

# Penerapan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Ketinggian Gelombang Laut Pada Selat Makassar

## *Application of Backpropagation Method in Predicting Sea Wave Height in Makassar Strait*

Muh Hari Bangsawan <sup>a,1,\*</sup>, Yulita Salim <sup>a,2</sup>, Sitti Rahmah Jabir <sup>a,3</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia  
<sup>1</sup>[muhammadhari1011@gmail.com](mailto:muhammadhari1011@gmail.com); <sup>2</sup>[yulita.salim@umi.ac.id](mailto:yulita.salim@umi.ac.id); <sup>3</sup>[rahmahjabir@umi.ac.id](mailto:rahmahjabir@umi.ac.id)  
<sup>\*</sup>corresponding author

Informasi Artikel	ABSTRAK
<p>Diserahkan : 31 Juli 2024 Diterima : 31 Januari 2025 Direvisi : 31 Januari 2025 Diterbitkan : 31 Januari 2025</p> <p><b>Kata Kunci:</b> JST Backpropagasi Prediksi Ketinggian gelombang laut</p>	<p>Beberapa penelitian telah melakukan prediksi ketinggian gelombang laut menggunakan metode backpropagation, namun belum ada penelitian yang melakukannya di Selat Makassar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode jaringan syaraf tiruan (JST) Backpropagation dalam memprediksi ketinggian gelombang laut di Selat Makassar. JST Backpropagation dipilih karena kemampuannya dalam menangani masalah prediksi dengan akurasi yang tinggi. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Paotere Makassar, mencakup data harian tinggi gelombang, kecepatan angin, dan arah angin dari tahun 2019 hingga 2022. Data pelatihan mencakup periode 1 Januari 2020 hingga 30 Juni 2022, sedangkan data pengujian mencakup periode 1 Juli 2022 hingga 31 Desember 2022. Proses pelatihan menggunakan learning rate 0,1, 21 neuron pada lapisan input, 5 neuron pada lapisan tersembunyi, 7 neuron pada lapisan output, nilai batas error 0,01, beta 0,5, dan maxepoch 10.000. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata MSE sebesar 0,1612 dan MAPE sebesar 28,27994%, menegaskan kemampuan model dalam memprediksi ketinggian gelombang laut dengan tingkat kesalahan yang dapat diterima.</p>
<p><b>Keywords:</b> JST Backpropagation Prediction Sea wave height</p> <p>This is an open access article under the <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">CC-BY-SA</a> license.</p> 	<p><b>ABSTRACT</b></p> <p><i>Several studies have predicted sea wave height using the backpropagation method, but no study has done so in the Makassar Strait. Therefore, this study aims to apply the Backpropagation artificial neural network (ANN) method in predicting sea wave height in the Makassar Strait. Backpropagation ANN was chosen because of its ability to handle prediction problems with high accuracy. The data used in this study were obtained from the Maritime Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) Paotere Makassar, including daily data on wave height, wind speed, and wind direction from 2019 to 2022. The training data covers the period from January 1, 2020 to June 30, 2022, while the testing data covers the period from July 1, 2022 to December 31, 2022. The training process uses a learning rate of 0.1, 21 neurons in the input layer, 5 neurons in the hidden layer, 7 neurons in the output layer, an error limit value of 0.01, beta 0.5, and maxepoch 10,000. The test results show an average MSE of 0.1612 and a MAPE of 28.27994%, confirming the model's ability to predict sea wave heights with an acceptable error rate.</i></p>

### I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat saat ini dimanfaatkan untuk memprediksi fenomena. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah menjadi populer dalam berbagai bidang teknologi dan informasi [1]. JST berfungsi memproses, mengolah, menyusun, mendapatkan, memanipulasi, dan menyimpan data untuk menghasilkan informasi berkualitas serta pengambilan keputusan yang tepat dan strategis. JST juga mampu menangkap input-output yang kompleks, sehingga dapat memecahkan masalah dengan mudah, cepat dalam eksekusi, dan mampu menginisialisasi sistem yang rumit [2].

*Backpropagation* merupakan jenis algoritma yang diawasi (supervised) yang menggunakan banyak lapisan. Metode ini akan memakai *error* hasil dalam memperbaharui nilai bobotnya pada arah mundur [3].

Backpropagation adalah algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error yaitu dengan melakukan penyesuaian bobotnya berdasarkan perbedaan hasil keluaran dan target yang akan dicapai [4]. Backpropagation dikatakan supervised learning dikarenakan pembelajaran algoritma ini dilakukan dengan membuat fungsi dari data pelatihan untuk mempelajari fungsi pemetaan dari input ke output. Algoritma ini memiliki hasil keluaran sebagai target dari data masukan dalam memperkirakan fungsi pemetaan [5].

Penggunaan metode algoritma backpropagation dinilai lebih memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam memprediksi. Seperti penelitian dalam memprediksi ketinggian gelombang laut menggunakan backpropagation di Laut Jawa Timur dengan mendapatkan hasil yang baidengan jumlah rata-rata nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pengujian sebesar 17,53182% [6]. Penelitian yang menggunakan metode backpropagation dalam memprediksi ketinggian gelombang laut pada perairan Laut Jawa bagian Barat juga telah dilakukan dengan mendapatkan hasil nilai koefisien korelasi pengujian di lima titik penelitian masing-masing 0,78; 0,70; 0,72; 0,74 dan 0,70 [7]. Selain itu penelitian terkait juga telah di lakukan dalam memprediksi gelombang laut pada pantai Gianyar. Pada penelitian tersebut data yang digunakan yaitu data curah hujan bulanan dari tahun 2011-2016. Menghasilkan koefisien kolerasi sebesar 0,99101 dan juga nilai *Mean Square Error* (MSE) yang didapatkan sebesar 0,00099745. Namun, dalam proses pengujian mendapatkan koefisien korelasi sebesar 0,9652 dengan nilai error sebesar 0,0042314 [8].

Backpropagation merupakan jenis algoritma yang diawasi (supervised) yang menggunakan banyak lapisan. Metode ini akan memakai error hasil dalam memperbaharui nilai bobotnya pada arah mundur [3]. Backpropagation adalah algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error yaitu dengan melakukan penyesuaian bobotnya berdasarkan perbedaan hasil keluaran dan target yang akan dicapai [4]. Backpropagation dikatakan supervised learning dikarenakan pembelajaran algoritma ini dilakukan dengan membuat fungsi dari data pelatihan untuk mempelajari fungsi pemetaan dari input ke output. Algoritma ini memiliki hasil keluaran sebagai target dari data masukan dalam memperkirakan fungsi pemetaan [5].

Algoritma backpropagation digunakan dalam penentuan bobot dari setiap neuron JST menggunakan data latih atau data pembelajaran agar hasil keluaran dapat sesuai dengan target yang diinginkan [6]. Pada algoritma ini memiliki 3 fase pelatihan yaitu, fase yang pertama adalah fase propagasi maju (feedforward), fase kedua adalah fase propagasi mundur (backpropagation), dan fase ketiga adalah fase perubahan bobot yang akan terus berulang hingga mendapatkan kondisi berhenti (stop condition).

MAPE digunakan untuk mengukur nilai error atau akurasi dari model prediksi yang dibangun dengan membandingkan data uji dan data latih yang sudah ditentukan. Hasil evaluasi ini dapat menggambarkan seberapa akurat hasil prediksi yang telah dibuat oleh model yang menggunakan data latih yang berdasarkan data uji untuk perbandingan nilai prediksinya [9]. Mean Square Error (MSE) biasanya digunakan untuk mengukur nilai keakuratan. Namun, semakin kecil nilai MSE tidak menjamin semakin tinggi nilai akurasinya [10].

Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu mengolah data harian ketinggian gelombang laut yang didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Paotere Makassar dengan menggunakan metode *backpropagation*, mengukur tingkat akurasi model dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Squared Error* (MSE), mendapatkan model arsitektur yang tepat, menentukan nilai *learningrate*, *beta*, *max epoch*, dan nilai batas *error*.

## II. Metode

Pada penelitian ini, tahapan-tahapan dalam melakukan prediksi ketinggian gelombang laut menggunakan metode *backpropagation* seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

### A. Studi Literature

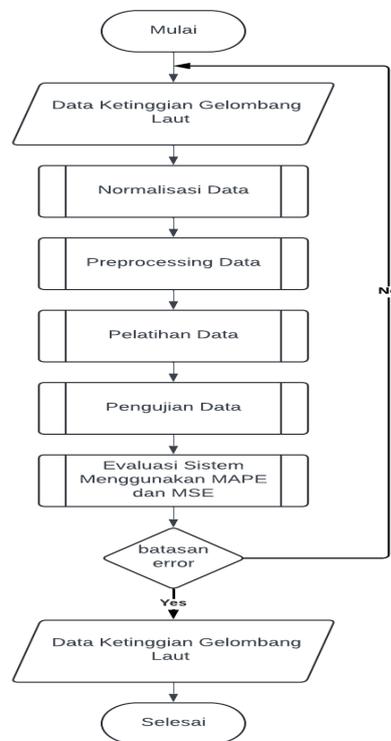
Pada tahap ini mengidentifikasi dan menjelaskan permasalahan yang akan diselesaikan dengan menggunakan prediksi jaringan saraf tiruan *backpropagation*. Serta menentukan variabel input dan output yang akan digunakan. Selanjutnya akuisisi pengetahuan proses dalam memperoleh pemahaman terkait prediksi dengan jaringan saraf tiruan, metode *backpropagation*, dan juga gelombang laut melalui buku, artikel, atau sumber lainnya. Dan tahapan selanjutnya representasikan pengetahuan yang didapatkan pada tahap akuisisi pengetahuan selanjutnya akan dilakukan pemodelan serta pengembangan teori.

### B. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dalam Penelitian ini yang meliputi data ketinggian gelombang harian pada titik selat makassar bagian Selatan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Serta melakukan seleksi data yang akan digunakan untuk prediksi ketinggian gelombang laut yang memiliki ketersediaan data pada tahun 2020-2022 yaitu kantor BMKG Maritim Makassar.

### C. Perancangan Sistem

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat suatu pemodelan arsitektur jaringan saraf tiruan untuk memprediksi gelombang laut menggunakan metode *backpropagation* dengan lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output yang diinginkan. Adapun diagram alir perancangan dapat dilihat pada Gambar 2.



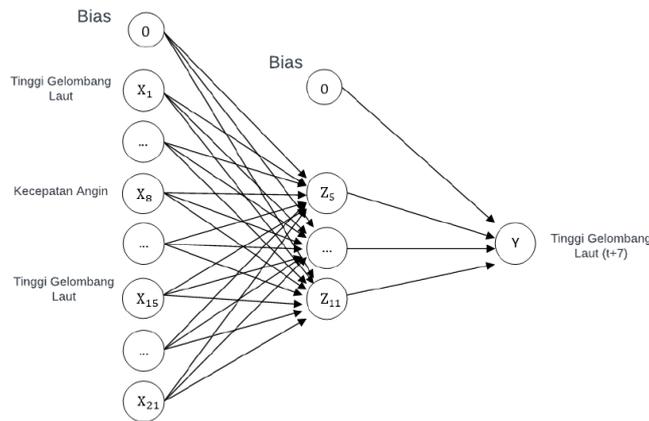
Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada system dalam memprediksi ketinggian gelombang laut menggunakan metode algoritma *backpropagation*. Berikut adalah penjelasan mengenai proses yang akan dilakukan:

- 1) Input data ketinggian gelombang laut yang akan digunakan dalam proses prediksi. Pada tahap ini data yang dimasukkan yaitu data rata-rata ketinggian gelombang laut perbulannya.
- 2) Selanjutnya data yang dimasukkan dinormalisasikan dalam skala tertentu atau rentang nilai tertentu. Tujuan dari normalisasi data untuk meningkatkan kinerja model pembelajaran mesin dan menghindari masalah seperti perbedaan skala dan konvergensi yang lambat.
- 3) Setelah data di normalisasikan tahapan selanjutnya yaitu preprocessing data. Tujuan pada tahap ini agar data yang telah di normalisasi menjadi data yang terpolarisasi dan juga membagi data train dan test sehingga dapat di olah dengan algoritma *backpropagation*.

- 4) Tahapan selanjutnya memproses pelatihan data atau training. Tujuan dari pelatihan data ini untuk mempersiapkan model agar dapat membuat prediksi atau keputusan yang akurat dan generalisasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.
- 5) Selanjutnya melakukan pengujian data. Bertujuan untuk mendapatkan evaluasi yang objektif dan akurat dalam kinerja model pada situasi dunia nyata.
- 6) Proses selanjutnya yaitu melakukan denormalisasi data dan juga dilanjutkan dengan menghitung tingkat kesalahan menggunakan MAPE dan juga MSE.
- 7) Hasil dari prediksi ketinggian gelombang laut.

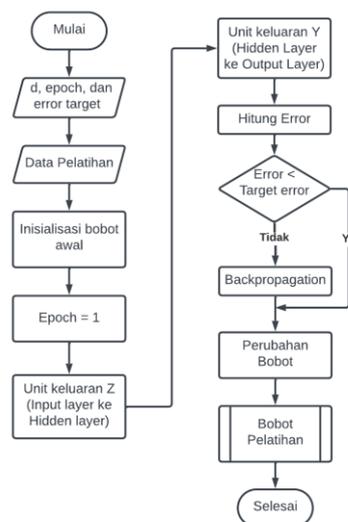
D. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation



Gambar 3. Arsitektur JST Backpropagation

Pada Gambar 3 diperlihatkan pelatihan yang akan dilakukan, digunakan variasi arsitektur dengan perbedaan jumlah lapisan tersembunyi dengan metode *JST Backpropagation* untuk mencapai tujuan penelitian dengan memanipulasi jumlah neuron tersembunyi. Variasi arsitektur yang akan digunakan adalah arsitektur dengan 3 lapisan terdiri dari 21 unit lapisan masukan, unit pada lapisan tersembunyi akan ditentukan berdasarkan pengujian yang akan dilakukan, dan 7 unit pada lapisan keluaran.

E. Perancangan Algoritma Backpropagation



Gambar 4. Diagram alir algoritma Backpropagation

Berdasarkan Gambar 4 ada beberapa tahapan yang akan dilakukan pada algoritma *backpropagation*. Berikut penjelasan dari tahapan-tahapan tersebut:

- 1) Menentukan nilai learning rate, epoch, dan error target.
- 2) Memisahkan data yang akan digunakan sebagai data pelatihan dan data uji. Data pelatihan yang digunakan adalah data ketinggian gelombang laut 1 Januari 2020 – 31 Desember 2022. Sedangkan data uji menggunakan data ketinggian gelombang pada 1 Januari 2022 – 31 Desember 2022.

- 3) Inisialisasi bobot dan bias secara acak dengan menggunakan rentang  $[-0.5, 0.5]$ .
- 4) Memasukkan jumlah epoch yang akan digunakan untuk pencarian epoch yaitu, dengan menggunakan jaringan yang terdiri dari 3 lapisan dengan 21 unit lapisan masukan, unit pada lapisan tersembunyi akan ditentukan berdasarkan pengujian yang akan dilakukan, dan 7 unit pada lapisan keluaran.
- 5) Pada tahap ini maka akan menghasilkan nilai keluaran  $z$ .
- 6) Pada tahap ini akan menghasilkan nilai output.
- 7) Selanjutnya menghitung jumlah nilai error. Jika nilai error lebih kecil dari jumlah target error maka tidak dilakukan *backpropagation*.
- 8) Kemudian dilakukan proses *backpropagation* error.
- 9) Lalu dilakukan tahap update bobot dan bias.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pelatihan Model *Backpropagation*

Pengujian prediksi dengan *backpropagation* ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman python yang dibuat di jupyter notebook. Adapun pada penelitian ini data pengujian metode sebanyak 913 data diantaranya data ketinggian gelombang, kecepatan angin, dan kecepatan arah mata angin. Berikut ini hasil prediksi pengujian model *backpropagation* pada jaringan hidden layer yang berbeda-beda yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pelatihan Model *Backpropagation*

Arsitektur	Hasil Pengujian Model	
	MSE	MAPE
21 5 7	0.1612	21.28107
21 6 7	0.01555	21.70118
21 7 7	0.01425	20.26403
21 8 7	0.01547	21.68619
21 9 7	0.01535	19.74719
21 10 7	0.01453	20.56171
21 11 7	0.0133	19.58338

Dari tabel 1 diatas arsitektur dengan performa terbaik berdasarkan nilai MSE terendah adalah arsitektur 21-11-7 dengan nilai MSE sebesar 0.0133, dan nilai MAPE-nya yaitu 19.58338%. Sementara itu, arsitektur dengan nilai MAPE tertinggi adalah arsitektur 21-5-7 dengan nilai MAPE sebesar 21.28107%, dan nilai MSE-nya cukup tinggi yaitu 0.01612. Dengan mempertimbangkan kedua metrik tersebut, arsitektur 21-11-7 dapat dianggap sebagai arsitektur terbaik dari segi MSE dan juga MAPE. Pemilihan akhir arsitektur terbaik dapat disesuaikan dengan prioritas yang lebih diutamakan, apakah itu MSE atau MAPE.

#### B. Evaluasi Model Dengan Perbandingan Data Aktual

Dari hasil pengujian ini, arsitektur 21-11-7 terbukti sebagai model dengan performa terbaik, dengan nilai MSE dan MAPE yang paling rendah di antara semua arsitektur yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut memiliki akurasi prediksi yang paling tinggi dan kesalahan persentase yang paling rendah, sehingga sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam aplikasi lebih lanjut.

Evaluasi model dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dari berbagai arsitektur model dengan data aktual untuk menentukan performa masing-masing model. Dalam proses ini, dua metrik utama digunakan, yaitu Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), untuk mengukur akurasi dan tingkat kesalahan prediksi model. Hasil pengujian menunjukkan variasi performa antar arsitektur, yang memberikan gambaran tentang kekuatan dan kelemahan masing-masing model dalam merepresentasikan data aktual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur 21-11-7 memiliki nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) rata-rata sebesar 19.58338 dan nilai Mean Squared Error (MSE) rata-rata sebesar 0.017929, yang mengindikasikan bahwa model ini mampu memberikan prediksi dengan tingkat kesalahan persentase dan kesalahan kuadrat rata-rata yang rendah, menjadikannya pilihan yang sangat akurat dan andal untuk keperluan prediksi data.

### IV. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Model prediksi ketinggian gelombang laut menggunakan algoritma backpropagation mampu memberikan prediksi dengan tingkat kesalahan yang dapat diterima, meskipun terdapat variasi dalam tingkat akurasi dari hari ke hari.
- 2) Pelatihan model dilakukan dengan berbagai variasi, dan hasilnya menunjukkan bahwa model dengan skenario pembagian data training selama 2 tahun 6 bulan dan data testing selama 6 bulan, learning rate 0.1, MaxEpoch 10000, nilai batas error 0.01, beta 0.5, serta arsitektur dengan 21 input layer, 11 hidden layer, dan 7 output layer mampu mencapai tingkat akurasi yang cukup baik. Hasil pelatihan menunjukkan rata-rata MSE sebesar 0.0133 dan MAPE sebesar 19.5834, menegaskan kemampuan model dalam memprediksi ketinggian gelombang laut dengan tingkat kesalahan yang dapat diterima.
- 3) Evaluasi model dengan menggunakan data aktual menunjukkan bahwa arsitektur 21-11-7 memberikan hasil prediksi yang cukup akurat, dengan akurasi rata-rata nilai MAPE sebesar 29.3995 dan rata-rata nilai MSE sebesar 0.01793. Meskipun terdapat fluktuasi dalam performa harian, rata-rata MAPE dari semua skenario menunjukkan bahwa model memiliki potensi untuk memberikan prediksi yang cukup akurat dalam periode pengamatan yang telah dilakukan.

Saran untuk penelitian yang telah dilakukan adalah untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut terhadap pengembangan model dengan mempertimbangkan variasi arsitektur jaringan dan teknik ensemble guna meningkatkan akurasi prediksi. Optimalisasi lebih lanjut terhadap hyperparameter seperti learning rate, jumlah epoch, dan nilai batas error juga perlu dilakukan untuk mencari kombinasi yang lebih optimal. Selain itu, penting untuk memperluas validasi model dengan menggunakan dataset yang lebih luas atau berbeda untuk menguji kestabilan dan generalisasi model di berbagai kondisi. Pemilihan fitur tambahan yang relevan dan analisis mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi performa model juga dapat membantu meningkatkan keakuratan dan aplikabilitas penelitian ini dalam konteks prediksi ketinggian gelombang laut.

#### Daftar Pustaka

- [1] P. Sari and F. Ahyaningsih, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Harga Bahan Pangan di Wilayah Kabupaten Deli Serdang," *Algoritma. J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumihan dan Angkasa*, vol. 2, pp. 105–117, Nov. 2024, doi: 10.62383/algoritma.v2i6.287.
- [2] W. Satria, "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus Di Metro Electronic Dan Furniture)," *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–19, 2021, doi: 10.46576/djtechno.v1i1.966.
- [3] T. Tamaji, Y. Utama, and J. Sidharta, "Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Metode Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 10, pp. 30–37, Aug. 2022, doi: 10.34010/telekontran.v10i1.7409.
- [4] G. Zaida Muflih, "Penentuan Parameter Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Pengaruhnya Terhadap Proses Pelatihan," *J. Ris. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 12–17, 2021, doi: 10.53863/juristik.v1i02.363.
- [5] M. A. F. I. Aslim, J. Jasruddin, P. Palloan, H. Helmi, M. Arsyad, and H. Triwibowo, "Monthly Rainfall Prediction Using the Backpropagation Neural Network (BPNN) Algorithm in Maros Regency," *Sci. J. Informatics*, vol. 10, no. 1, pp. 13–24, 2023, doi: 10.15294/sji.v10i1.37982.
- [6] N. Rahmadani, B. Darma Setiawan, and S. Adinugroho, "Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 7, pp. 6517–6525, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [7] P. Wellyantama, "Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Perairan Laut Jawa Bagian Barat Sebelah Utara Jakarta dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik," *POSITRON*, vol. 5, Apr. 2015, doi: 10.26418/positron.v5i1.9749.
- [8] M. A. Raharja and I. Astra, "Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Metode Bckpropagation Pada Pantai Lebih Gianyar," *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, p. 19, May 2018, doi: 10.24843/jik.2018.v11.i01.p03.
- [9] J. P. Simamora, S. Martha, W. Andani, P. S. Statistika, and U. Tanjungpura, "Penerapan algoritma prophet pada peramalan harga saham," vol. 3, no. 2, pp. 94–101, 2024.
- [10] F. Khairati and H. Putra, "Prediksi Kuantitas Penggunaan Obat pada Layanan Kesehatan Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, pp. 128–135, Aug. 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i3.158.