamidah, . W., and U. Salamah, “Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi,” *J. Teknol. Inf. ITSsmart*, vol. 1, no. 1, p. 28, 2016, doi: 10.20961/its.v1i1.582.
- [5] H. Demuth, *Neural Network Toolbox™ 6 User's Guide*, vol. 9, no. 4. 2000.