



Prediksi Curah Hujan di Kota Bima Menggunakan Algoritma *Backpropagation* Dengan Optimasi *Artificial Bee Colony* (*Rainfall Prediction in Bima City Using the Backpropagation Algorithm with Artificial Bee Colony Optimization*)

De Siroj Ragil Ahmad¹, Rizki Maulana¹, Mustakim Ali¹, Tri Maryono Rusadi^{1*}

¹ Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia.

ABSTRACT

Accurate rainfall prediction is vital for the Bima City government, particularly in supporting regional development and disaster mitigation efforts. This study aims to model rainfall predictions in Bima City by leveraging an Artificial Neural Network (ANN) with the Backpropagation method, optimized through the Bee Colony Algorithm. The dataset comprises historical rainfall records from the BMKG spanning 2020 to 2024. During the pre-processing phase, Lagrange Interpolation was applied to address missing data points, ensuring a more robust training process. Data from 2020 to 2023 was utilized for training, while the 2024 data served as the testing set. The results indicate that the ANN model is highly capable of identifying complex rainfall patterns. Furthermore, the implementation of the Artificial Bee Colony Algorithm successfully optimized the weight parameters within the ANN, leading to superior prediction accuracy compared to the standard Backpropagation method. This is evidenced by a reduction in the Root Mean Square Error (RMSE) on the testing data, where the standard model yielded an RMSE of 7.90, while the BCA-optimized model achieved a lower RMSE of 7.80. This study concludes that the Bee Colony Algorithm is more effective in minimizing rainfall prediction errors for the Bima City region.

Keywords: Rainfall, Bima City, Backpropagation, Artificial Bee Colony, Prediction.

ABSTRAK

Prediksi curah hujan merupakan hal penting bagi pemerintah Kota Bima dalam mendukung pembangunan daerah dan mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan prediksi curah hujan di Kota Bima menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) metode *Backpropagation* yang dioptimasi dengan algoritma *Bee Colony*. Data yang digunakan adalah data historis curah hujan dari BMKG tahun 2020 hingga 2024. Dalam tahap pra-pemrosesan, teknik Interpolasi Lagrange diterapkan untuk melengkapi data curah hujan yang kosong agar hasil pelatihan lebih optimal. Data tahun 2020-2023 digunakan sebagai data training, sedangkan data tahun 2024 digunakan sebagai data testing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model JST mampu mengenali pola curah hujan dengan baik. Implementasi algoritma Artificial Bee Colony terbukti berhasil mengoptimasi parameter bobot pada JST dan meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan dengan metode *Backpropagation* standar. Hal ini dibuktikan dengan penurunan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) pada data *testing*, di mana model *Backpropagation* standar menghasilkan RMSE sebesar 7,90, sementara model yang dioptimasi dengan *Bee Colony* menghasilkan RMSE yang lebih rendah yaitu 7,80. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan algoritma *Bee Colony* lebih efektif dalam meminimalkan kesalahan prediksi curah hujan di wilayah Kota Bima.

* Corresponding author
e-mail: rosadi2005@gmail.com



Keywords: Curah Hujan, Kota Bima, Backpropagation, Artificial Bee Colony, prediksi.

Diterima: 15-04-2026;

Doi: <https://doi.org/10.29303/semeton.v3i1.366>

Disetujui: 11-05-2026;

1. PENDAHULUAN

Hujan merupakan salah satu variabel meteorologis paling krusial yang memengaruhi sektor pertanian, manajemen sumber daya air, transportasi, serta mitigasi bencana pada skala kota dan regional. Ketidakpastian spasial dan temporal curah hujan yang dipengaruhi oleh dinamika atmosfer, topografi lokal, dan perubahan iklim menuntut metode prediksi yang mampu menangkap pola nonlinier dan heterogenitas data historis. Pernyataan ini didukung oleh berbagai kajian yang menunjukkan keterbatasan model statistik tradisional dalam menghadapi nonlinieritas data klimatologis[1], [2].

Dalam dekade terakhir, jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Networks*), khususnya arsitektur *feedforward* yang dilatih dengan algoritma *backpropagation*, telah banyak digunakan untuk pemodelan curah hujan karena kemampuannya memetakan hubungan nonlinier antara variabel input dan keluaran prediksi. Hasil studi empirik menunjukkan bahwa *Backpropagation Neural Network* (BPNN) mampu memberikan prediksi yang kompetitif untuk skala bulanan maupun harian pada berbagai wilayah. Namun, performa BPNN sangat bergantung pada inisialisasi bobot, parameter pelatihan, dan kecenderungan untuk terjebak pada minimum lokal saat optima[2], [3].

Untuk mengurangi keterbatasan optimisasi lokal tersebut, metaheuristik swarm intelligence seperti *Artificial Bee Colony* (ABC) telah diperkenalkan sebagai metode optimisasi parameter dan bobot jaringan saraf. ABC meniru perilaku penjelajahan pakan lebah madu dan efektif dalam menyeimbangkan eksplorasi-eksploitasi pada ruang solusi, sehingga sering digunakan untuk meningkatkan konvergensi dan stabilitas model prediktif dalam berbagai bidang rekayasa dan lingkungan. Literatur dasar tentang ABC dan perkembangan variannya menyajikan bukti konseptual dan aplikasi praktis yang kuat[4].

Kombinasi hibrid antara algoritma optimisasi berbasis lebah dan BPNN (ABC-BPNN) telah menunjukkan peningkatan kinerja pada tugas-tugas prediksi hidro-meteorologis dan kualitas air, dengan penurunan kesalahan prediksi dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan pelatihan *backpropagation* konvensional saja. Studi kasus pada beberapa daerah juga melaporkan perbaikan MSE dan akurasi ketika ABC digunakan untuk menyetel bobot atau hiperparameter jaringan. Namun, sebagian besar kajian hibrida ini masih terbatas pada wilayah atau dataset tertentu, dan karakteristik kinerja pada kota-kota kecil atau pulau dengan pola curah hujan lokal seperti Kota Bima belum dipetakan secara menyeluruh[5], [6].

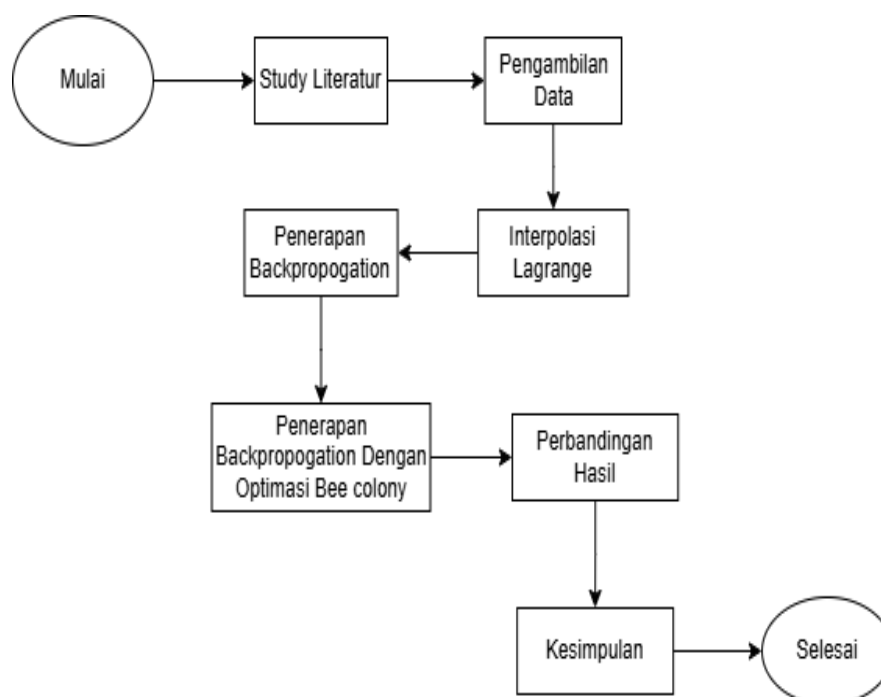
Kota Bima, sebagai wilayah pesisir pulau di Nusa Tenggara Barat, memiliki pola curah hujan yang dipengaruhi oleh faktor lokal dan regional (mis. monsun, sirkulasi laut atmosfer), sehingga pendekatan prediksi yang mengakomodasi nonlinieritas dan heterogenitas data historis sangat diperlukan untuk perencanaan kota, pertanian lokal, dan mitigasi risiko banjir atau longsor. Meskipun sejumlah penelitian prediksi curah hujan telah dilakukan di wilayah Indonesia, eksplorasi khusus tentang penerapan metode hibrida *Backpropagation-Artificial Bee Colony* untuk Kota Bima masih minim menandai adanya *gap* penelitian yang relevan antara kebutuhan lokal dan sisi metodologis[7],[8],[9].

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bermaksud mengisi dua kekosongan pengetahuan sekaligus: (1) menilai efektivitas optimisasi *Artificial Bee Colony* ketika digunakan untuk menyetel bobot dan hiperparameter BPNN pada dataset curah hujan kota kecil dan (2) menyediakan model prediksi yang dapat diaplikasikan untuk perencanaan lokal di Kota Bima dengan fokus pada stabilitas dan interpretabilitas kinerja model. Kontribusi metodologis yang diusulkan bersifat hibrida memadukan kekuatan pemodelan nonlinier BPNN dengan mekanisme pencarian global ABC sehingga diharapkan mampu mengurangi risiko *overfitting* akibat inisialisasi bobot yang buruk dan mencapai keseimbangan *bias-varians* yang lebih baik pada data iklim yang bersifat bising dan tidak stasioner [10].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan metode pemodelan dan komputasi. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi kinerja model prediksi curah hujan berbasis Artificial Neural Network dengan algoritma *Backpropagation* yang dioptimasi menggunakan *Artificial Bee Colony* (ABC). Fokus utama penelitian adalah membandingkan performa model *Backpropagation* konvensional dengan model *Backpropagation* yang telah dioptimasi, berdasarkan metrik evaluasi kesalahan prediksi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data curah hujan historis Kota Bima yang diperoleh dari instansi resmi meteorologi (BMKG). Data disusun dalam bentuk deret waktu (*time series*) dengan resolusi waktu tertentu (harian), sehingga mampu merepresentasikan pola temporal curah hujan di wilayah Kota Bima. Tahapan penelitian disusun dalam bentuk *flowchart* Pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

- Tahap studi literatur, dilakukan untuk memperoleh landasan teori dan kerangka konseptual penelitian. Literatur yang dikaji meliputi karakteristik curah hujan dan data klimatologi, konsep dasar jaringan saraf tiruan khususnya algoritma *Backpropagation*, serta algoritma *Artificial Bee Colony* sebagai metode optimasi berbasis kecerdasan kawatan.
- Tahap pengumpulan data curah hujan historis Kota Bima diperoleh dari BMKG. Data dikumpulkan dalam bentuk deret waktu dengan periode tertentu sehingga mampu merepresentasikan pola temporal curah hujan di wilayah penelitian. Data yang diperoleh selanjutnya diperiksa kelengkapan dan konsistensinya sebelum digunakan pada tahap pemrosesan berikutnya.
- Data curah hujan yang diperoleh tidak selalu lengkap, sehingga diperlukan penanganan terhadap nilai yang hilang. Pada tahap ini digunakan metode interpolasi Lagrange untuk memperkirakan nilai curah hujan yang tidak tersedia berdasarkan data di sekitarnya. Penggunaan interpolasi Lagrange bertujuan untuk menjaga kontinuitas deret waktu data dan meminimalkan distorsi pola curah hujan, sehingga data yang digunakan lebih representatif untuk proses pelatihan jaringan saraf
- Tahap penerapan model dasar berupa jaringan saraf tiruan *Backpropagation*. Jaringan dirancang dengan menentukan jumlah neuron pada lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output sesuai dengan karakteristik data. Proses pelatihan dilakukan dengan

memperbarui bobot jaringan menggunakan algoritma *Backpropagation* berdasarkan nilai galat antara hasil prediksi dan data aktual. Model ini digunakan sebagai acuan awal (*baseline*) untuk mengevaluasi kemampuan prediksi sebelum dilakukan optimasi.

- Pengembangan model dengan mengintegrasikan algoritma *Artificial Bee Colony* sebagai metode optimasi pada jaringan *Backpropagation*. Algoritma *Bee Colony* digunakan untuk mengoptimasi bobot dan/atau parameter jaringan dengan meminimalkan nilai kesalahan prediksi. Proses optimasi dilakukan secara iteratif melalui mekanisme lebah pekerja, lebah pengamat, dan lebah pengintai, sehingga diperoleh konfigurasi jaringan yang lebih optimal dan diharapkan mampu meningkatkan akurasi serta stabilitas prediksi curah hujan.
- Hasil prediksi yang diperoleh dari model *Backpropagation* konvensional dan model *Backpropagation* dengan optimasi *Bee Colony* kemudian dibandingkan. Perbandingan dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik evaluasi kesalahan prediksi, seperti *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Error* (MAE). Tahap ini bertujuan untuk menilai sejauh mana optimasi *Bee Colony* memberikan peningkatan kinerja dibandingkan metode tanpa optimasi.
- Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan perbandingan kinerja model. Kesimpulan mencakup penentuan model terbaik dalam memprediksi curah hujan di Kota Bima, tingkat peningkatan akurasi yang diperoleh melalui optimasi *Bee Colony*, serta implikasi hasil penelitian terhadap penerapan metode prediksi curah hujan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Interpolasi Lagrange

Dalam penelitian ini, Interpolasi Lagrange digunakan untuk mengestimasi nilai di antara titik-titik data diskrit yang diperoleh dari [BMKG]. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam membentuk polinomial yang melewati setiap titik data tanpa memerlukan perhitungan selisih terbagi seperti pada metode Newton. Secara Matematis, polinomial Lagrange $P_n(x)$ berderajat n di definisikan sebagai:

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^n L_i(x)f(x_i)$$

Dimana fungsi basis lagrange $L_i(x)$ di tentukan oleh:

$$L_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

Kemudian hasil dari interpolasi lagrange yang di peroleh adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Hasil Interpolasi Lagrange

Tanggal	Data Sebelum Interpolasi	Hasil Interpolasi
7/1/2020	8.888	0
15/1/2020	8.888	3
19/1/2020	8.888	1
26/1/2020	8.888	6
30/1/2020	8.888	75
12/2/2020	8.888	283
25/2/2020	8.888	0
27/2/2020	8.888	1
1/3/2020	8.888	1.535
7/3/2020	8.888	18

Hasil Di atas merupakan output dari penghitungan interpolasi lagrange yang dilakukan. Dimana setelah data 8.888 di kosongkan, baru setelah itu dihasilkan nilai yang sesuai. Hasil di atas adalah hanya sebagian kecil dari data yang di interpolasi.

3.2. Penerapan Backpropagation

Pada metode *backpropagation*, tahap pertama yang dilakukan adalah proses inisialisasi bobot menggunakan nilai acak kecil. fungsi aktivasi sigmoid biner diterapkan pada proses inisialisasi bobot dan bias. Mengingat keluaran fungsi tersebut berada pada rentang 0 sampai 1, data curah hujan sebelumnya dinormalisasi ke rentang 0,1 sampai 0,9 sebelum digunakan dalam pelatihan jaringan saraf.

Tabel 2. Data curah hujan yang sudah dinormalisasi

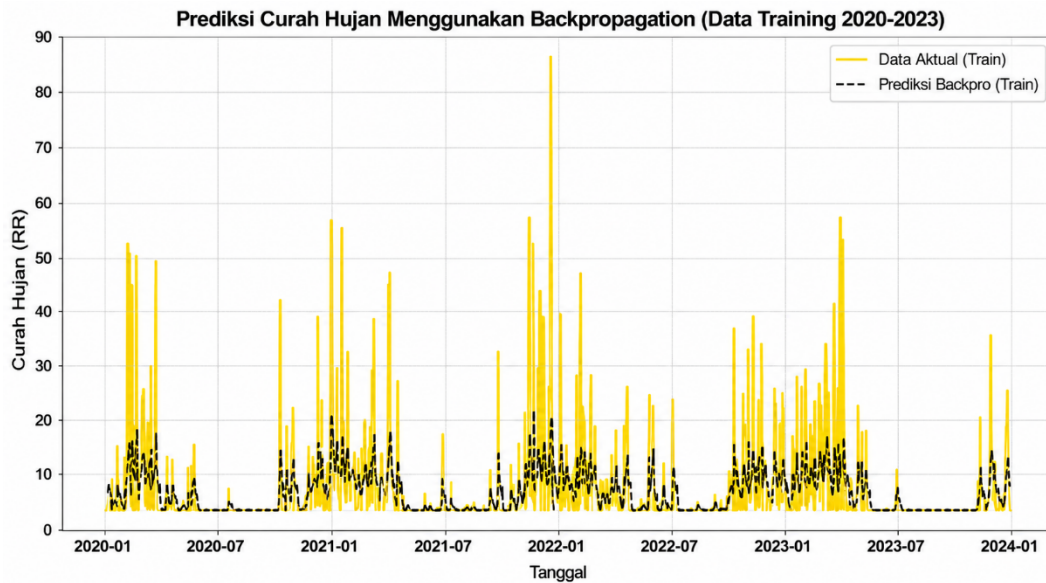
Tanggal	Normalisasi Sigmoid
01-01-2020	0.003979
02-01-2020	0.018067
03-01-2020	0.0096
04-01-2020	0.044439
05-01-2020	0.002872
06-01-2020	0.002473
⋮	⋮
29-12-2024	0.006485
30-12-2024	0.341966
31-12-2024	0.002473

langkah selanjutnya adalah melanjutkan ke fase pelatihan jaringan. Pelatihan tersebut menggunakan algoritma propagasi mundur dengan *momentum* dan *adaptive learning rate*. Data latih diolah menggunakan learning rate 0,001 dengan iterasi maksimum ditentukan sebesar 1000. Laju pembelajaran selama proses pelatihan bersifat adaptif, yang berarti nilainya dapat berubah menyesuaikan kondisi pelatihan. Proses pelatihan akan dihentikan apabila jumlah iterasi telah mencapai batas maksimum atau ketika tingkat kesalahan yang dihasilkan telah memenuhi target yang ditetapkan.

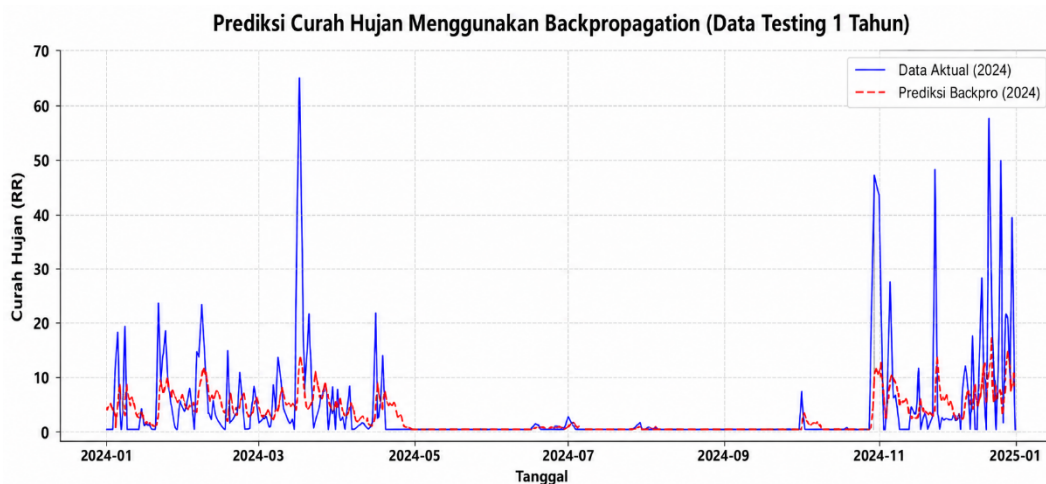
Tabel 3. Hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation*

Tanggal	Curah Hujan Aktual	Curah Hujan Prediksi	Selisih (Error)
2024-01-01	0.00	3.54	3.54
2024-01-02	0.00	4.67	4.67
2024-01-03	0.00	3.43	3.43
2024-01-04	0.00	3.94	3.94
2024-01-05	11.20	0.19	11.01
2024-01-06	17.60	4.46	13.14
⋮	⋮	⋮	⋮
2024-12-29	7.10	10.61	3.51
2024-12-30	39.20	6.47	32.73
2024-12-31	0.00	7.96	7.96

Dari hasil di atas didapatkan RMSE pada data training sebesar 7,49 dan pada data testing sebesar 7,9. Kemudian didapatkan grafik visual dari hasil perhitungan di atas, berikut gambar grafik visualisasi nya.



Gambar 3. Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation* (data training).



Gambar 4. Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation* (data testing).

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *backpropagation* didapatkan RMSE terbaik yaitu sebesar 0.0859 dengan hidden neuron sebesar 56 learning rate sebesar 0,04848 pada iterasi ke 567.

3.3. Pengujian Kinerja Algoritma

Pengujian metode *Backpropagation-Bee Colony* dilakukan mulai dari iterasi ke 100 sampai ke 1000 dengan parameter model dituliskan pada table 4

Tabel 4. Parameter Model

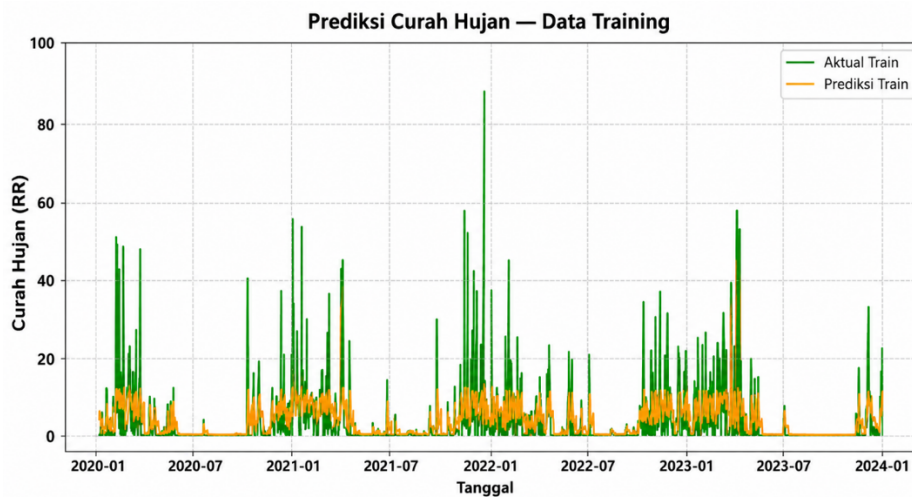
Parameter	Nilai
Jumlah Lebah	10
Maximum iterasi ABC	20
Limit scout bee	5
Time Step	3
Test Size	20%
Fungsi Aktivasi	ReLU
Optimizer	Adam
Max Epoch	1000

Berikut merupakan hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation-Bee Colony*.

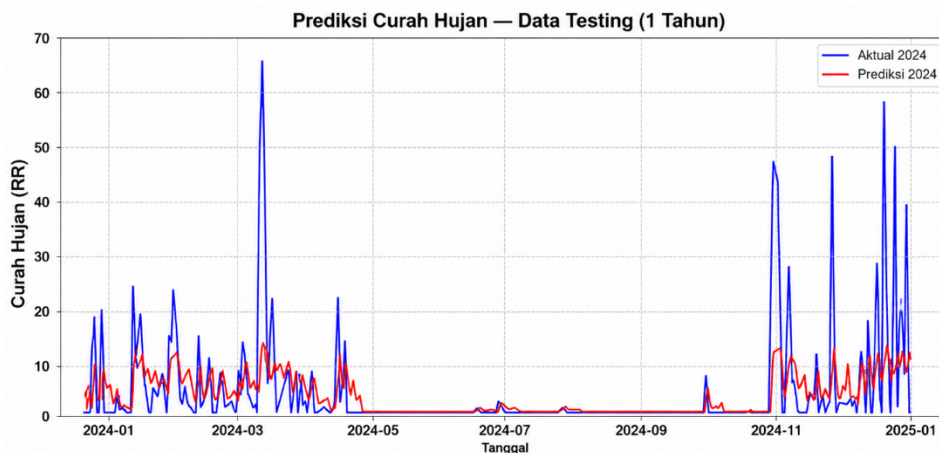
Tabel 5. Hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation-Bee Colony*.

Tanggal	Curah Hujan Aktual	Curah Hujan Prediksi	Selisih (Error)
2024-01-01	0.00	4.44	4.44
2024-01-02	0.00	6.33	6.33
2024-01-03	0.00	3.76	3.76
2024-01-04	0.00	5.32	5.32
2024-01-05	11.20	0.43	10.77
⋮	⋮	⋮	⋮
2024-12-29	7.10	11.01	3.91
2024-12-30	39.20	7.59	31.61
2024-12-31	0.00	11.37	11.37

Dari hasil Tabel 5 didapatkan RMSE pada data *training* sebesar 7,4621 dan pada data *testing* sebesar 7,8961. selain itu, didapatkan juga MAE pada data *training* dan *testing* sebesar 3.8612 dan 3.6850. Kemudian didapatkan grafik visual dari hasil perhitungan di atas, berikut gambar grafik visualisasi nya.



Gambar 5. Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation-Bee Colony* (data *training*).



Gambar 6. Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation-Bee Colony* (data *testing*).

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *Backpropagation-Bee Colony* didapatkan RMSE terbaik yaitu sebesar 0,08598425356084409 dengan hidden neuron sebesar 110 dan *learning rate* sebesar 0,044 pada iterasi ke 1784.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat beberapa poin kesimpulan, diantaranya:

1. Jaringan Syaraf Tiruan terbukti mampu mengenali pola dan memodelkan prediksi curah hujan di Kota Bima menggunakan data historis dari tahun 2020–2023 sebagai data *training* dan tahun 2024 sebagai data *testing*.
2. Algoritma *Bee Colony* berhasil diimplementasikan untuk mengoptimasi parameter bobot pada Jaringan Syaraf Tiruan. Sebelum pemodelan, teknik Interpolasi Lagrange juga diterapkan untuk melengkapi data curah hujan yang kosong agar proses pelatihan model lebih optimal.
3. algoritma *Bee Colony* terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi dibanding hanya menggunakan *Backpropagation* standar. Hal ini terlihat jelas dari penurunan tingkat error (RMSE) pada data *testing*, di mana RMSE model *Backpropagation* ialah 7,9, sedangkan model dengan optimasi *Bee Colony* RMSE nya ialah 7,8. Penurunan ini menunjukkan bahwa metode *Bee Colony* lebih efektif dalam meminimalkan kesalahan prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Dina, R. Azwarini, and D. Wisnu, "Prediction Intervals for Extreme Rainfall in Indonesia Using Monotone Composite Quantile Regression Neural Network," vol. 9, no. November, pp. 2734–2741, 2025. <https://dx.doi.org/10.62527/joiv.9.6.3186>
- [2] S. Hardwinarto and M. Aipassa, "Rainfall Monthly Prediction Based on Artificial Neural Network : A Case Study in Tenggarong Station , East Kalimantan - Indonesia," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 59, no. Iccsci, pp. 142–151, 2015, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.528>.
- [3] I. Mochamad, A. Kholiq, I. Iskandar, and Y. Apriani, "Monthly rainfall prediction based on artificial neural networks with backpropagation and radial basis function," vol. 4, no. 2, pp. 154–166, 2018. <https://doi.org/10.26555/ijain.v4i2.208>
- [4] D. Karaboga, "An Idea Bassed Om Honey Bee Swarm For Numerical Optimazed," *Tech. REPORT-TR06*, vol. 05, p. 10, 2005. https://abc.erciyes.edu.tr/pub/tr06_2005.pdf
- [5] Y. Wang, J. Liu, R. Li, X. Suo, and E. Lu, "Precipitation forecast of the Wujiang River Basin based on artificial bee colony algorithm and backpropagation neural network," *Alexandria Eng. J.*, vol. 59, no. 3, pp. 1473–1483, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.04.035>.
- [6] E. A. Shams and A. Rizaner, "A novel support vector machine based intrusion detection system for mobile ad hoc networks," *Wirel. Networks*, vol. 24, no. 5, pp. 1821–1829, 2018, <https://doi.org/10.1007/s11276-016-1439-0>.
- [7] R. Aprianto, S. Fitriyanto, and S. N. Walidain, "Artificial Neural Network Backpropagation for Predicting Rainfall (Case Study in Sultan Muhammad Kaharuddin Meteorological Station)," vol. 15, no. 1, pp. 63–70, 2023. <https://doi.org/10.30599/jti.v15i1.2110>
- [8] A. Azi, "Journal of Computer Networks , Architecture and High Performance Computing Rainfall Prediction in Jayapura City Area Using Long Short-Term Memory Journal of Computer Networks , Architecture and High Performance Computing," vol. 7, no. 2, pp. 433–439, 2025. <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v7i2.5506>
- [9] J. Triloka and S. Mutiara, "Evaluasi Kinerja Model Deep Learning dalam Memprediksi Kejadian Hujan Di Wilayah Panjang Bandar Lampung," *Jurnal Informatika*, vol. 25, no. 1, pp. 33–45. 2025. <https://journal.darmajaya.ac.id/index.php/JurnalInformatika/article/view/1005>
- [10] I. P. Bagus, A. Pradnyana, A. A. Soebroto, and R. S. Perdana, "Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dengan Optimasi Algoritma Bee Colony," vol. 2, no. 10, pp. 3624–3631, 2018. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2687>