

Penerapan Algoritma *Backpropagation Neural Network* dalam Memprediksi Curah Hujan Harian Kota Bandung

Shastia Diba Rahmawanti*, Marizsa Herlina

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*shastia.diba@gmail.com, Marizsa.herlina@unisba.ac.id

Abstract. Rain is a common natural phenomenon that is very difficult to predict. Many factors can affect the occurrence of rain, ranging from temperature, humidity, sunlight intensity, and rainfall. Rainfall itself is a natural phenomenon that is the most important part for life on earth because when rainfall is categorized as high, it can cause disasters such as floods and other things. Therefore it is very important to do rainfall prediction in an area to anticipate disasters that will occur. In this research, daily rainfall prediction has been carried out using Artificial Neural Network (ANN) with Backpropagation approach method. The data used comes from the Bandung Metrology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) regarding temperature, humidity and daily rainfall from 2021-2023 (January 1 to March 28). This study aims to determine the best Artificial Neural Network architecture and also predict rainfall in Bandung City. From this study, it was found that the best architecture result was 10_32_1 using a learning rate of 0.01 with a MAPE value obtained of 0.537%. Thus it can be concluded that the backpropagation method can be used for daily rainfall prediction in Bandung City, where the results of rainfall prediction for the next 30 days state that there are 8 days of no rain where the highest rainfall intensity is on 04/26/2023 amounting to 0.537%.

Keywords: *Artificial Neural Network, Backpropagation, Humidity, Prediction, Python, Rainfall, Temperature.*

Abstrak. Hujan merupakan suatu fenomena alam yang umum terjadi namun sangat sulit untuk diprediksi. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya hujan, mulai dari suhu, kelembaban, intensitas sinar matahari, dan curah hujan. Curah hujan sendiri merupakan gejala alam yang menjadi bagian terpenting bagi kehidupan di bumi karena saat curah hujan dikategorikan tinggi, dapat menyebabkan bencana seperti banjir dan hal lainnya. Karena itu sangatlah penting untuk melakukan prediksi curah hujan pada suatu daerah untuk pengantisipasi bencana yang akan terjadi. Pada penelitian ini telah dilakukan prediksi curah hujan harian menggunakan Artificial Neural Network (ANN) dengan metode pendekatan Backpropagation. Data yang digunakan berasal dari Badan Metrologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Bandung tentang suhu, kelembapan dan curah hujan harian dari tahun 2021-2023 (1 Januari sampai 28 Maret). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arsitektur Artificial Neural Network terbaik dan juga memprediksi curah hujan di Kota Bandung. Dari penelitian ini ditemukan hasil arsitektur terbaik yaitu 10_32_1 menggunakan learning rate 0.01 dengan nilai MAPE yang didapat sebesar 0.537%. Dengan demikian dapat disimpulkan metode backpropagation dapat digunakan untuk prediksi curah hujan harian di Kota Bandung, dimana pada hasil prediksi curah hujan untuk 30 hari kedepan menyatakan terdapat 8 hari tidak terjadi hujan dimana intensitas curah hujan paling tinggi berada pada tanggal 26/04/2023 sebesar 32.9826.

Kata Kunci: *Artificial Neural Network, Backpropagation, Curah Hujan, Kelembapan, Prediksi, Python, Suhu.*

A. Pendahuluan

Letak wilayah Indonesia yang terletak pada wilayah ekuatorial berpotensi mengalami penguapan dalam jumlah yang besar sehingga pada musim kemarau tetap terjadi hujan di wilayah Indonesia. Intensitas curah hujan yang tinggi di Indonesia juga disebabkan oleh faktor lain, yaitu Indonesia yang merupakan negara yang memiliki luas daratan lebih minim dibandingkan dengan luas lautan atau dikenal dengan negara kepulauan [5].

Kota Bandung sendiri diketahui memiliki udara yang relative dingin, terutama di akhir tahun 2022. Kepala Stasiun Geofisika BMKG Kota Bandung Teguh Rahayu berkata bahwa cuaca ekstrem selama Nataru 2022-2023, hal tersebut terjadi karena masih aktifnya Monsun Asia dan masih teridentifikasi seruk dingin dan arus lintas ekuator hingga tanggal 6 Januari 2023 [19]. Lalu kemudian perwakilan BMKG Bandung Yan Firdaus menambahkan bahwa ada kemungkinan memasuki bulan Maret, Bandung akan di landa hujan namun hal itu masih dalam pemantauan [20].

Curah hujan sendiri diukur menurut harian, mingguan, bulanan dan sebagainya. Umumnya curah hujan sendiri dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, diantaranya: kelembapan udara, tekanan udara, suhu dan kecepatan angin (Wilson, 1993) [2]. Prediksi untuk curah hujan tentu saja diperlukan untuk informasi penting guna mempermudah aktivitas kehidupan seperti pertanian, perkebunan, perikanan, penerbangan, keselamatan berkendara maupun pejalan kaki dan sebagainya [2]. Prediksi sendiri memiliki arti sesuatu yang akan terjadi pada waktu mendatang dilihat dari data yang sudah tersedia di waktu kini dan lampau (Nugroho & Kristiawan, 2016).

ANN merupakan suatu gambaran buatan berdasarkan otak manusia yang selalu melakukan percobaan dalam menirukan proses pembelajaran yang dilakukan otak manusia dengan kelebihan yang sangat menonjol adalah kemampuannya dalam mengenali pola tertentu dengan menggunakan algoritma *testing* serta *training* seperti halnya otak manusia bekerja (Minarti dan Iman, 2011) [21]. Ada banyak model ANN yang mendukung dalam melakukan peramalan atau prediksi data *time series*, salah satunya *backpropagation neural network*.

Backpropagation sendiri sangat populer karena mudah diaplikasikan dengan menyesuaikan beberapa parameter pada jaringan dan fleksibel karena tidak memerlukan pengetahuan mengenai neural network sebelumnya (Priddy & Keller, 2005) [22]. Metode *Backpropagation* banyak digunakan karena kelebihanannya yang mampu untuk belajar dan menangani nilai tersembunyi yang berada di dataset. Dengan hal tersebut metode *backpropagation* dapat mewujudkan sistem yang konsisten bekerja dengan baik [23].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana model terbaik backpropagation neural network untuk memprediksi curah hujan harian Kota Bandung?
 2. Bagaimana hasil peramalan curah hujan harian kota Bandung menggunakan algoritma Backpropagation?
- Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.
1. Mengetahui model terbaik untuk memprediksi curah hujan harian Kota Bandung.
 2. Mengetahui hasil prediksi curah hujan harian Kota Bandung dengan menggunakan metode Backpropagation Neural Network.

B. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari BMKG Stasiun Geofisika Bandung. Data yang digunakan berupa data suhu, kelembaban, dan curah hujan harian Kota Bandung tahun 2021-2023 (tanggal 1 Januari sampai 31 Maret) yang berjumlah 820 data.

Langkah pertama pada penelitian ini adalah melakukan preprocessing data dengan melakukan interpolasi data kosong lalu dilanjut dengan menormalisasi data dan split data menjadi training dan testing. Kemudian melakukan langkah algoritma backpropagation dengan tahap yang dilakukan yaitu menentukan epoch (1000), learning rate (0.5, 0.1, 0.01, dan 0.001) dan jumlah hidden layer (15, 19, 22, 32, dan 35). Setelah mendapat arsitektur terbaik yang

dilihat dari nilai MSE terkecil, arsitektur tersebut digunakan pada data testing untuk menghasilkan nilai prediksi dan tahap terakhir adalah melakukan denormalisasi untuk mendapat nilai sebenarnya.

Backpropagation Neural Network (BPNN)

Langkah-langkah pelatihan algoritma backpropagation (Hamzah Wadi, 2021) yaitu sebagai berikut [24]:

1. Inisiasi bobot dengan nilai acak kecil. (Nilai acak random dari 0-6).
Feedforward propagation.
2. Setiap unit input (X_i ; $i = 1, 2, \dots, n$) menerima sinyal input X_i dan menyambungkan sinyal ini kepada semua unit tersembunyi (hidden layer).
3. Setiap unit tersembunyi (Z_j ; $j = 1, 2, \dots, n$), menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan:

$$z_{in_j} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

Menghitung sinyal output dengan fungsi aktivasi:

$$z_j = f(z_{in_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{in_j}}} \quad (2)$$

Lalu akan dikirim ke unit lapisan keluaran.

4. Tiap unit keluaran (*output*) (Y_i ; $i = 1, 2, \dots, n$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{j=1}^n Z_j W_{jk} \quad (3)$$

dan menerapkan fungsi aktivitasnya untuk menghitung sinyal *output*.

$$y_k = f(y_{in_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{in_k}}} \quad (4)$$

Backpropagation

5. Tiap unit keluaran (*output*) (y_k ; $k = 1, 2, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola *training input*, menghitung informasi *error*.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (5)$$

Menghitung koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaharui w_{jk} .

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

Menghitung koreksi bias yang digunakan untuk memperbaharui w_{0k} .

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

Mengirim ke unit lapisan dibawahnya kemudian setiap unit *output* memperbaharui basis dan bobot

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (8)$$

$$w_{0k}(\text{baru}) = w_{0k}(\text{lama}) + \Delta w_{0k} \quad (9)$$

6. Setiap *hidden unit* (Z_j ; $j = 1, 2, \dots, n$) menjumlahkan delta *input* yang di dapat dari lapisan atas).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^n \delta_k W_{jk} \quad (10)$$

Dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error*.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) = \delta_{in_j} z_j (1 - z_j) \quad (11)$$

Menghitung koreksi bobot yang digunakan untuk memperbaharui v_{ij}

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (12)$$

Dan menghitung koreksi bias yang digunakan untuk memperbaharui v_{0j} .

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (13)$$

Setiap *hidden unit* memperbaharui bobot dan bias

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (14)$$

$$v_{0j}(\text{baru}) = v_{0j}(\text{lama}) + \Delta v_{0j} \quad (15)$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif yaitu suatu gambaran umum dari data suhu, kelembapan dan curah hujan Kota Bandung. Tujuan dari pendeskripsian tersebut yaitu untuk mempermudah pembaca dalam mengetahui informasi yang digunakan pada penelitian ini. Dengan ini disajikan hasil analisis statistika deskriptif untuk memperlihatkan karakteristik pada setiap variabel sebagai berikut.

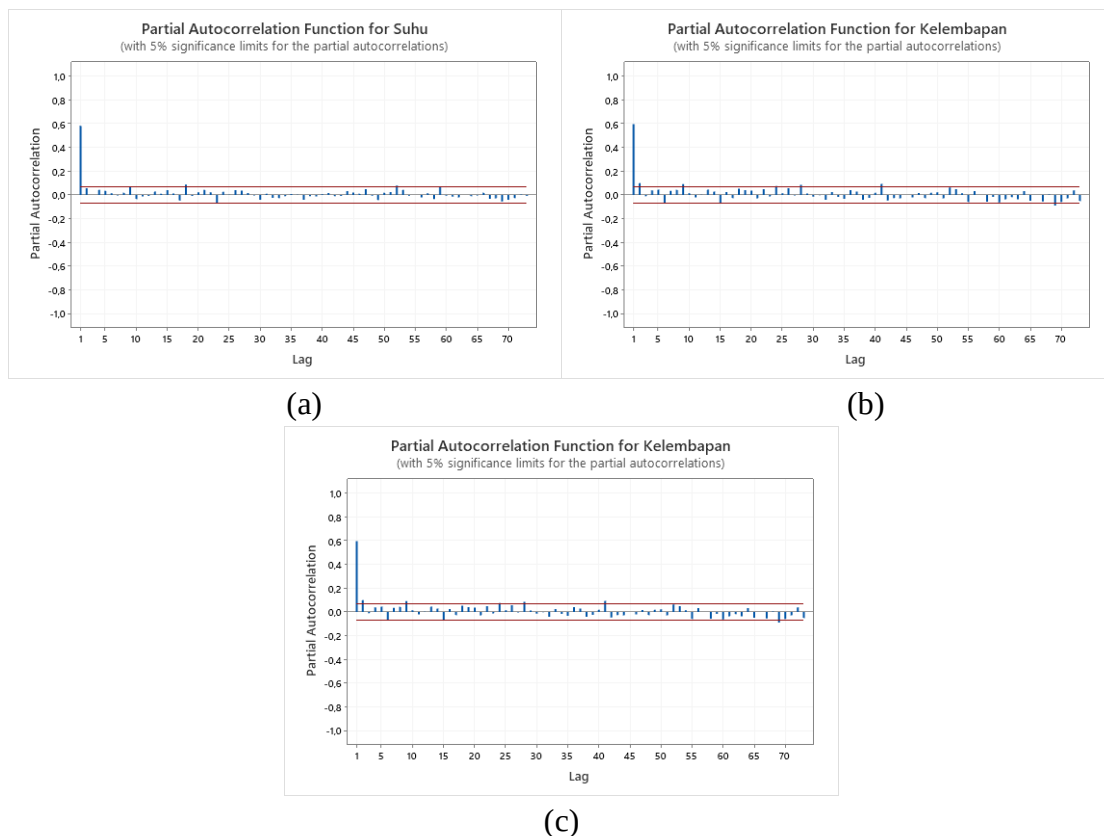
Tabel 1. Deskripsi Data Variabel

Variabel	N	Median	Minimum	Maksimum	Rata-Rata	Standar Deviasi
X1 (Suhu)	808	23.60	20.80	25.90	23.56	0.85
X2 (Kelembapan)	807	80	58	94	79.16	6.14
Y (Curah Hujan)	703	2.80	0.00	8888	727.55	2425.76

Dari hasil deskripsi dapat dilihat terdapat beberapa angka atau jumlah yang ganjil dan yang paling terlihat adalah dari jumlah data disetiap variabelnya. Pada metodologi dikatakan bahwa data yang akan digunakan adalah sebanyak 820 namun pada table di atas data setiap variable mengalami pengurangan, hal itu disebabkan adanya data kosong dan perlu dilakukan interpolasi untuk mengisi kekosongan data tersebut.

Penentuan *Input* dan *Output* Jaringan

Penentuan input jaringan dilakukan dengan cara melihat lag yang signifikan pada plot PACF dari masing-masing variabel. Dalam membaca plot PACF dapat fokus pada garis yang melewati selang kepercayaan (garis putus-putus merah) yang artinya selang tersebut telah signifikan. Plot PACF dari masing-masing variabel diperoleh dengan bantuan MINITAB.

**Gambar 1.** Plot PACF

Pada gambar 1 di atas, plot PACF untuk gambar (a) terlihat bahwa yang signifikan adalah lag 1, 18 dan 52. Sedangkan untuk gambar (b) lag 1, 2, 9, 24, 28, 41 dan 69 merupakan lag yang signifikan karena melewati selang kepercayaan pada plot PACF, sehingga banyak *input* yang akan digunakan adalah 10 neuron.

Training Artificial Neural Network Backpropagation

Pada percobaan ini terdapat 10 neuron pada *input layer* yang akan dikombinasikan dengan beberapa neuron *hidden layer* dan *learning rate* yang berbeda untuk mencari model terbaik dilihat dari nilai MSE terkecil. Banyaknya neuron yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

Tabel 2. MSE Terbaik

Jumlah Neuron	Learning Rate	MSE
15	0.01	0.00977
19	0.01	0.00913
Jumlah Neuron	Learning Rate	MSE
22	0.01	0.00950
32	0.01	0.00897*
35	0.001	0.00919

Keterangan: (*) merupakan nilai MSE terkecil berdasarkan *learning rate*

Dapat dilihat pada tabel 2 bahwa nilai MSE terbaik terdapat pada jumlah neuron 32 dengan *learning rate* 0.01, maka dapat dikatakan bahwa model 10_32_1 adalah model yang terbaik untuk digunakan dalam penelitian nilai prediksi curah hujan Kota Bandung.

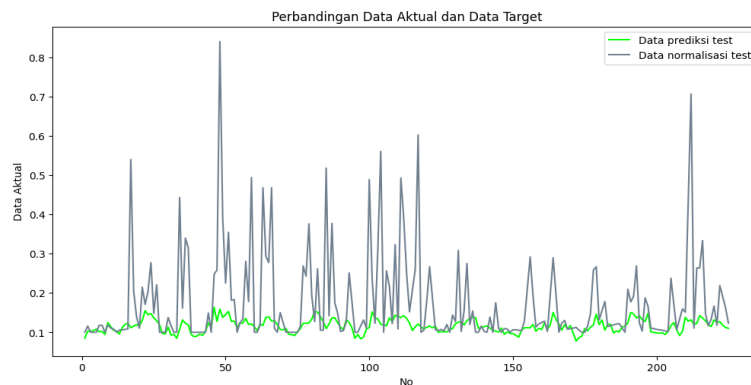
Testing Artificial Neural Network Backpropagation

Setelah mendapatkan model terbaik, model tersebut diterapkan pada data testing ada hingga memperoleh nilai prediksi yang digunakan untuk mendapatkan nilai MAPE. Nilai MAPE sendiri digunakan untuk melihat seberapa akurat model jika diterapkan. Dengan menggunakan rancangan 10_32_1 dan *learning rate* 0.01, didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Prediksi Data Test

No	Data Aktual	Prediksi
1	0,1000	0,1093
2	0,1156	0,1443
3	0,1000	0,1549
...	...	...
224	0.1625	0.1598
225	0.1229	0.1676

Adapun perbandingan data aktual dan data target yang disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Perbandingan Data Aktual dan Prediksi

Dari hasil pelatihan tersebut didapat pula nilai MAPE sebesar 0.5366 atau dapat diartikan 0.537 %. Dimana jika dilihat dari tabel 2.2 (halaman 19), nilai MAPE pada penelitian ini memiliki nilai <10% yang artinya model prediksi sangat baik.

Hasil Prediksi

Kemudian setelah melakukan rangkaian dalam menemukan model yang baik, maka dapat diperoleh prediksi untuk 30 hari mendatang. Dimana *output* atau hasil yang ditampilkan merupakan prediksi curah hujan dalam bentuk data yang sudah melakukan denormalisasi, berikut adalah hasil data prediksi.

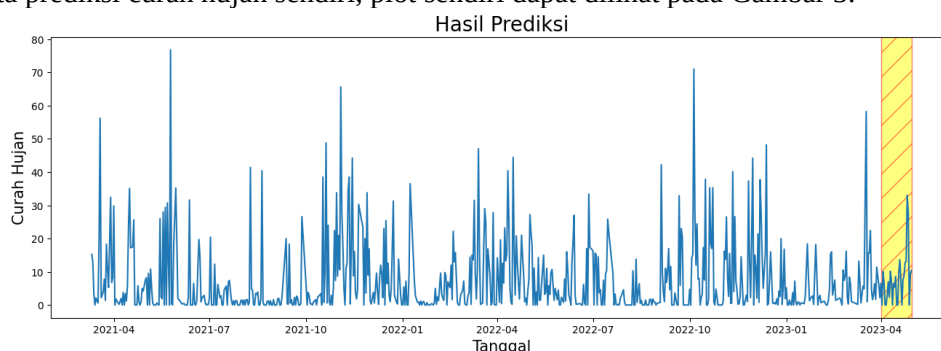
Tabel 4. Hasil Prediksi Curah Hujan

Tanggal	Prediksi	Tanggal	Prediksi
01/04/2023	6.5403	16/04/2023	-8.8057*
02/04/2023	-0.5813*	17/04/2023	-8.6916*
03/04/2023	10.0603	18/04/2023	9.8913
04/04/2023	6.6590	19/04/2023	13.6120
05/04/2023	-2.5395*	20/04/2023	7.4174
06/04/2023	-6.3062*	21/04/2023	-9.4011*
07/04/2023	3.0888	22/04/2023	7.7113
08/04/2023	6.9931	23/04/2023	8.7894

09/04/2023	2.3286	24/04/2023	12.7559
10/04/2023	10.1543	25/04/2023	13.1698
11/04/2023	7.2630	26/04/2023	32.9826
12/04/2023	-9.5529*	27/04/2023	27.8105
13/04/2023	6.4536	28/04/2023	-9.3143*
14/04/2023	5.3727	29/04/2023	9.1673
15/04/2023	8.5716	30/04/2023	10.3618

Keterangan: (*) hasil predksi negatif dapat diartikan sebagai nilai 0 (Ike Fitriyanah, dkk (2018))

Dilihat dari tabel 4 terdapat nilai curah hujan bernilai negatif dimana menurut Ike Fitriyanah, dkk (2018) hal itu perlu disesuaikan dengan cara mengkonversi nilai negative pada hasil prediksi curah hujan menggunakan nilai 0 [6]. Sebagai contoh, hasil prediksi pada tanggal 02-04-2023 terlihat bahwa hasil menunjukkan nilai negatif yang akan dianggap bernilai 0 dengan artian pada hari itu tidak terjadi hujan lalu kembali hujan pada tanggal 03-04-2023. Data prediksi curah hujan pun akan divisualisasikan dengan plot *line* agar lebih mudah dilihat bagaimana pola dari data prediksi curah hujan sendiri, plot sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prediksi Curah Hujan

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

- Model 10_32_1 adalah model terbaik pada penelitian ini, di mana terdapat 10 *neuron* pada *input layer*, 32 *neuron* pada *hidden layer* dan 1 *neuron* pada *output layer* dengan *learning rate* yang digunakan 0.01. Percobaan tersebut menghasilkan nilai MSE sebesar 0.00897 dengan nilai MAPE yang didapat setelah melakukan testing sebesar 0.5366. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *error* pada peramalan data *testing* sebesar 0.537% yang artinya prediksi dengan menggunakan *Backpropagation* sangat baik.
7. Dari hasil penelitian ini adalah prediksi curah hujan selama 30 hari di mana pada hasil tersebut terdapat nilai *negative* yang nantinya akan dikonversikan menjadi 0 yang artinya hujan tidak turun. Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat 8 dari 30 hari tidak terjadi hujan, di mana dapat diketahui pula terdapat intensitas curah hujan paling tinggi yaitu pada tanggal 26/04/2023 sebesar 32.9826.

Acknowledge

Dengan adanya artikel ini yang merupakan bagian dari tugas akhir penulis pertama, maka penelitian terlaksana dengan baik. Terlaksananya penelitian ini tentunya berkat bantuan dari beberapa pihak terutama pada ibu Marizsa Herlina, S. Stat., M. Sc., selaku pembimbing. Ucapan terima kasih pun penulis ucapkan pada kedua orang tua, saudara dan teman-teman yang senang membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

- [1] Fadila, Aulia. (2019). Penerapan Analisis Gerombol Berhierarki dan Model SARIMA pada Data Runtun Waktu Curah Hujan Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Barat.

- Universitas Andalas.
- [2] Brilyana, Yayan A. (2022, Desember 31). Cuaca Kota Bandung Lebih Dingin, Begini Penjelasan BMKG. Portal Bandung. <https://www.bandung.go.id/news/read/7454/cuaca-kota-bandung-lebih-dingin-begini-penjelasan-bmkg>
 - [3] Prilatama, Muhamad N. (2023, Februari 23). Ini Penyebab Udara Kota Bandung Lebih Dingin Belakangan Ini, BMKG Minta Waspada Angin Kencang. Tribun Jabar. <https://jabar.tribunnews.com/2023/02/23/ini-penyebab-udara-kota-bandung-lebih-dingin-belakangan-ini-bmkg-minta-waspada-angin-kencang>
 - [4] Ariani, Maulida D. (2022). Prediksi Curah Hujan Kecamatan di Jawa Timur menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network berdasarkan Faktor Penentu Curah Hujan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
 - [5] Fitri, Nursakinah. A., & Taufiq, Imam. (2020). Perbandingan JST Metode Backpropagation dan Merode Radial Basis dalam Memprediksi Curah Hujan Bandara Internasional Minangkabau. Jurnal Fisika, vol. 9, no. 2, hal. 217-223. Universitas Andalas.
 - [6] Madani, E. P., dkk. (2020). Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 4, no. 9, hal. 2801-2809. Universitas Brawijaya.
 - [7] Handayani, N. Analisis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Sel Kanker Otak. Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika. Universitas Komputer Indonesia.
 - [8] Wadi, Hamzah. (2021). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Menggunakan Python GUI. Jakarta: Turida Publisher.
 - [9] Wustqa, Dhoriva U. (2023). Penerapan Neural Network untuk Klasifikasi dan Peramalan Time Series. Universitas Negeri Yogyakarta. Diakses pada 02 Februari 2023.
 - [10] Dewi, F., 1*, H., & Kudus, A. (2023). *Penanganan Data Missing dengan Algoritma Multivariate Imputation By Chained Equations (MICE)*. 1(1), 35–42. <https://doi.org/10.29313/datamath.v1i1.25>
 - [11] Muhammad Bangkit Riksa Utama, & Hajarisman, N. (2021). Metode Pemilihan Variabel pada Model Regresi Poisson Menggunakan Metode Nordberg. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 35–42. <https://doi.org/10.29313/jrs.v1i1.24>
 - [12] Widhi Aryanti, & Nur Azizah Komara Rifai. (2023). Penerapan Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Harga Saham. *Jurnal Riset Statistika*, 107–118. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i2.2953>