

## APLIKASI METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK PADA SHORT TERM FORECASTING INTENSITAS HUJAN SEBAGAI SISTEM PERINGATAN DINI HUJAN LEBAT BERBASIS PROTOTIPE AUTOMATIC WEATHER STATION

Dani Wahyudi<sup>1</sup>, Isa Rachman<sup>2</sup>, Ryan Yudha Adhitya<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : daniwahyudi@student.ppons.ac.id

### Abstrak

Prediksi atau prakiraan memegang peran penting dalam kehidupan sosial masyarakat di era saat ini, prediksi akan kemungkinan adanya keadaan yang ekstrim dapat menyelamatkan nyawa dan harta benda dan juga dapat memastikan kelangsungan perekonomian masyarakat. Secara umum sudah banyak prediksi-prediksi terkait bencana alam seperti badai, tsunami maupun prediksi cuaca berbasis statistik. Pada penelitian Tugas Akhir ini diaplikasikan metode *Backpropagation Neural Network* sebagai metode untuk memprediksi potensi hujan di wilayah kota Surabaya berdasarkan data *input* yang berasal dari sistem *Automatic Weather Station*. Data dikirimkan ke dalam *database web hosting* melalui koneksi internet dengan memanfaatkan modul GSM, kemudian akan diolah dan ditampilkan pada *website*. Pada penelitian ini saat pengujian menggunakan data *training* diperoleh nilai MSE sebesar 0.14130 dan nilai MSE pada proses *testing* sebesar 0.1607. Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai akurasi yang diperoleh mencapai 87.7% pada tahapan *training*, 76.4% pada proses *testing* dan akurasi terbaik 97.14%, akurasi terendah 77.14% pada pengujian langsung. Sistem dilengkapi peringatan dini yang akan memberikan peringatan apabila prediksi menunjukkan potensi hujan dan sensor *rain gage* mendeteksi adanya hujan lebat. Peringatan dikirim melalui email dan mengaktifkan *buzzer* pada *Automatic Weather Station*.

**Kata Kunci:** *Automatic Weather Station, Backpropagation Neural Network, Forecasting*

### 1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia secara geografis memiliki iklim tropis yang ditandai dengan adanya dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Pola musim hujan di Indonesia sangat beragam yang menjadikannya lebih sulit untuk diprediksi secara akurat. Secara keseluruhan pola musim hujan di Indonesia terbagi menjadi tiga yaitu pola hujan monsunal, pola ekuatorial dan lokal yang masing-masing memiliki puncak musim hujan yang berbeda [1]

Prediksi atau peramalan memegang peran penting dalam kehidupan sosial ekonomi masyarakat. Prediksi badai, gempa bumi, tsunami mampu menyelamatkan nyawa dan harta benda, prediksi intensitas hujan berdampak pada pertanian, transportasi, pariwisata ataupun kemungkinan terjadinya bencana banjir atau tanah longsor. Metode prediksi hujan yang banyak digunakan adalah berbasis statistik dengan menggunakan data pengindraan jauh dari satelit (*remote sensing*), data tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi intensitas hujan [2].

Metode berbasis numerik atau statistik lebih cocok digunakan untuk menghasilkan prediksi jangka panjang dengan cakupan area yang luas namun untuk prediksi jangka pendek (*Short Term Forecasting*) dengan cakupan area yang kecil dan hasil yang lebih spesifik metode numerik maupun statistik kurang efektif [3].

Dari latar belakang tersebut penulis memiliki inovasi untuk membuat sebuah *Early Warning System* (EWS) untuk hujan lebat dalam skala lokal berbasis prediksi jangka pendek *Short Term Forecasting* menggunakan *Automatic Weather Station* sebagai sumber data *input*. Sistem peringatan ini nantinya akan menggunakan metode *Machine Learning* yaitu *Backpropagation Neural Network* (BPNN) sebagai metode untuk memprediksi potensi hujan dalam waktu 3 jam yang akan datang di wilayah kota Surabaya.

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah merancang dan membuat *prototipe Automatic Weather Station* sebagai data *logger*. Bagaimana mengaplikasikan metode *Backpropagation Neural Network* pada *Short Term Forecasting*. Merancang sebuah sistem

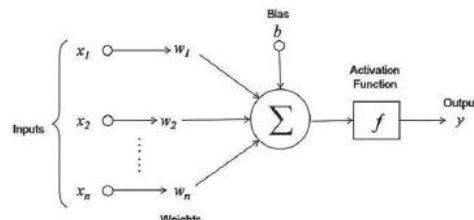
peringatan dini yang dapat diaplikasikan pada kondisi hujan lebat.

## 2. METODE

### 2.1 Backpropagation Neural Network

Metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) adalah sebuah metode prediksi yang didasarkan pada sistem syaraf manusia yang memiliki neuron-neuron yang saling terhubung [4]. BPNN merupakan algoritma *Multi Layer Perceptron* (MLP) yang memiliki arah maju dan mundur, MLP memiliki keungulan dalam menangani data yang sifatnya *non-linier* sehingga cocok digunakan untuk memprediksi intensitas hujan.

Arsitektur dari BPNN terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*, dengan adanya *hidden layer* akan dapat memperkecil *error* yang terjadi dengan cara menyesuaikan bobot hingga mendekati target yang diinginkan. *Input layer* digunakan sebagai sinyal masukan yang akan mengirimkan data ke *hidden layer*, pada *hidden layer* dan *output layer* terjadi proses komputasi terhadap bobot dan bias serta dilakukan perhitungan dari hasil *hidden layer* ke *output layer* dengan menggunakan fungsi aktivasi. Arsitektur dari BPNN secara sederhana dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Arsitektur BPNN [5]

Terdapat dua bagian utama dari perhitungan jaringan syaraf tiruan (JST), pertama adalah proses perhitungan maju atau *forward propagation* dan kedua adalah proses perhitungan mundur atau *backward propagation*.

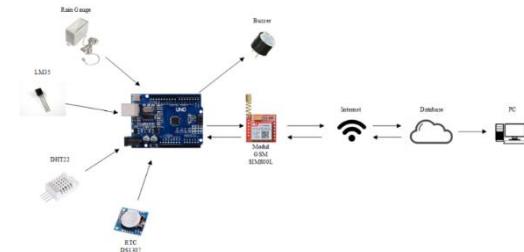
Dari perhitungan *forward propagation* yang dilakukan akan didapatkan nilai *error* prediksi (*y*) terhadap nilai target (*t*). Dalam perhitungan *error* JST digunakan rumus *mean square error* dengan persamaan berikut

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (target - prediksi)^2 \quad (1)$$

### a. Rancangan Hardware

Pada **Gambar 2.2** berikut ditunjukkan

rancangan *hardware* yang akan diaplikasikan sebagai instrumen untuk pengambilan data cuaca dengan variabel suhu, kelembaban dan curah hujan.



**Gambar 2.2** Rancangan Hardware

Sistem data *logger* yang dirancang menggunakan sensor DHT22 sebagai pengukur kelembaban, sensor LM35 sebagai sensor suhu dan *rain gauge tipping bucket* sebagai pengukur curah hujan.

Koneksi dari sistem *hardware* dengan *software* menggunakan modul GSM SIM800L sehingga memungkinkan koneksi yang *portable*.

### b. Dataset

*Dataset* digunakan untuk melatih sebuah algoritma sehingga mampu mengenali pola cuaca dengan membandingkan pola data yang pernah terjadi dengan data hasil perekaman *Automatic Weather Station*. Pada penelitian Tugas Akhir ini dataset yang digunakan meliputi variabel curah hujan, temperatur, dan kelembaban. Data didapatkan dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh BMKG Perak Surabaya pada tahun Januari 2017-Desember 2020 dengan frekuensi data tiap 3 jam.

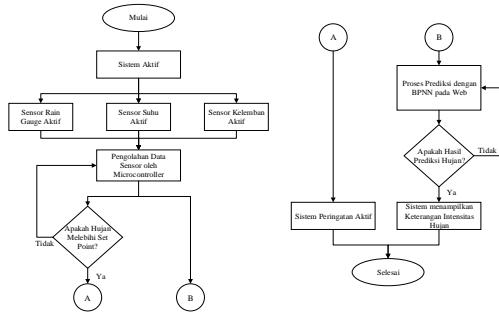
Data yang dibutuhkan dalam rentang waktu 4 tahun terakhir. Data akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing* dengan perbandingan 75:25. Detail kebutuhan data ditampilkan pada **Tabel 2.1** berikut

**Tabel 2.1** Kebutuhan Data

No	Keterangan	Tahun
1	Curah Hujan	2017-2020
2	Suhu	2017-2020
3	Kelembaban	2017-2020

### 2.2 Flowchart Sistem

Sistem yang dirancang akan bekerja secara otomatis baik dalam perekaman data, perhitungan dan pengaktifan 245system peringatan dini. Diagram alir dari 245system yang dirancang ditampilkan pada **Gambar 2.3** berikut



Gambar 2.3 Diagram Alir

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Sensor

Sensor yang digunakan perlu dilakukan pengujian dan kalibrasi untuk memastikan sensor yang digunakan dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian dan kalibrasi ditampilkan pada **Tabel 3.1** berikut

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Sensor

No	Sensor	Rata Rata Error
1	DHT22 (Hum)	2.49 %
2	LM35 (Temp)	1.26 %
3	Rain Gauge (Rain)	4.77 %

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan sensor yang digunakan dapat bekerja dengan baik.

#### 3.2 Training BPNN

Arsitektur *Backpropagation Neural Network* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. *Input layer* pada penelitian ini terdiri dari 3 *neuron* dan *output layer* terdiri dari 1 *neuron*. Jumlah *hidden layer* dan *neuron* pada *hidden layer* akan ditentukan melalui proses *trial and error*. Pada **Tabel 3.2** ditampilkan parameter yang digunakan

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Sensor

Parameter	Deskripsi
<i>Input layer</i>	Suhu, kelembaban , Curah hujan sebelumnya
<i>Hidden layer</i>	1-2 <i>hidden layer</i>
<i>Neuron Hidden layer</i>	2-11 <i>neuron</i>
<i>Output layer</i>	Hujan dan Tidak Hujan (1 , 0)
Fungsi aktivasi	<i>Sigmoid</i>
Fungsi latih	<i>Levenberg-Marquardt</i> (trainlm)

Berdasarkan proses *training* dan *testing* yang dilakukan diperoleh nilai MSE terkecil pada kombinasi 1 *hidden layer*. Pada **Tabel 3.3** ditunjukkan perbandingan nilai MSE.

Tabel 3.3 Hasil *Training 1 Hidden layer*

Model	Training		Testing
	MSE	MSE	MSE
3 2 1	0.1544	0.1608	
3 3 1	0.1499	0.1681	
3 4 1	0.1419	0.1619	
3 5 1	0.1457	0.1636	
<b>3 6 1</b>	<b>0.1413</b>	<b>0.1607</b>	
3 7 1	0.142	0.1615	
3 8 1	0.1426	0.163	
3 9 1	0.1416	0.1615	
3 10 1	0.142	0.161	
3 11 1	0.1415	0.1611	

Dalam penentuan model terbaik dari arsitektur *backpropagation neural network* diambil dari nilai MSE terkecil pada proses *testing*. Berdasarkan **Tabel 3.3** di dapatkan model arsitektur terbaik dengan satu *hidden layer* adalah 3 *neuron input layer* 6 *neuron hidden layer* dan 1 *neuron output layer* dengan nilai MSE 0.1607.

Percobaan selanjutnya dilakukan dengan kombinasi dua *hidden layer* untuk mencari model arsitektur terbaik yang dapat digunakan. Penentuan jumlah *neuron* pada *hidden layer* pertama menggunakan nilai *hidden layer* terbaik berdasarkan percobaan sebelumnya yaitu 6 *neuron*. Hasil percobaan yang dilakukan ditampilkan pada **Tabel 3.4**

Tabel 3.4 Hasil *Training 2 Hidden layer*

Model	Training		Testing
	MSE	MSE	MSE
3 6 2 1	0.1443	0.1632	
3 6 3 1	0.1434	0.1622	
3 6 4 1	0.1428	0.163	
3 6 5 1	0.1396	0.1607	
3 6 6 1	0.1406	0.1608	
3 6 7 1	0.1417	0.1614	
3 6 8 1	0.1423	0.1614	
3 6 9 1	0.1402	0.1603	
3 6 10 1	0.1406	0.1601	
<b>3 6 11 1</b>	<b>0.1403</b>	<b>0.1599</b>	

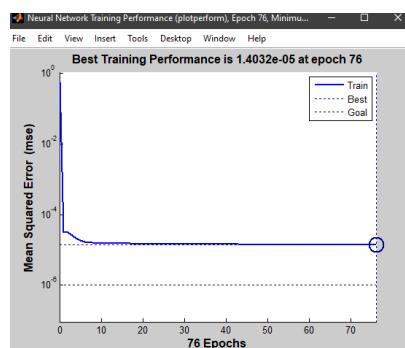
Berdasarkan **Tabel 3.3** dan **3.4** diperoleh model arsitektur terbaik adalah 3 *neuron input*, 6 *neuron hidden layer* pertama, 11 *neuron hidden layer* kedua dan 1 *neuron output*

dengan nilai MSE *testing* adalah 0,1599. Data diatas apabila dibandingkan untuk arsitektur terbaiknya ditampilkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perbandingan MSE

Model	Training		Testing
	MSE	MSE	
3 6 1	0.1413	0.1607	
<b>3 6 11 1</b>	<b>0.1403</b>	<b>0.1599</b>	

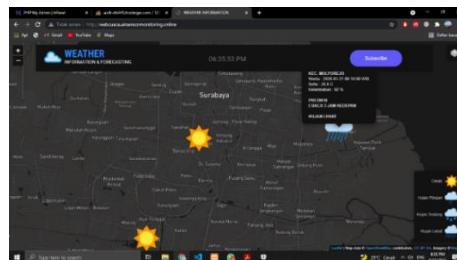
Nilai MSE terbaik pada 2 *hidden layer* diperoleh pada *Epoch* 76 dengan nilai MSE 0.1403 yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**



**Gambar 3.1** Grafik Performance

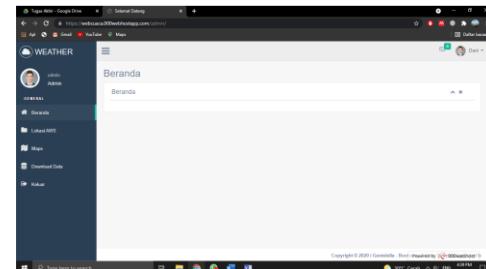
### 3.3 Hasil Perancangan Software

Perancangan *software* meliputi pembuatan *website* dengan semua fitur yang disesuaikan, pembuatan *database* pada *web hosting* dan mengintegrasikan *hardware* dengan *software* yang telah dibuat sehingga dapat berfungsi sesuai dengan baik. Pada **Gambar 3.2** ditunjukkan tampilan utama dari *website* dan tampilan beranda *admin* yang dibuat



**Gambar 3.2** Tampilan Utama Website

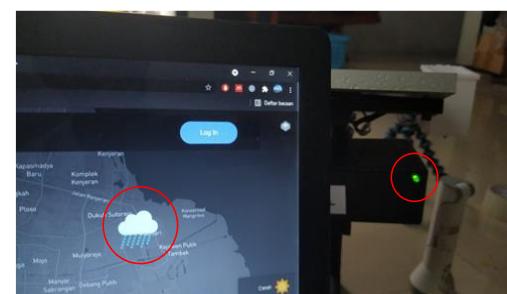
Selain dari halaman utama, *website* memiliki halaman khusus untuk administrator untuk mengelola data pada *website* tampilan halaman administrator ditunjukkan pada **Gambar 3.3** berikut



**Gambar 3.3** Tampilan Beranda Admin

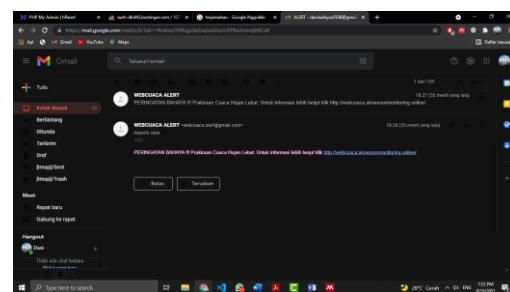
### 3.4 Pengujian Sistem Peringatan Dini

Sistem peringatan dini yang dirancang terdiri dari email notifikasi, icon notifikasi pada website dan buzzer pada *automatic weather station*. Pada pengujian ini dilakukan serangkaian simulasi terjadinya hujan lebat sehingga sistem peringatan dini akan bekerja. Pada Gambar ditunjukkan hasil pengujian yang dilakukan, dalam pengujian buzzer diganti dengan lampu LED untuk visualisasi pada **Gambar 3.4**



**Gambar 3.4** Pengujian Sistem Peringatan

Selain melalui *buzzer* dan *icon* pada *website*, peringatan juga dikirimkan melalui notifikasi email. Hasil pengujian pengiriman email peringatan ditunjukkan pada **Gambar 3.5** berikut



**Gambar 3.5** Pengujian Email Notifikasi

### 3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan data BMKG tahun 2020 dan menguji sistem secara langsung kemudian dibandingkan dengan prediksi BMKG dari bmkg.go.id. Hasil pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut

Nilai akurasi berdasarkan data BMKG tahun 2020  
akurasi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total prediksi benar}}{\text{total keseluruhan data}} \times 100\% \\ &= \frac{2237}{2928} \times 100\% \\ &= 76.40027 \% \end{aligned}$$

Nilai akurasi terbaik berdasarkan hasil pengujian langsung dibandingkan dengan prediksi BMKG  
akurasi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total prediksi benar}}{\text{total keseluruhan data}} \times 100\% \\ &= \frac{34}{35} \times 100\% \\ &= 97.14\% \end{aligned}$$

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Metode *backpropagation neural network* yang diaplikasikan dapat digunakan untuk prediksi jangka pendek kemungkinan hujan dan tidak hujan. Arsitektur terbaik yang diperoleh adalah kombinasi 3 *input*, 6 *neuron hidden layer* pertama, 11 *neuron hidden layer* kedua dan 1 *output*. Nilai MSE terbaik yang diperoleh pada proses *training* sebesar 0.14130 dan nilai MSE pada proses *testing* sebesar 0.1607. Nilai akurasi dari sistem pada proses *training* 87.702 %, pada proses *testing* 76.4 % dan pada pengujian secara langsung nilai akurasi terbaik yang didapatkan mencapai 97.14% nilai akurasi terendah 77.14%.

##### 4.2 Saran

Untuk mengukur variabel cuaca dibutuhkan sensor dengan kualitas yang baik dan memiliki ketahanan terhadap faktor cuaca yang dapat merusak sensor. Komponen pendukung lainnya perlu adanya penyesuaian untuk pengaplikasian dalam waktu yang lama.

Dalam pengembangan *Algoritma Backpropagation Neural Network* data yang digunakan dapat ditingkatkan dengan rentang waktu yang lebih lama dan variabel *input* yang lebih banyak sehingga *algoritma* yang dibangun mampu menghasilkan *output* yang lebih baik

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldrian, E. and Susanto, R. D. (2003) 'Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature IDENTIFICATION OF THREE DOMINANT RAINFALL REGIONS WITHIN INDONESIA AND THEIR RELATIONSHIP TO SEA SURFACE', (October). doi: 10.1002/joc.950.
- [2] Nuraini, T. A. et al. (2019) 'PENGEMBANGAN MODEL HyBMG 2 . 07 UNTUK PREDIKSI IKLIM DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN DATA TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION ( TRMM ) DEVELOPMENT OF HyBMG 2 . 07 MODEL FOR CLIMATE PREDICTION IN INDONESIA USING TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION ( TRMM )', pp. 101–112.
- [3] Monira, S. S., Faisal, Z. M. and Hirose, H. (2010) 'Comparison of Artificially Intelligent Methods in Short Term Rainfall Forecast', (Iccit), pp. 23–25.
- [4] Afrianto, R. B. et al. (2013) 'PREDIKSI PERGERAKAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN METODE BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK', 3(3), pp. 132–141.
- [5] Srivastava, S. et al. (2020) 'Monthly rainfall prediction using various machine learning algorithms for early warning of landslide occurrence', 2020 International Conference for Emerging Technology, INCET 2020, pp. 1–7. doi: 10.1109/INCET49848.2020.9154184.