

## **ANALISIS PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DI KABUPATEN MUARO JAMBI**

**Rustan, Tika Restianingsih\*, Ester Kristianti**

Program Studi Fisika FST Universitas Jambi

\*E-mail korespondensi: [tika.restianingsih@unja.ac.id](mailto:tika.restianingsih@unja.ac.id)

### **ABSTRACT**

*Rainfall is one of the important natural factors influencing flood and drought conditions, and directly affects regional water resources and agricultural production. In general, weather conditions in a place and time tend to vary, so information about weather conditions is needed through rainfall predictions. The prediction method used is the backpropagation artificial neural network (ANN) method which is arranged according to the learning algorithm that will be used. This study uses four stages, namely data collection, data preprocessing, data processing, and research data analysis. The secondary data used is rainfall from 2014-2022 in Muaro Jambi Regency. Based on the results of testing the number of neurons in the hidden layer, it shows that the more the number of neurons, the higher the error value generated. This is because the training function used is saturated. Where the training function used has parameters that can increase and decrease the value of the learning rate. Next, compare the predictions for 2022 between BMKG data and predictions for ANN backpropagation. Based on the analysis of predictions for 2022 for rainfall and humidity, an average accuracy of 97.82% is obtained. This shows that the result of the ANN method is quite good in predicting rainfall.*

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

### **ABSTRAK**

*Curah hujan merupakan salah satu faktor alam penting yang mempengaruhi kondisi banjir dan kekeringan, dan secara langsung mempengaruhi sumber daya air regional dan produksi pertanian. Pada umumnya kondisi cuaca disuatu tempat dan waktu cenderung berbeda-beda, sehingga diperlukan informasi tentang kondisi cuaca melalui prediksi curah hujan. Metode prediksi yang digunakan yaitu metode jaringan saraf tiruan (JST) backpropagation yang disusun sesuai algoritma pembelajaran yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan empat tahapan, yaitu pengumpulan data, preproses data, pengolahan data, dan analisis data penelitian. Data sekunder yang digunakan yaitu curah hujan dari tahun 2014-2022 di Kabupaten Muaro Jambi. Berdasarkan hasil pengujian jumlah neuron pada lapisan tersembunyi memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah neuron, maka nilai error yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan fungsi pelatihan yang digunakan mengalami saturasi. Dimana fungsi pelatihan yang digunakan terdapat parameter yang dapat memperbesar dan memperkecil nilai learning rate. Selanjutnya membandingkan bagaimana hasil prediksi tahun 2022 antara data BMKG dengan prediksi JST backpropagation. Berdasarkan analisis prediksi tahun 2022 untuk curah hujan dan kelembapan udara didapatkan akurasi rata-rata sebesar 97,82%. Hal ini menunjukkan hasil metode JST cukup baik dalam memprediksi curah hujan.*

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

Diterima 13-10-2022 | Disetujui 06-02-2023 | Dipublikasi 31-03-2023

### **PENDAHULUAN**

Penelitian untuk mengkaji perubahan iklim dan dampaknya yang ditimbulkan seperti pemanasan muka air laut dan cuaca ekstrim

perlu mendapat perhatian khusus. Berdasarkan dari banyak penelitian, suhu, kelembaban relatif, dan variabilitas curah hujan merupakan parameter iklim dominan yang berdampak pada

perubahan iklim [1-3]. Suhu berperan penting menentukan tingkat penguapan dan transpirasi yang secara tidak langsung mempengaruhi jumlah ketersediaan air permukaan di bumi [4]. Kelembaban udara berpengaruh pada dinamika penularan penyakit menular seperti demam berdarah dengue dan pertumbuhan tanaman [5]. Di sisi lain, curah hujan adalah yang paling faktor alam penting yang mempengaruhi kondisi banjir dan kekeringan, dan secara langsung mempengaruhi sumber daya air regional dan produksi pertanian [6]. Namun, informasi mengenai pola iklim berdasarkan parameter tersebut masih belum terlalu banyak dan sangat penting karena dapat digunakan untuk memprediksi kecenderungan perubahan iklim di tahun mendatang serta bisa menjadi bahan analisis dampak yang akan dihasilkan untuk berbagai aspek. Pada umumnya kondisi cuaca disuatu tempat dan waktu cenderung berbeda-beda, sehingga diperlukan informasi kondisi cuaca melalui prediksi curah hujan.

Prediksi cuaca dapat dikatakan sebagai suatu proses untuk memperkirakan kondisi atmosfer bumi dengan menerapkan ilmu dan teknologi dalam acuannya [7]. Prediksi cuaca yang akan dilakukan mencakup ruang lingkup yang lebih spesifik, yaitu curah hujan. Parameter curah hujan memiliki kaitan yang erat, biasanya jika curah hujan meningkat maka kelembapan udara meningkat juga dan sebaliknya. Kegiatan memprediksi curah hujan digunakan untuk pencegahan bencana alam sehingga dapat meminimalkan dampak yang akan terjadi.

Untuk prediksi curah hujan dapat menggunakan beberapa metode antara lain metode Arima [8], metode *bayesian networks*, metode *polygon thiessen* [9], metode model vektor autoregressive [10], metode *normal ratio*, metode *inversed square distance*, metode rata-rata aljabar [11], metode *Kalman filter* [12], metode *fuzzy time series* [13], metode regresi linier [14], dan metode jaringan saraf tiruan (JST) [15]. JST merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang dirancang untuk meniru cara kerja otak manusia dengan mengubah bobot sinapsisnya. Pemecahan masalah yang dilakukan metode ini seperti

pemodelan data melalui pengenalan pola yang diproses dari pembelajaran sebelumnya [15]. Kelebihan JST ini tidak perlu adanya asumsi bahwa data harus berdistribusi multivariat normal [16]. Selain itu, dapat digunakan untuk memecahkan masalah peramalan dalam jangka waktu yang cukup panjang dengan tingkat akurasi yang semakin tinggi [17].

JST memiliki beberapa jenis metode dalam proses pembelajaran sistemnya. Menurut Simbolon *et al.* (2019) jenis metode pembelajaran JST antara lain metode Hebb, metode perceptron, metode Adaline, metode *radial basis* dan metode *backpropagation* atau metode propagasi balik [16]. Metode yang tepat untuk prediksi curah hujan dan kelembapan udara digunakan adalah *backpropagation*. Hal itu dikarenakan metode *backpropagation* dapat memperkecil nilai error dengan menyesuaikan nilai bobotnya. Penyesuaian bobot dilakukan dengan cara mengubah bobot yang terhubung dengan lapisan tersembunyinya. Algoritma pembelajaran ini dapat menyelesaikan permasalahan data deret berkala linear atau non linear dengan baik. Kemampuan JST *backpropagation* dipengaruhi oleh jumlah epoch, nilai *error goal*, dan arsitektur jaringan.

Penelitian sebelumnya Chaniago *et al.* (2014) prediksi cuaca menggunakan metode Case Based Reasoning dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System dengan membagi data cuaca per musim dan hasil minor dari data sebelumnya dinyatakan tidak akurat [7]. Penelitian terkait Oktaviani dan Afdal (2013) melakukan prediksi curah hujan bulanan di Kota Padang menggunakan JST *backpropagation* menyatakan bahwa jaringan mengenali pola sebesar 93,0% [18]. Muflih *et al.* (2019) melakukan prediksi curah hujan di wilayah Kabupaten Wonosobo menggunakan metode JST *backpropagation* menghasilkan keluaran prediksi dan nilai akurasi yang baik [19]. Firdausa (2020) melakukan analisis prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode JST *backpropagation* di Kota Palembang menghasilkan nilai *error* yang kecil [20]. Untuk mendapatkan nilai *error* yang kecil

dilakukan proses pelatihan berulang dan menyesuaikan fungsi aktivasi yang digunakan.

Jangkauan daerah yang spesifik untuk penelitian ini adalah Kabupaten Muaro Jambi. Kabupaten Muaro Jambi merupakan salah satu daerah yang terletak Provinsi Jambi. Dalam prediksi curah hujan diperlukan dalam teknik perencanaan pembangunan seperti bangunan air (irigasi, bendungan, dan drainase perkotaan) dan bangunan perumahan. Berdasarkan BPS Kabupaten Muaro Jambi (2022) setiap tahun mengalami pertumbuhan penduduk, sehingga menyebabkan bertambahnya pembangunan baik pembangunan yang dilakukan pemerintah dalam rangka pemerataan pembangunan daerah maupun pembangunan yang dilakukan masyarakat sendiri secara pribadi. Selain itu, Kabupaten Muaro Jambi juga menjadi lalu lintas perjalanan darat antar provinsi. Jadi pentingnya melakukan prediksi curah hujan di Kabupaten Muaro Jambi untuk mengurangi resiko yang terjadi kedepannya.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan berupa metode JST *backpropagation* yang disusun sesuai algoritma pembelajaran yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan empat tahapan, yaitu pengumpulan data, preproses data, pengolahan data, dan analisis data penelitian.

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data sekunder. Data sekunder didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) lebih tepatnya pada BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi. Data sekunder yang digunakan yaitu curah hujan dari tahun 2014-2022 di Kabupaten Muaro Jambi.

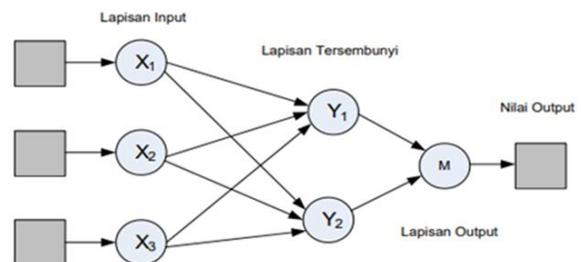
### Preproses Data

Data pada penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data pelatihan, data pengujian dan data tersebut ditentukan masing-masing target latih.

Pertama jumlah data curah hujan 8 tahun (2014-2021) mempunyai data pelatihan dengan tahun 2014-2020 dan data pengujian dengan tahun 2021. Kedua jumlah data curah hujan 4 tahun (2018-2021) mempunyai data pelatihan dengan tahun 2018-2020 dan data pengujian dengan tahun 2021. Pemisahan data berupa 70% untuk data latih dan 30% untuk data uji [21].

## Pengolahan Data

Pada pengolahan data dilakukan empat tahapan yang diperlukan, yaitu arsitektur, pelatihan, pengujian, dan prediksi. Arsitektur JST *backpropagation* yang digunakan adalah arsitektur layer jamak yang terdiri dari *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*.



**Gambar 1.** Arsitektur JST penelitian.

Lapisan input dapat dimasukkan data penelitian (curah hujan). Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi ditentukan secara acak. Penggunaan fungsi aktivasi dan fungsi pelatihan disesuaikan sedemikian rupa untuk memperoleh kesalahan yang kecil. Kemudian lapisan keluaran digunakan sebagai jalannya hasil jaringan sebelum keluarnya nilai prediksi.

Pada penelitian ini variasi jumlah neuron pada satu lapisan tersembunyi bernilai 50, 100, dan 150. Informasi mengenai banyaknya neuron dalam lapisan tersembunyi yang paling optimal kinerjanya akan ditentukan.

## Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menganalisis hasil prediksi curah hujan tahun 2022 yang terbaik. Pada pengolahan data pengujian dapat dilihat dari menentukan nilai persentase kesalahan. Data hasil proses pengolahan

dilakukan analisis pengukuran ketepatan model prediksi [22]. Menurut Sun *et al.* 2020 perhitungan nilai persentase error dihitung dengan Persamaan (1) berikut [23]:

$$\%error = \left| \frac{x_{real} - x_{prediksi}}{x_{real}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

dimana  $x_{real}$  menyatakan nilai sebenarnya atau data BMKG dan  $x_{prediksi}$  menyatakan nilai hasil prediksi. Akurasi adalah ukuran yang menentukan tingkat kemiripan dari hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Akurasi dimana melakukan perbandingan kasus yang diidentifikasi benar dengan jumlah semua kasus. Persamaan akurasi dapat dinyatakan dengan Persamaan (2) berikut [24]:

$$akurasi = 100\% - \%error \quad (2)$$

dimana  $\%error$  adalah nilai persentase error. Jika nilai persentase kesalahan semakin kecil semakin bagus jaringan mengenali pola data.

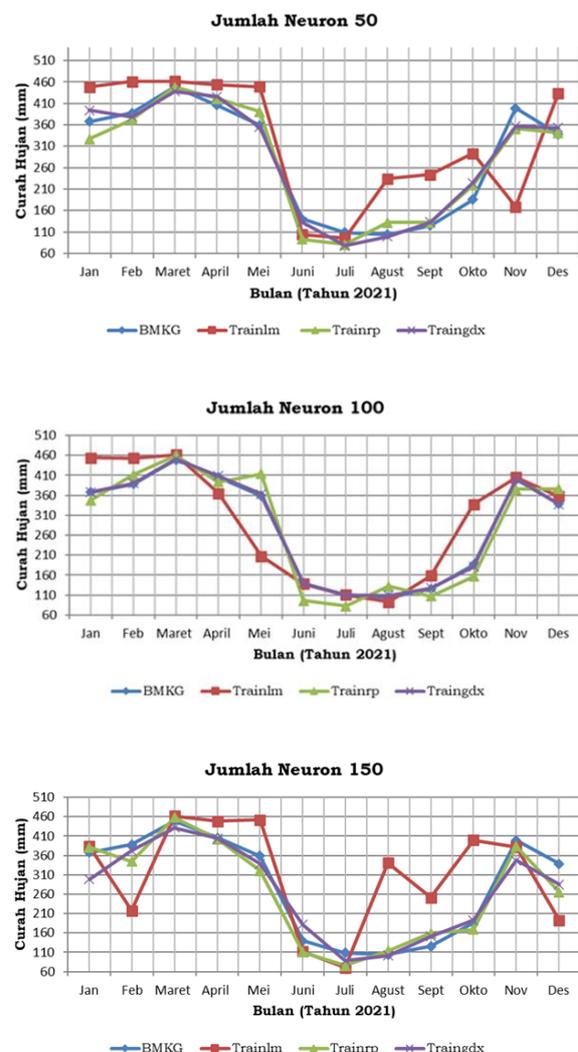
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variasi Jumlah Neuron

Hasil penelitian ini pada curah hujan dapat diketahui berapa jumlah neuron pada lapisan tersembunyi dengan fungsi pelatihan mana yang terbaik. Hasil penelitian curah hujan terbaik di Kabupaten Muaro Jambi ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persentase error rata-rata terkecil berada pada fungsi pelatihan Traingdx bernilai 8,2 %. Menurut Lahmiri (2011), fungsi pelatihan Traingdx ini sangat baik dalam membantu perbaikan nilai bobot dan bias dengan menggunakan jaringan momentum penurunan gradien dan *adaptive learning rate* [25]. Berdasarkan hasil pengujian jumlah neuron pada lapisan tersembunyi memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah neuron, maka nilai *error* yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan fungsi pelatihan yang digunakan mengalami saturasi. Dimana fungsi

pelatihan yang digunakan terdapat parameter yang dapat memperbesar dan memperkecil nilai *learning rate*. Pada kondisi tertentu dalam jaringan membuat terjadinya saturasi dimana menyebabkan jaringan kehilangan kemampuan mengenali pola. Menurut Riyanto (2017) jika saturasi terjadi pada sistem JST menyebabkan sistem menjadi tidak efektif [26].



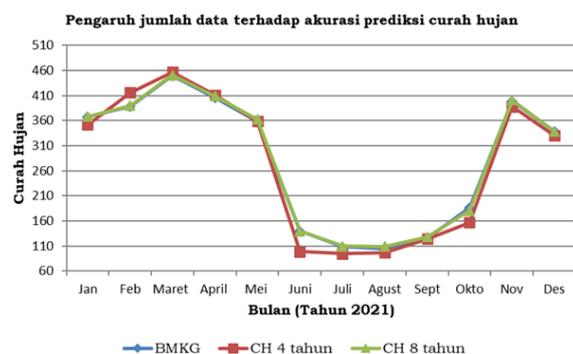
**Gambar 2.** Perbandingan pelatihan jumlah neuron.

Pada fungsi pelatihan Trainlm cenderung mengalami *overfitting*. Dimana pada saat proses pelatihan didapatkan data yang *fit*, sedangkan dipengujian kurang optimal atau kurangnya kemampuan jaringan mengenali pola [27]. Hal ini dikarenakan fungsi pelatihan yang digunakan terhadap jumlah neuron pada lapisan tersembunyi berlebihan.

Pada fungsi pelatihan Trainrp cenderung mengalami kondisi *underfitting*. Dimana hasil pelatihan didapatkan jaringan kurang optimal sehingga pada pengujian hasilnya buruk. Hal ini dikarenakan pada data curah hujan fungsi pelatihan yang digunakan terhadap jumlah neuron pada lapisan tersembunyi kurang [28]. Selanjutnya pada fungsi pelatihan Traingdx didapatkan hasil pada proses pelatihan dan pengujian yang lebih optimal di setiap jumlah neuron yang ditentukan. Hal ini terlihat pada grafik yang ditunjukkan pada gambar hasil setiap jumlah neuron. Dimana fungsi pelatihan Traingdx lebih baik mengenali pola sampai pada saat proses pengujian dan nilai persentase error rata-rata terkecil.

### Variasi Jumlah Data

Selanjutnya dilakukan analisis prediksi dengan membuat variasi jumlah data. Pengaruh jumlah data terhadap akurasi prediksi dibagi menjadi dua untuk jumlah tahun yang berbeda, yaitu 4 tahun dan 8 tahun. Jumlah data 4 tahun berlangsung pada tahun 2018 sampai tahun 2021. Pola data yang digunakan adalah pelatihan tahun 2018-2020 dan pengujian tahun 2021. Jumlah data 8 tahun berlangsung pada tahun 2014 sampai tahun 2021. Pola data yang digunakan adalah pelatihan tahun 2014-2020 dan pengujian tahun 2021. Berdasarkan penelitian Adi (2017) mengatakan bahwa banyaknya jumlah data yang digunakan dapat berpengaruh terhadap hasil prediksi. Hasil prediksi terbaik dapat dilihat dari nilai persentase error rata-rata yang terkecil [29].



**Gambar 3.** Pelatihan dengan variasi jumlah data.

Dari Gambar 3 dapat dilihat, prediksi curah hujan dengan data latih 8 tahun lebih baik dibandingkan dengan data latih 4 tahun. Jumlah data latih 8 tahun didapatkan akurasi prediksi curah hujan senilai 98.8 % sedangkan jumlah data latih 4 tahun memiliki akurasi sebesar 92,9%. Menurut Dewi dan Muslikh (2013) semakin banyak data latih menunjukkan semakin kecil nilai *error*-nya [30]. Menurut Rahmadani *et al.* (2019) penggunaan data latih yang semakin besar membuat semakin banyak juga pola yang dipelajari oleh jaringan sehingga hasil pengujian semakin baik [31].

### Prediksi Curah Hujan

Selanjutnya adalah membandingkan bagaimana hasil prediksi tahun 2022 antara data BMKG atau aktual dengan prediksi JST *backpropagation*. Hasil prediksi JST *backpropagation* tahun 2022 pada curah hujan diambil dari hasil pengujian yang terbaik. Curah hujan menggunakan fungsi pelatihan Traingdx dan jumlah neuron 100 pada lapisan tersembunyi.



**Gambar 4.** Pelatihan dengan variasi jumlah data.

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil prediksi JST *backpropagation* terhadap data sebenarnya baik. Hal ini menunjukkan jaringan mengenali pola data curah hujan dengan baik. Terlihat pada gambar diatas bahwa pada bulan Juli dan Agustus mempunyai *error* yang lebih tinggi dari bulan yang lain. Hal ini dikarenakan bulan Juli dan Agustus termasuk musim kemarau dimana ukuran datanya lebih kecil dari bulan yang lain sehingga jaringan sedikit kehilangan kemampuan mengenali pola.

## KESIMPULAN

Pada curah hujan didapatkan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi terbaik adalah jumlah neuron 100. Semakin banyaknya jumlah data maka semakin bagus pula jaringan. Berdasarkan analisis prediksi tahun 2022 untuk curah hujan dan kelembapan udara didapatkan akurasi rata-rata sebesar 97,82%.

## REFERENSI

1. Chen, X., Lin, G., & Fu, Z. (2007). Long-range correlations in daily relative humidity fluctuations: A new index to characterize the climate regions over China. *Geophysical research letters*, **34**(7).
2. Crabbe, M. J. C. (2008). Climate change, global warming and coral reefs: Modelling the effects of temperature. *Computational Biology and Chemistry*, **32**(5), 311–314.
3. Murphy, B. F., & Timbal, B. (2008). A review of recent climate variability and climate change in southeastern Australia. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, **28**(7), 859–879.
4. Helfer, F., Lemckert, C., & Zhang, H. (2012). Impacts of climate change on temperature and evaporation from a large reservoir in Australia. *Journal of hydrology*, **475**, 365–378.
5. Pascawati, N. A., Satoto, T. B. T., Wibawa, T., Frutos, R., & Maguin, S. (2019). Dampak Potensial Perubahan Iklim Terhadap Dinamika Penularan Penyakit DBD Di Kota Mataram. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 49–60.
6. Jain, S. K., & Kumar, V. (2012). Trend analysis of rainfall and temperature data for India. *Current Science*, 37-49.
7. Chaniago, R., & Wardani, K. R. R. (2014). Prediksi Cuaca Menggunakan Metode Case Based Reasoning dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *Jurnal Informatika*, **12**(2), 90–95.
8. Kurniawan, T., Hanafi, L., & Apriliani, E. (2014). Penerapan Metode Filter Kalman Dalam Perbaikan Hasil Prediksi Cuaca Dengan Metode ARIMA. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, **3**(2), A28–33.
9. Dwirani, F. (2019). Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan metode polygon thiessen daerah kabupaten lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, **2**(2), 139–146.
10. Desvina, A. P., & Ratnawati, R. (2015). Penerapan Model Vector Autoregressive (Var) Untuk Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, **11**(2), 151–159.
11. Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Cara Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, **4**(3), 397–406.
12. Mirawati, T. D., Yasin, H., & Rusgiyono, A. (2013). Prediksi Curah Hujan dengan Metode Kalman Filter (studi kasus di Kota Semarang Tahun 2012). *Jurnal Gaussian*, **2**(3), 239–248.
13. Fauziah, N., Wahyuningsih, S., & Nasution, Y. N. (2016). Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda). *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, **4**(2).
14. Saragih, I. J. A., Rumahorbo, I., Yudistira, R., & Sucahyono, D. (2020). Prediksi Curah Hujan Bulanan Di Deli Serdang Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu Dan Kelembapan

- Udara. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, **7**(2), 6–14.
15. Utomo, M. C. C., Mahmudy, W. F., Anam, S., & Brawijaya, F. U. (2017). Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Curah Hujan Timeseries di Area Puspo–Jawa Timur. *Jurnal teknologi Informasi dan Ilmu komputer*, **4**(3), 160–167.
  16. Simbolon, D. A., Hartama, D., & Anggraini, F. (2019). Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Gizi Balita Pada Puskesmas Siantar Utara Kota Pematangsiantar. *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, **1**(1), 48–54.
  17. Hartanti, O. D. (2014). Perbandingan Hasil Peramalan dengan Metode Double Exponential Smoothing Holt dan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, **3**(2), 144.
  18. Oktaviani, C., & Afdal, A. (2013). Prediksi Curah Hujan Bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beberapa Fungsi Pelatihan Backpropagation (Studi Kasus: Stasiun Meteorologi Tabing Padang, Tahun 2001-2012). *Jurnal Fisika Unand*, **2**(4).
  19. Muflih, G. Z., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2019). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, **4**(1), 45–56.
  20. Firdausa, F. (2020). Simulasi Curah Hujan Bulanan Kota Palembang dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, **9**(2), 143–150.
  21. Supriyanto, Y., Ilhamsyah, M., & Enri, U. (2022). Prediksi Harga Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Linear Regression Dan Random Forest. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, **8**(7), 178–185.
  22. Putra, I. G. S., & Septiani, R. (2016). Analisis Perbandingan Model Zmijewski dan Grover Pada Perusahaan Semen Di BEI 2008-2014. *Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan*, **4**(3), 1143–1154.
  23. Sun, W., & Huang, C. (2020). A carbon price prediction model based on secondary decomposition algorithm and optimized back propagation neural network. *Journal of Cleaner Production*, **243**, 118671.
  24. Darmawan, I. B., Maimunah, M., & Whidiasih, R. N. (2018). Identifikasi Warna Kerabang Telur Ayam Ras Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *PIKSEL: Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, **6**(2), 189–200.
  25. Lahmiri, S. (2011). A comparative study of backpropagation algorithms in financial prediction. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, **1**(4), 15–21.
  26. Riyanto, E. (2017). Peramalan Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Secara Supervised Learning Dengan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informatika Upgris*, **3**(2).
  27. Guntoro, I., Midyanti, D. M., & Hidayati, R. (2022). Penerapan Dropout Pada Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Dalam Mengklasifikasi Tingkat Fine Fuel Moisture Code (Ffmc) Untuk Kebakaran Hutan Dan Lahan. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, **10**(01), 114–123.
  28. Ashar, N. M., Cholissodin, I., & Dewi, C. (2018). Penerapan Metode Extreme Learning Machine (ELM) Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Pipa Yang Layak (Studi Kasus Pada PT. KHI Pipe Industries). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, **2548**, 964X.

29. Adi, S. (2017). Sistem Informasi Untuk Prediksi Keamanan Pembiayaan Nasabah Bank Syariah XYZ. *Data Manajemen dan Teknologi Informasi (DAI)*, **18**(1), 1–7.
30. Dewi, C., & Muslikh, M. (2013). Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca. *Journal of Natural A*, **1**(1), 7–13.
31. Rahmadani, N. (2019). *Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*. Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)