

# Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Metode *Backpropagation* untuk Prediksi Curah Hujan

## *Artificial Neural Network Using Backpropagation Method for Rainfall Prediction*

<sup>1</sup>Tamaji, <sup>2</sup>Yoga Alif Kurnia Utama, <sup>3</sup>Josie Sidharta

<sup>1,2</sup>Universitas Widya Kartika, Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya

<sup>1</sup>tamajikayadi@widyakartika.ac.id, <sup>2</sup>yoga.alif@gmail.com, <sup>3</sup>josiesidharta09@gmail.com

**Abstrak** - Hujan yakni sangat sulit untuk diprediksi. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya hujan, mulai dari suhu, kelembapan, curah hujan dan intensitas sinar matahari. Apalagi ditambah dengan distorsi cuaca seperti El Nino & La Nina yang menyebabkan periode hujan lebih lama daripada biasanya. Padahal curah hujan yang sangat tinggi dapat menyebabkan bencana seperti banjir dan lain-lain. Di karenakan hal tersebut sangat penting sekali dalam memprediksi hujan yang akan terjadi di suatu tempat sehingga diharapkan dapat sebagai antisipasi terhadap bencana banjir yang akan terjadi. Penelitian ini menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan menggunakan metode pendekatan *backpropagation* dalam prediksi curah hujan. Data *input* yang digunakan untuk melatih JST ini adalah data dari Badan Metrologi, Klimatogi, dan Geofisika (BMKG) tentang curah hujan bulanan tahun 2015-2019. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, *Mean Square Error (MSE)* pada keluaran JST adalah 0.08997. Dari output ini bisa diambil garis lurus bahwa JST menggunakan pendekatan metode *backpropagation* bisa digunakan untuk memprediksi curah hujan yang akan mendatang.

**Kata kunci** : Backpropagation, Curah Hujan, Prediksi, Jaringan Saraf Tiruan.

**Abstract** - Rain is very difficult to predict. This is because there are so many factors that can affect rain starting from temperature, humidity, rainfall and intensity of sunlight. Moreover, coupled with weather anomalies such as la nina dan el nino which cause a longer rainy period than usual. Whereas high rainfall causes disasters such as floods and so on. Therefore, it is important in predicting the rain that will occur in a place As it is likely possible anticipate flood disaster that will occur. This study uses a backpropagation type of artificial neural network in predicting rainfall. Input data that used to train this artificial neural network is data from BKMG about monthly rainfall during 2015-2019. Based About the result of the conducted test data, the MSE at output of the artificial neural network is 0.08997. From these effects it could be assume that the synthetic neural network with method backpropagation works well to predict the rainfall that will occur.

**Keyword** : Backpropagation, Rainfall, Prediction, Artificial Neural Network.

## I. PENDAHULUAN

Air adalah bagian terpenting yang tidak bisa luput dari kehidupan manusia [1]. Air dapat berguna dalam berbagai macam manfaat seperti untuk minum, membersihkan, dan lain-lainnya. Air pada muka bumi ini sebesar 72% menyelimuti bumi, tetapi hanya 3% yang bisa dan baik untuk di konsumsi. Air hujan bisa digunakan untuk keperluan minum, mandi, memasak dan sebagainya [2].

Hujan sebagaimana air pada hujan yang di tampung bisa digunakan untuk keperluan sehari hari dapat membantu kita. Hujan merupakan siklus air untuk menjaga keseimbangan air [3] selain

hujan dapat memberikan banyak manfaat untuk kehidupan hujan juga dapat memiliki potensi bencana apabila jumlah dan sebarannya tidak terkendali. Definisi terjadinya hujan di antaranya adalah lama hujan, intensitas, frekuensi dan kedalaman [4] akhir-akhir ini makin banyak bencana banjir yang melanda beberapa kota dikarenakan perubahan iklim dan tidak hanya terjadi di negara Indonesia tetapi di negara besar lainnya. [5]

Bencana banjir adalah fenomena alam yang tidak bisa terhindar dan seringkali menimbulkan korban jiwa dan harta benda [6]. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa perubahan iklim

sudah membawa perubahan ciri hujan [7][8][9][10][11] sehingga sulit untuk meramalkan hujan yang akan datang dikemudian hari.

Untuk dapat memprediksi curah hujan dan kapan akan hujan maka penulis menggunakan *artificial neural network* untuk meramal cuaca dengan menggunakan data pada tahun-tahun sebelumnya. *Artificial neural network* (jaringan saraf tiruan) merupakan sebuah model *non-linear* yang kompleks. [12] jaringan ini dapat di visualisasikan sebagai grafik dan beberapa sub grafik. *Neuron* yang terbentuk akan berkembang selama proses pembelajaran sehingga membuat sebuah jaringan yang akan dipakai untuk memecahkan masalah dari “program itu sendiri” [13] Ada banyak metode untuk jaringan saraf tiruan itu sendiri, salah satunya yang akan digunakan adalah *backpropagation*.

*Backpropagation* adalah algoritma yang diawasi (*supervised*) dan menggunakan banyak lapisan. *Backpropagation* akan memakai error hasil buat memperbaharui nilai bobot-bobotnya pada arah mundur [14]. *Backpropagation* biasanya memiliki pada umumnya ada tiga layer yaitu Lapisan *Input*, Lapisan Tersembunyi, Lapisan Keluaran.

Dikarenakan *backpropagation* adalah salah satu *artificial neural network* yang bersifat *non-linear* *backpropagation* dapat lebih diunggulkan lebih dari metode yang bersifat *linear* seperti contohnya metode regresi Regresi *linear* merupakan teknik yang dipakai buat memperoleh contoh interaksi diantara satu variabel yang dependen menggunakan satu variabel atau bertambah.

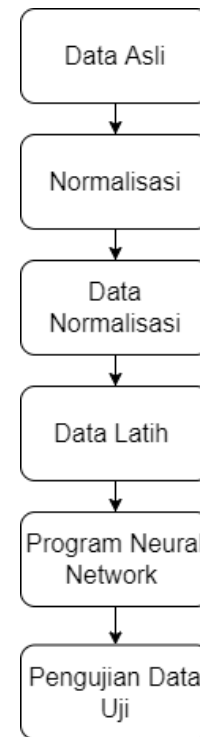
Banyaknya metode-metode untuk memprediksi curah hujan pada penelitian lain, salah satunya “Prediksi Curah Hujan Bulanan di Deli Serdang Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu Dan Kelembapan Udara” [15]. Menggunakan pendekatan metode regresi dengan mempertimbangkan suhu, kelembapan, intensitas hujan, ada juga yang menggunakan metode logika fuzzy dengan menggunakan variabel suhu, kelembapan, dan angin. Ada juga yang menggunakan metode kalman filter metode yang melakukan estimasi pada suatu nilai. Metode yang digunakan kebanyakan bersifat *linear* sehingga pada metode *backpropagation* ini dapat diunggulkan karena metode *backpropagation* bersifat *non linear*.

Tujuan pada penelitian ini untuk membantu dan memaksimalkan mungkin prakiraan pada hujan

sehingga masyarakat dapat terhindar dari hujan maupun bencana yang tidak kita inginkan.

## II. METODOLOGI

Pada Jurnal ini dibutuhkan beberapa langkah untuk melakukan metode *backpropagation*. Langkah pertama pada penelitian disini kita bisa melihat pada gambar pertama.



Gambar 1. Langkah Penelitian

Contoh yang diperlihatkan pada **Gambar 1**, merupakan langkah-langkah penelitian ini sebenarnya diringkas dalam 3 langkah. Ketiga tahapan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

### 1. Tahap Pengumpulan Data

Sebelum membuat jaringan saraf tiruan maka diperlukan sekelompok data yang digunakan untuk melatih jaringan saraf tiruan tersebut. Di dalam jurnal ini memakai jaringan saraf tiruan yang berguna untuk memprediksi jumlah curah hujan yang akan terjadi. Oleh karena itu diperlukan sekelompok statistik curah hujan.

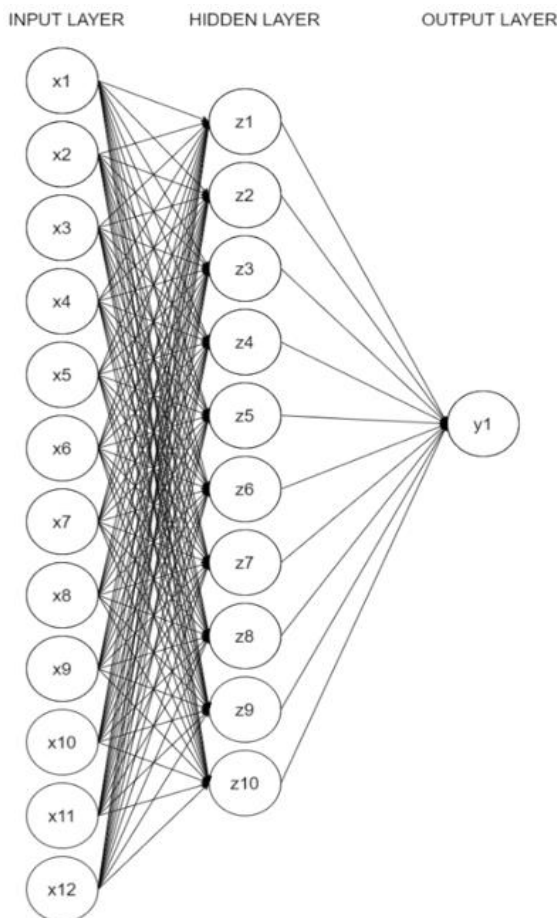
Statistik curah hujan yang diambil dari data statistik curah hujan BMKG tiap bulan pada periode 2015 sampai dengan 2019 yang berasal dari Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya. Datanya bisa dilihat pada **Tabel I**.

Tabel I. Data Curah Hujan

Bulan	Hari Hujan (hari)				Curah Hujan (mm)			
	2015	2016	2018	2019	2015	2016	2018	2019
Januari	24	17	22	23	503	288.8	191.7	398.3
Februari	24	28	18	18	330	427.0	224.5	316.5
Maret	23	20	20	25	291	154.3	205.8	183.5
April	25	19	10	16	169	181.8	44.0	290.2
Mei	12	22	4	5	96.1	289.3	4.1	18.2
Juni	5	18	4	-	0.2	76.1	25.5	-
Juli	3	13	-	2	0	76.7	-	1.7
Agustus	3	3	1	-	0	55.5	45.2	-
September	0	13	-	-	0	82.5	-	-
Oktober	0	20	-	-	0	170.4	-	-
November	9	18	13	4	167.9	190.1	148.8	16.8
Desember	19	24	20	12	134.8	384.1	214.1	730.3

2. Tahap Desain Jaringan Saraf Turuan

Jaringan saraf tiruan akan dibuat dalam jurnal ini menggunakan struktur jaringan bertipe backpropagation, contohnya diperlihatkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Jaringan Backpropagation

Jaringan Backpropagation ini memiliki 3 buah layer yaitu layer *input*, layer tersembunyi, dan layer keluaran. Layer *input* memiliki 12 node, layer tersembunyi memiliki 10 node, dan layer keluaran memiliki 1 node. Dipilihnya layer input memiliki 12 node dikarenakan dalam setahun ada 12 bulan maka perbulan memuat nilai curah hujan tersebut. Sedangkan layer tersembunyi memilih 10 node karena lapisan tersembunyi sebagai *artificial neuron* yang memiliki sekumpulan masukan pembobot dan untuk menghasilkan *neuron* keluaran melalui *activation function*.

Jaringan saraf tiruan backpropagation menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dimana fungsinya bernilai 0 sampai dengan 1. Asalkan pada fungsi sigmoid biner seharusnya tidak akan pernah menggapai angka 0 maupun 1. Dikarenakannya hal itu, data pada curah hujan diwajibkan melakukan normalisasi dahulu sebelum data nya di olah salah satu misalnya direntang 0,1 hingga 0,9 memakai rumusan berikut.

$$X' = \frac{0.8 (X - b)}{(a - b)} + 0.1 \tag{1}$$

Penjelasannya:

- X = kuantitas data autentik
- b = bilangan minimal pada data autentik
- a = bilangan maksimal pada data autentik
- X' = data yang dinormalisasi

**Tabel II.** Data yang Dinormalisasi

Data Curah Hujan Stasiun Perak I Surabaya (mm/bulan)

No	Tahun	JAN	FEB	MAR	APRIL	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	2015	503	330	291	169	96,1	0,2	0	0	0	0	167,9	134,8
2	2016	288,8	427	154,3	181,8	289,3	76,1	76,7	55,5	82,5	170,4	190,1	384,1
3	2018	191,7	224,5	205,8	44	4,1	25,5	0	45,4	0	0	147,8	214,1

Data Curah Hujan Hasil Normalisasi

No	Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	2015	0,8	0,624	0,562	0,368	0,252	0,100	0,1	0,1	0,1	0,1	0,367	0,314
2	2016	0,599	0,779	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710
3	2018	0,404	0,457	0,427	0,169	0,106	0,140	0,1	0,171	0,1	0,1	0,335	0,440

**Tabel III.** Contoh Format pada Excel

Pola	Data Masukan	Target
1	Data pada bulan ke-1 s.d bulan ke-12	Data pada bulan ke-13
2	Data pada bulan ke-2 s.d bulan ke-13	Data pada bulan ke-14
3	Data pada bulan ke-3 s.d bulan ke-14	Data pada bulan ke-15
.	.	.
.	.	.
.	.	.
12	Data pada bulan ke-12 s.d bulan ke 23	Data pada bulan ke-24

**Tabel IV.** Data yang dimasukkan ke dalam format tabel

Data Latih	Target												
Pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	Target
1	0,9	0,624850	0,562823	0,368787	0,252842	0,10031	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932
		895	062	276	942	8091					7773	3638	4056
2	0,624850	0,562823	0,368787	0,252842	0,100318	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932	0,77912
		895	062	276	942	091				7773	3638	4056	5249
3	0,562823	0,368787	0,252842	0,100318	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932	0,77912	0,34540
		062	276	942	091				7773	3638	4056	5249	7555
4	0,368787	0,252842	0,100318	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932	0,77912	0,34540	0,38914
		276	942	091				7773	3638	4056	5249	7555	5129
5	0,252842	0,100318	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932	0,77912	0,34540	0,38914	0,56011
		942	091				7773	3638	4056	5249	7555	5129	9284
6	0,100318	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36703	0,31439	0,55932	0,77912	0,34540	0,38914	0,56011	0,22103
		091				7773	3638	4056	5249	7555	5129	9284	3797
7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,367037	0,31439	0,55932	0,77912	0,34540	0,38914	0,56011	0,22103	0,22198
					773	3638	4056	5249	7555	5129	9284	3797	8072
8	0,1	0,1	0,1	0,367037	0,314393	0,55932	0,77912	0,34540	0,38914	0,56011	0,22103	0,22198	0,18827
				773	638	4056	5249	7555	5129	9284	3797	8072	0378
9	0,1	0,1	0,367037	0,314393	0,559324	0,77912	0,34540	0,38914	0,56011	0,22103	0,22198	0,18827	0,23121
			773	638	056	5249	7555	5129	9284	3797	8072	0378	2724
10	0,1	0,367037	0,314393	0,559324	0,779125	0,34540	0,38914	0,56011	0,22103	0,22198	0,18827	0,23121	0,37101
		773	638	056	249	7555	5129	9284	3797	8072	0378	2724	3917
11	0,367037	0,314393	0,559324	0,779125	0,345407	0,38914	0,56011	0,22103	0,22198	0,18827	0,23121	0,37101	0,40234
	773	638	056	249	555	5129	9284	3797	8072	0378	2724	3917	5924
12	0,314393	0,559324	0,779125	0,345407	0,389145	0,56011	0,22103	0,22198	0,18827	0,23121	0,37101	0,40234	0,71089
	638	056	249	555	129	9284	3797	8072	0378	2724	3917	5924	4632

Data Uji													
Po	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	Target
1	0,559	0,779	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404
2	0,779	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457
3	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427
4	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169
5	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169	0,106
6	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169	0,106	0,140
7	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427
8	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169
9	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169	0,106
10	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169	0,106	0,140
11	0,345	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427
12	0,389	0,560	0,221	0,221	0,188	0,231	0,371	0,402	0,710	0,404	0,457	0,427	0,169

Setelah mendapat data curah hujan normalisasi maka, bisa menggunakan data latih yaitu data curah hujan tahun 2015 hingga tahun 2016 pada **Tabel II** (hasil normalisasi). Data tersebut akan digunakan sebagai masukan untuk model jaringan saraf tiruan untuk prediksi, seperti pada **Gambar 2**.

Setelah data sudah disiapkan kedalam format tabel menggunakan Microsoft Excel, kita dapat melakukan pemograman untuk melatih jaringan. Desain jaringan saraf tiruan yang akan dipakai adalah 12-10-1, artinya jaringan tersebut mulai dari 12 nilai untuk lapisan input (statistik curah hujan selama 12 bulan) dan 10 neuron di lapisan tersembunyi dan hanya satu nilai untuk lapisan keluaran yaitu statistik curah hujan pada bulan berikutnya.

3. Langkah-langkah pengujian jaringan saraf tiruan.

Setelah pelatihan tentang jaringan saraf tiruan selesai, langkah selanjutnya adalah menguji jaringan saraf tiruan. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan data uji, dimana data uji ini berupa data curah hujan yang berasal dari data BMKG dengan tahun 2016-2019.

Hasil keluaran dari output jaringan akan dibandingkan output data yang sesungguhnya. Hasil kesalahan akan dihitung menggunakan kriteria mean square error (MSE). MSE

dihitung menggunakan persamaan seperti di bawah ini.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2 \tag{2}$$

dimana:

MSE = mean square error

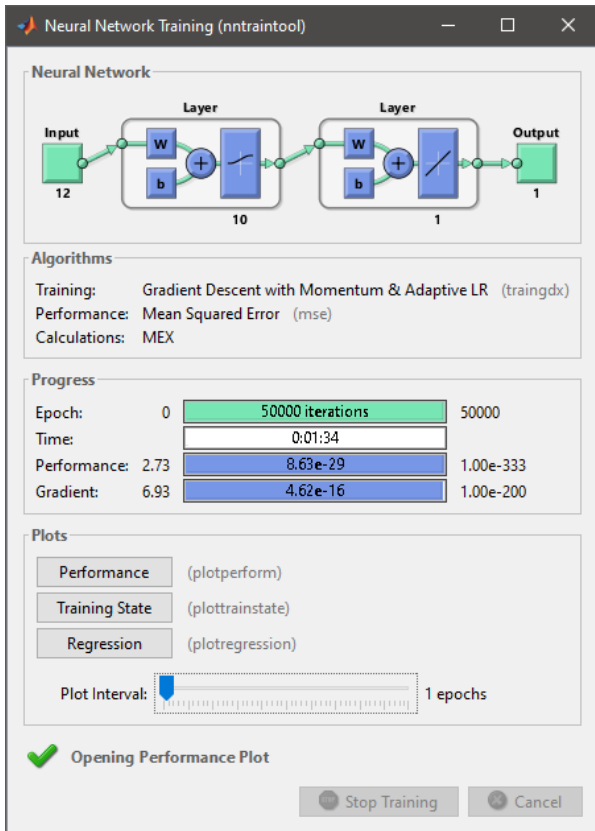
n = banyaknya data

$Y_i$  = data asli

$\bar{Y}_i$  = data output jaringan

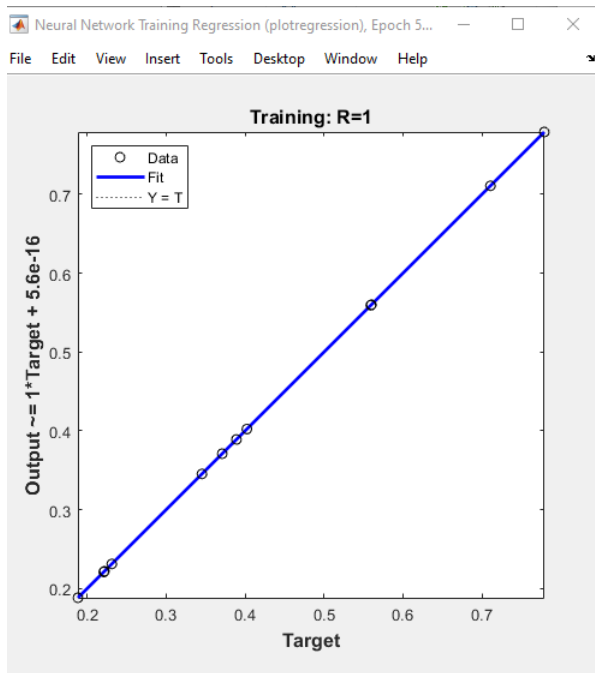
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pada pelatihan jaringan neural dengan menggunakan pelatihan Gradient Descent dengan Momentum & Adaptive LR dan perfomansi menggunakan Mean Squared Error (mse) dengan progress pelatihan Epoch sebesar 50000 iterasi dengan waktu pelatihan selama 1menit 34detik, Perfomansi berhenti ketika epoch telah mencapai titik yang di batasi sebesar 8.63e-29 dan gradient pada 4.62e-16. Epoch adalah ketika semua dataset sudah melalui proses pelatihan di jaringan sampai dikembalikan lagi ke awal untuk sekali putaran. Perfomansi adalah target angka yang kita tentukan untuk Mean Squared Error tersebut. Gradient adalah optimasi algoritma yang biasa digunakan untuk melatih sebuah jaringan. Dapat dilihat pada **Gambar 3 Neural Network** yang menunjukkan jaringan yang dipakai.



Gambar 3. Hasil Data Latih Program

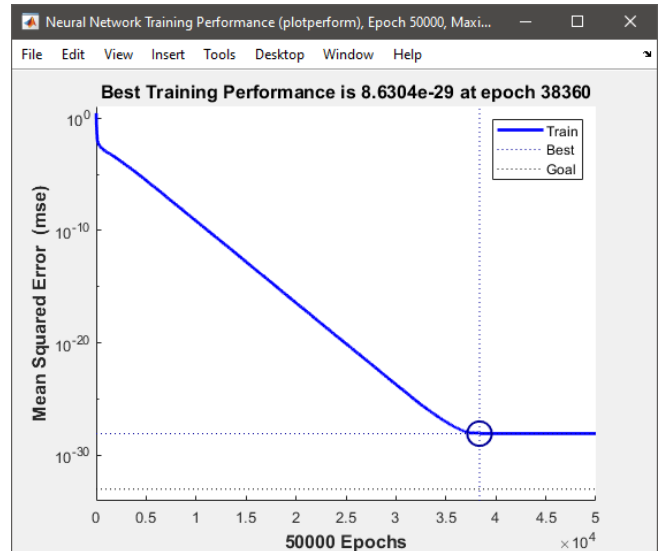
Pada Gambar 4 dibawah ini menghasilkan data Regression yang sebesar 1 sangat cocok dan sama dengan jaringan dan data latih.



Gambar 4. Hasil Regression pada Data Latih

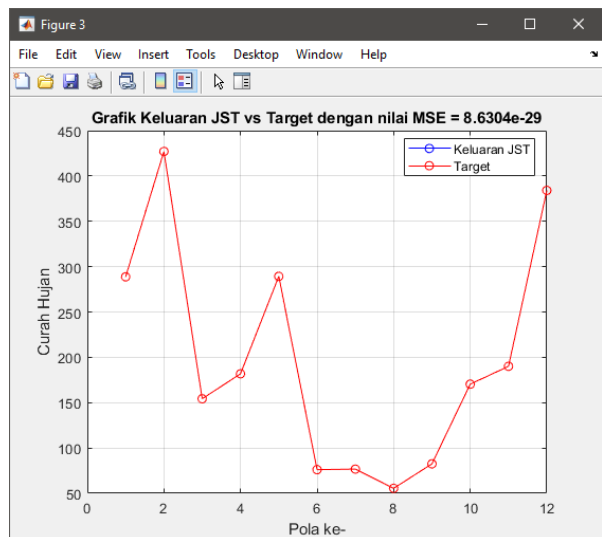
Pada Gambar 5 dibawah ini menunjukkan hasil peromansi latihan terbaik pada data latih yang

menghasilkan angka 8.6304e-29 pada Epoch ke 38360.



Gambar 5. Hasil Peromansi pada Data Latih

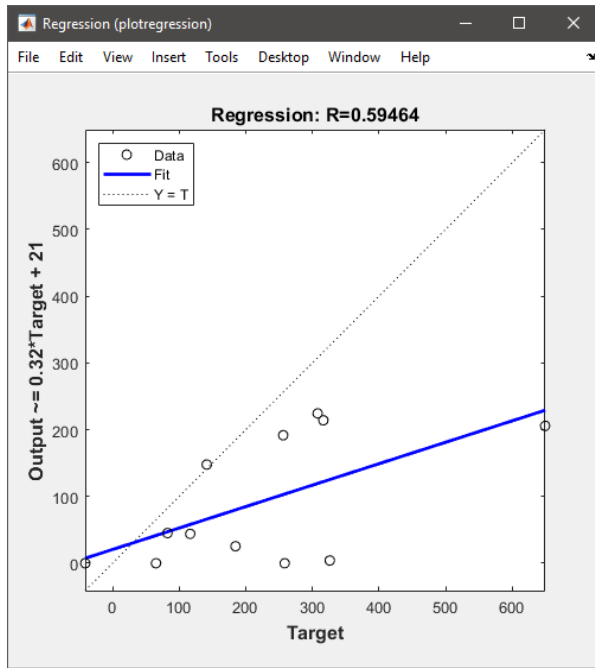
Pada Gambar 6, menunjukan hasil pada data Latih dan Target menunjukkan hasil yang hampir sama dengan total Mean Squared Error sebesar 8.6304e-29 bisa dilihat pada grafik garis biru tidak terlihat sama sekali karena sama dengan target karena error yang sangat kecil.



Gambar 6. Hasil Grafik & MSE pada data latih

Berikut merupakan hasil dari data latih yang digunakan untuk melatih program dengan hasil yang cukup baik. Tetapi setiap pelatihan pada jaringan dapat merubah hasil dari keluaran jaringan saraf tiruan itu sendiri.

Hasil pada Gambar 7 dibawah ini menunjukkan hasil regresi antara data uji dan keluaran jaringan saraf tiruan sebesar 0.59464.



Gambar 7. Hasil Regresi pada Data Uji

Pada hasil dibawah ini **Gambar 8** menunjukkan grafik pada keluaran Jaringan Saraf Tiruan (berwarna biru) dengan Target (berwarna merah) yang menghasilkan MSE (Mean Squared Error) dengan hasil sebesar 0.08997



Gambar 8. Hasil Grafik dan MSE pada Data uji

Setelah diperhatikan dan dibandingkan grafik keluaran jaringan saraf tiruan dan target pada bulan pertama sampai ke lima agak cukup jauh dapat dikarenakan oleh data latih yang digunakan terlalu signifikan. Tetapi mulai pada bulan ke enam hingga ke dua belas keluaran jaringan saraf tiruan hampir mendekati dengan target. Untuk menghitung *Mean Squared Error* pada hasil **Gambar 8**, kita perlu normalisasi hasil curah hujan seperti pada persamaan pertama dan dihitung untuk *Mean Squared Error* nya seperti pada persamaan kedua yang menghasilkan nilai *Mean Squared Error* pada **Tabel V**.

Tabel V. Tabel Perhitungan MSE

No	Y	Yi	Hasil Normalisasi Y	Hasil Normalisasi Yi	$\frac{(Y - Yi)^2}{12}$
1	191.7	256.2409	0,404891	0,50754	0,000878
2	224.5	307.9087	0,457058	0,589716	0,001467
3	205.8	649.3288	0,427316	1,13273	0,041467
4	44	116.6216	0,16998	0,285482	0,001112
5	4.1	326.1835	0,106521	0,618781	0,021868
6	25.5	184.5802	0,140557	0,393567	0,005335
7	0	-40.9634	0,1	0,034849	0,000354
8	45.2	82.4938	0,171889	0,231203	0,000293
9	0	65.2832	0,1	0,20383	0,000898
10	0	258.4503	0,1	0,511054	0,01408
11	147.8	141.365	0,33507	0,324835	8,73E-06
12	214.1	316.498	0,440517	0,603377	0,00221
Hasil MSE					0,08997

Perbandingan regresi proses gaussian menggunakan pendekatan secara stokastik yang menghasilkan Root Mean Square Prediction (RMSEP) sebesar 123,63 dengan menggunakan beberapa poin seperti curah hujan, kelembapan dan suhu [16]. Sedangkan *backpropagation* menghasilkan nilai Mean Squared Error (MSE) pada poin curah hujan saja sebesar 0,08997.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan JST (Jaringan Saraf Tiruan) atau *Artificial Neural Network* menggunakan metode pendekatan *backpropagation* yang digunakan untuk memprediksi besarnya nilai curah hujan yang akan terjadi. Data yang dipakai untuk melatih jaringan tersebut adalah statistik curah hujan pada instansi BMKG pada tahun 2015-2019. Hasil menunjukkan bahwa nilai MSE pada keluaran jaringan saraf tiruan tersebut adalah sebesar 0.087557. Dari sini dapat kita simpulkan bahwa metode pada Jaringan saraf tiruan menggunakan metode *backpropagation* secara teori bisa digunakan untuk meramal cuaca yang akan mendatang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya ke Universitas Widya Kartika yang sudah membantu dengan menyediakan prasarana untuk melakukan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. B. Sasongko, E. Widyastuti, dan R. E. Priyono, "Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap," *J. Ilmu Lingkungan*, vol. 12, no. 2, p. 72, 2014, doi: 10.14710/jil.12.2.72-82.
- [2] K. Anuar, A. Ahmad, dan S. Sukendi, "Analisis Kualitas Air Hujan Sebagai Sumber Air Minum Terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi)," *Din. Lingkungan Indonesia*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2015, doi: 10.31258/dli.2.1.p.32-39.
- [3] A. Rahmi, Juleha, Rismalinda, "Analisa Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tdanung Mewakili Ketersediaan Air di Sungai Rokan," Universitas Pasir Pengairan., no. 1, 2016.
- [4] S. Fauziyah, Sobriyah, dan Susilowati, "Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 82–89, 2013.
- [5] Suprpto, "Statistik Pemodelan Bencana Banjir Indonesia (Kejadian 2002-2010)," *J. Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 2, no. 2, pp. 84–98, 2011.
- [6] A. Findayani, "Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang," *J. Geogr. Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian*, vol. 12, no. 1, pp. 102–114, 2015.
- [7] D. Nurhayati, Y. Dhokhikahb, dan M. Mdanala, "Persepsi dan Strategi Adaptasi Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim di Kawasan Asia Tenggara," *J. Prot. J. Lingkung. Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 39–44, 2020.
- [8] S. Suripin dan D. Kurniani, "Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang," *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 22, no. 2, p. 119, 2016, doi: 10.14710/mkts.v22i2.12881.
- [9] Julismin, "Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia," *J. Geogr. Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian*, vol. 5 no.1, 2013.
- [10] M. Mustangin, "Perubahan iklim dan aksi menghadapi dampaknya: Ditinjau dari peran serta perempuan Desa Pagerwangi," *J. Pendidik. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 4, no. 1, p. 80, 2017, doi: 10.21831/jppm.v4i1.13051.
- [11] P. Perdinan, "Perubahan Iklim Dan Demokrasi: Ketersediaan Dan Akses Informasi Iklim, Peranan Pemerintah, Dan Partisipasi Masyarakat Dalam Mendukung Implementasi Adaptasi Perubahan Iklim Di Indonesia," *J. Huk. Lingkungan. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 109–132, 2020, doi: 10.38011/jhli.v1i1.87.
- [12] M. Arief, "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Perceptron Untuk Menginventarisasi Sumber Daya Alam Dengan Menggunakan Data Satelit AVNIR-2 Studi Kasus : P . Pari," *Pros. SIPTEKGAN XVI*, vol. 03–13, pp. 590–599, 2012.
- [13] M. D. Y. M. F. Amin, "Implementasi Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 169, 2018.
- [14] F. A. Hizham, Y. Nurdiansyah, dan D. M. Firmansyah, "Implementasi metode Backpropagation Neural Network (BNN) dalam sistem klasifikasi ketepatan waktu kelulusan mahasiswa," *Berk. Sainstek*, vol. 6, no. 2, pp. 97–105, 2018.
- [15] I. Jhonson Arizona Saragih *et al.*, "Prediksi Curah Hujan Bulanan Di Deli Serdang Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu Dan Kelembapan Udara," *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 7, no. 2, pp. 6–14, 2020.
- [16] M. A. Mukid dan S. Sugito, "Model Prediksi Curah Hujan Dengan Pendekatan Regresi Proses Gaussian (Studi Kasus di Kabupaten Grobogan)," *Media Stat.*, vol. 6, no. 2, pp. 113–122, 2013, doi: 10.14710/medstat.6.2.103-112.