

## Prediksi Kondisi Cuaca di Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Metode LSTM

Mochammad Toyib<sup>1</sup>, Tegar Decky Kurniawan Pratama<sup>2</sup>, Ibnu Aqil<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid

Karanganyar, Paiton, Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia

Email: <sup>1)</sup> [mochtoyib118@gmail.com](mailto:mochtoyib118@gmail.com), <sup>2)</sup> [tegardcky11@gmail.com](mailto:tegardcky11@gmail.com),

<sup>3)</sup> [ibnu22097@gmail.com](mailto:ibnu22097@gmail.com)

### Abstract (English)

*This study employs the Long Short-Term Memory (LSTM) method to predict weather conditions in Banyuwangi Regency, Indonesia, which are significantly influenced by natural phenomena such as El Niño and La Niña. Daily data from the Banyuwangi Meteorological Station for the period 2019-2024 were used, encompassing six main weather indicators. The results show good performance in weather prediction at the end of the training around the 50th epoch, with stable and low MAE values of 0.07-0.08. A comparison of the graphs between actual and predicted values shows a good match for Minimum and Average Temperature, although there are some anomalies in Maximum Temperature. Average Humidity shows a good match, but the model struggles to accurately predict Rainfall. The prediction of Sunshine Duration follows the actual values well. This study highlights the potential of LSTM in improving the accuracy of weather predictions in Banyuwangi and its relevance in better decision-making across various sectors.*

### Article History

Submitted: 26 May 2024

Accepted: 5 June 2024

Published: 6 June 2024

### Key Words

*Weather prediction, LSTM, Banyuwangi Regency, time series data, deep learning.*

### Abstrak (Indonesia)

Penelitian ini menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk memprediksi kondisi cuaca di Kabupaten Banyuwangi, Indonesia, yang sangat dipengaruhi oleh fenomena alam seperti *El Niño* dan *La Niña*. Data harian dari Stasiun Meteorologi Banyuwangi periode 2019-2024 digunakan, mencakup enam indikator cuaca utama. Hasil menunjukkan performa baik dalam memprediksi cuaca di akhir pelatihan sekitar epoch ke-50 mendapatkan nilai MAE stabil dan rendah yaitu 0.07-0.08. Perbandingan grafik antara nilai aktual dan prediksi menunjukkan kecocokan yang baik untuk Temperatur Minimum dan Rata-Rata, namun terdapat beberapa anomali pada Temperatur Maximum. Kelembapan Rata-Rata menunjukkan kecocokan yang baik, namun model kesulitan memprediksi Curah Hujan secara tepat. Prediksi Lamanya Penyinaran Matahari mengikuti pola nilai aktual dengan baik. Penelitian ini menyoroti potensi LSTM dalam meningkatkan akurasi prediksi cuaca di Banyuwangi dan relevansinya dalam pengambilan keputusan yang lebih baik di berbagai sektor.

### Sejarah Artikel

Submitted: 26 May 2024

Accepted: 5 June 2024

Published: 6 June 2024

### Kata Kunci

*Prediksi cuaca, LSTM, Kabupaten Banyuwangi, data time series, deep learning*

## PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki iklim tropis yang sangat dipengaruhi oleh posisinya tersebut. Iklim tropis ini membuat Indonesia rentan terhadap perubahan cuaca, terutama dalam hal curah hujan. Perubahan intensitas curah hujan berdampak signifikan pada berbagai sektor kehidupan masyarakat, seperti pertanian, transportasi udara, dan industri tradisional. Fenomena alam seperti *El Niño* dan *La Niña* turut mempengaruhi curah hujan di Indonesia. *El Niño*, yang ditandai dengan pemanasan suhu permukaan laut, cenderung mengurangi curah hujan, sedangkan *La Niña*, dengan suhu permukaan laut yang lebih dingin dari rata-rata, meningkatkan intensitas curah hujan. (Freecenta et al., 2022)

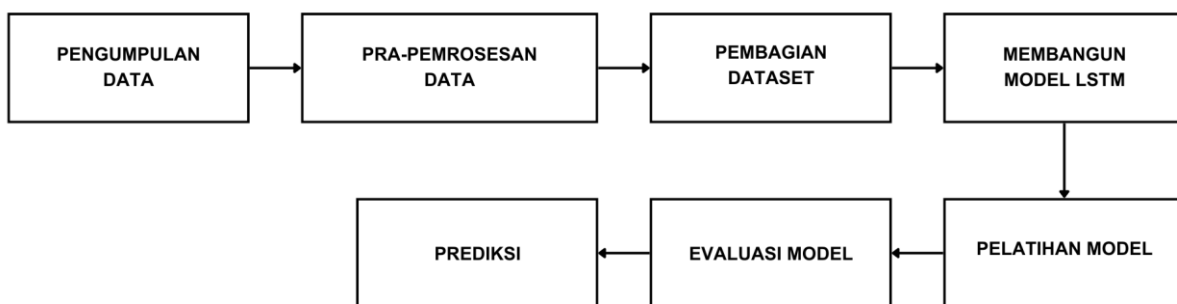
Prediksi data time series saat ini sangat penting dan memiliki banyak manfaat, baik bagi instansi pemerintah maupun perusahaan swasta. Hasil prediksi sering digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan yang tepat. Metode *deep learning* menjadi salah satu pilihan populer dalam prediksi data time series karena kemampuannya yang baik dalam menemukan pola data. Salah satu metode *deep learning* yang efektif untuk prediksi data *time series* adalah *Long Short-Term Memory (LSTM)*, yang merupakan pengembangan dari *Recurrent Neural Network (RNN)*. LSTM memiliki keunggulan dalam mengatasi masalah ketergantungan jangka panjang. Model ini, yang diusulkan oleh *Sepp Hochreiter* dan *Jurgen Schmidhuber* pada tahun 1997, terdiri dari serangkaian sel memori unik yang menggantikan neuron lapisan tersembunyi dari RNN. RNN sendiri dirancang untuk memproses data berurutan dan sering digunakan untuk masalah data time series, namun memiliki keterbatasan dalam mengingat data historis yang terlalu lama. (Akbar et al., 2022)

Informasi kondisi cuaca saat ini dapat diakses melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dari setiap provinsi di Indonesia. BMKG menggunakan berbagai sumber data dan model analisis cuaca, baik yang dikembangkan sendiri maupun dari sumber internasional seperti BOM Australia, Arpege Perancis, dan KMA Korea, yang dikombinasikan dengan parameter cuaca lokal. Namun, akurasi prediksi cuaca masih sering dirasa kurang optimal. Oleh karena itu, pemilihan metode yang tepat dalam prediksi cuaca terus dilakukan untuk meningkatkan akurasi. (Farikhul Firdaus & Papatungan, 2022)

Penelitian ini berfokus pada prediksi kondisi cuaca di Kabupaten Banyuwangi menggunakan metode LSTM. Banyuwangi, sebagai salah satu daerah dengan curah hujan yang signifikan, memerlukan model prediksi cuaca yang akurat untuk mendukung kegiatan sosial dan ekonomi setempat. Dengan menggunakan metode LSTM, diharapkan dapat diperoleh model prediksi cuaca yang lebih akurat dan andal, sehingga dapat membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih baik di berbagai sektor. (Saputra et al., n.d.)

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1. Tahap pertama adalah pengumpulan data. Setelah data terkumpul, dilakukan proses pra-pemrosesan data. Langkah berikutnya adalah membagi dataset. Selanjutnya, model dilatih menggunakan dataset tersebut. Tahap berikutnya adalah evaluasi model. Terakhir, dilakukan prediksi menggunakan model yang telah dilatih.



Gambar 1. Metode Penelitian.

### Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data akan dikumpulkan sebelum melanjutkan ke proses selanjutnya. Data yang dibutuhkan adalah data dari tahun 2019-2024. Data tersebut berdasarkan catatan harian Stasiun Meteorologi Banyuwangi yang didapatkan dari website BMKG (<http://dataonline.bmkg.go.id>). Data yang diambil mencakup enam indikator yaitu:

- ◆ Tn: Temperatur minimum (°C)
- ◆ Tx: Temperatur maksimum (°C)
- ◆ Tavg: Temperatur rata-rata (°C)
- ◆ RH\_avg: Kelembapan rata-rata (%)
- RR: Curah hujan (mm)
- ss: Lamanya penyinaran matahari (jam)

Masing-masing variabel memiliki jumlah data numerik yang sama, yaitu sebanyak 1975.

### Pra-perosesan Data

Pra-perosesan Data adalah langkah awal dalam menyiapkan data yang akan digunakan untuk pelatihan data (data training). Ini melibatkan penanganan data yang hilang atau kosong dengan berbagai metode, seperti menghitung rata-rata atribut untuk kelas yang sama. Setelah itu, data dinormalisasi menggunakan MinMaxScaler.

Rumus MinMaxScaler adalah:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Dimana :

- $X'$  adalah nilai yang dinormalisasi
- $X$  adalah nilai asli
- $X_{min}$  adalah nilai minimum dalam dataset
- $X_{max}$  adalah nilai maksimum dalam dataset

Normalisasi data adalah proses untuk menghilangkan data yang tidak terstruktur dan redundansi guna memastikan penyimpanan data yang logis dan efisien.

### Pembagian Dataset

Pada tahap ini dilakukan pembagian dataset menjadi dua bagian, yaitu data latih (training data) dan data uji (testing data). Pembagian dataset ini bertujuan untuk memisahkan data yang akan digunakan untuk melatih model dari data yang akan digunakan untuk menguji model. Dengan demikian, kita dapat mengevaluasi kinerja model secara objektif. Pembagian dataset dilakukan dengan membagi data menjadi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji.

### Membangun Model LSTM

Pada tahap ini, model yang digunakan adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan jenis *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dirancang untuk mengatasi masalah *gradient vanishing* dan *exploding*, serta memiliki kemampuan untuk mengingat informasi jangka panjang. Keuntungan menggunakan LSTM adalah kemampuannya dalam menangani data deret waktu yang panjang dan kompleks, sehingga sangat cocok untuk analisis data cuaca. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model sekuensial yang terdiri dari tiga lapisan. Dua lapisan pertama adalah lapisan LSTM masing-masing dengan 60 unit, dan lapisan terakhir adalah lapisan Dense. Model ini dioptimalkan menggunakan optimizer Adam dan *loss function Mean Absolute Error* (MAE).

### Melatih Model

Pada tahap ini, model dilatih menggunakan data latih. Proses pelatihan model dilakukan sebanyak 50 epoch dengan ukuran batch (batch size) sebesar 32. Pelatihan model ini

memungkinkan model untuk belajar dari data latih dan mengoptimalkan parameter-parameter internalnya agar mampu menghasilkan prediksi yang akurat.

### Evaluasi Model

Setelah pembuatan model, dilakukan evaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE). MAE adalah metrik evaluasi yang mengukur rata-rata kesalahan absolut antara prediksi dan nilai sebenarnya. Keunggulan MAE adalah kemampuannya dalam memberikan interpretasi yang mudah dipahami mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan prediksi. Rumus MAE adalah:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Dimana :

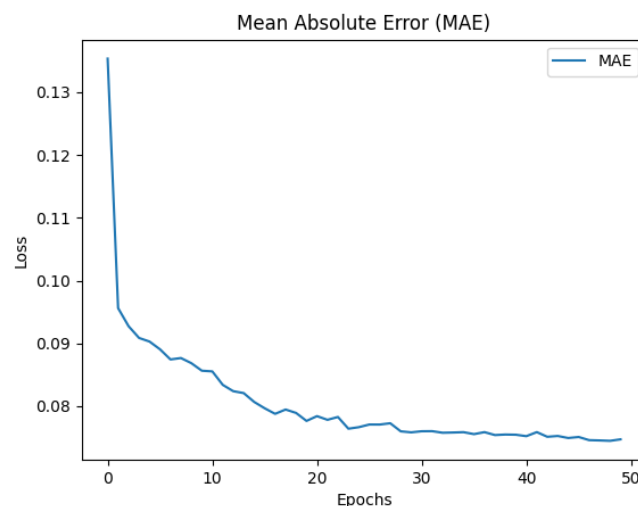
- n adalah jumlah observasi
- $y_i$  adalah nilai sebenarnya
- $\hat{y}_i$  adalah nilai prediksi

### Prediksi

Tahap ini menjelaskan proses prediksi menggunakan model yang telah dilatih. Tujuan prediksi adalah untuk menghasilkan estimasi terhadap data baru berdasarkan pola yang telah dipelajari oleh model. Prediksi digunakan untuk memberikan informasi yang berguna dalam pengambilan keputusan berdasarkan data historis.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

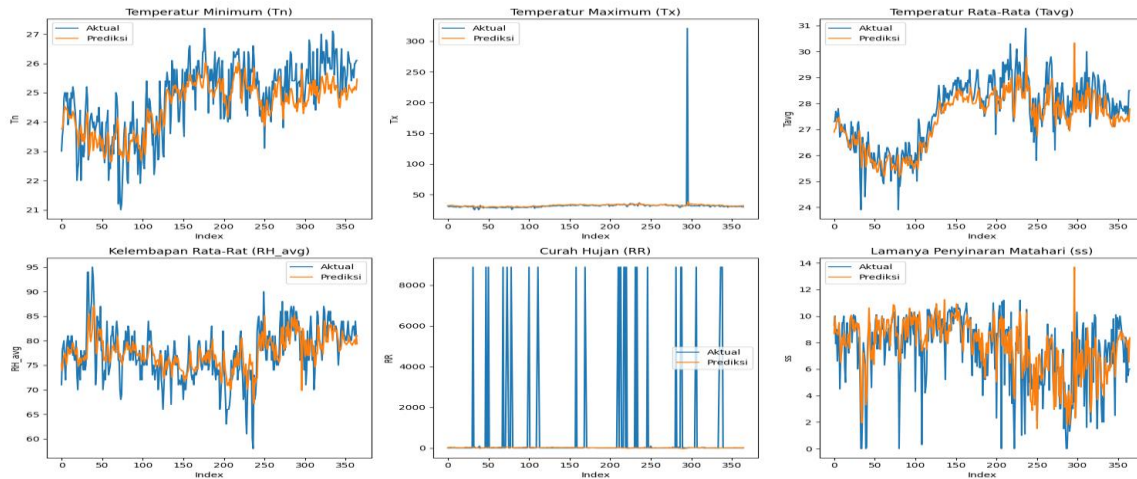
Penelitian ini dilakukan menggunakan platform Google Colab. Google Colab dipilih karena menyediakan sumber daya komputasi yang memadai untuk melatih model deep learning secara efisien tanpa biaya tambahan. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python, karena sintaksnya yang sederhana dan mudah dipahami. Beberapa hasil yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:



Gambar 1. Grafik MAE

Gambar 1 yang ditampilkan menunjukkan grafik *Mean Absolute Error* (MAE) terhadap jumlah epoch selama proses pelatihan model. Pada awal pelatihan (epoch 0 hingga sekitar 10), terjadi penurunan MAE yang tajam. Ini menunjukkan bahwa model dengan cepat belajar

dari data dan memperbaiki prediksinya. Setelah sekitar epoch ke-10, penurunan MAE mulai melambat dan grafik menunjukkan stabilisasi. Ini menandakan bahwa model mulai mencapai titik di mana pembelajarannya lebih sedikit meningkatkan performa prediksi. Di akhir pelatihan (sekitar epoch ke-50), nilai MAE tampak stabil dan berada di kisaran yang rendah, sekitar 0.07 hingga 0.08. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam memprediksi kondisi cuaca di Kabupaten Banyuwangi, karena kesalahan prediksinya kecil. Berdasarkan grafik MAE tersebut, dapat disimpulkan bahwa model *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang digunakan dalam penelitian ini berhasil belajar dengan baik dari data pelatihan.



Gambar 2. Grafik Enam Indikator

Gambar 2 di atas menunjukkan perbandingan grafik antara nilai aktual dan nilai prediksi dari enam indikator cuaca utama: Temperatur Minimum (Tn), Temperatur Maximum (Tx), Temperatur Rata-Rata (Tavg), Kelembapan Rata-Rata (RH\_avg), Curah Hujan (RR), dan Lamanya Penyinaran Matahari (ss). Untuk Temperatur Minimum dan Rata-Rata, nilai prediksi mengikuti pola nilai aktual dengan baik, meskipun ada beberapa deviasi. Pada Temperatur Maximum, terdapat anomali signifikan yang tidak dapat diprediksi oleh model, namun di luar itu, pola prediksi cukup sesuai dengan data aktual. Kelembapan Rata-Rata juga menunjukkan kecocokan yang baik antara prediksi dan data aktual.

Untuk Curah Hujan, model kesulitan dalam memprediksi nilai yang tepat, sering kali meremehkan atau mengabaikan puncak curah hujan yang tinggi. Pada indikator Lamanya Penyinaran Matahari, prediksi mengikuti pola nilai aktual dengan cukup baik meskipun terdapat beberapa deviasi. Secara keseluruhan, model LSTM memiliki performa yang baik dalam memprediksi tren umum dan fluktuasi cuaca, namun perlu perbaikan untuk menangani anomali ekstrem dan kejadian cuaca yang lebih kompleks.

Tabel I. Nilai MAE dan Threshold

Pengukuran	Tn	Tx	Tavg	RH_avg	RR	ss
MAE	0.544347	1.721648	0.476478	3.054631	793.248	1.405729
Threshold	0.8	29.59	0.81	3.8	888.8	1.18

Tabel I menunjukkan nilai Mean Absolute Error (MAE) dan nilai ambang (threshold) untuk enam indikator: Tn, Tx, Tavg, RH\_avg, RR, dan ss. MAE adalah ukuran rata-rata kesalahan absolut antara nilai aktual dan prediksi. Jika nilai MAE di bawah threshold, maka model prediksi dianggap cukup akurat untuk indikator tersebut. Misalnya, nilai MAE untuk

Tn adalah 0,544347, yang berada di bawah threshold 0.8, menunjukkan bahwa prediksi untuk Tn cukup akurat. Sebaliknya, jika nilai MAE melebihi threshold, seperti yang terlihat pada ss dengan MAE sebesar 1.405729 jauh di atas threshold 1.18, ini menunjukkan bahwa model prediksi tidak terlalu akurat untuk indikator tersebut.

Tabel II. Hasil Sampel Data Prediksi

No	Tn Asli	Tn Prediksi	Tx Asli	Tx Prediksi	Tavg Asli	Tavg Prediksi	RH_avg Asli	RH_avg Prediksi	RR Asli	RR Prediksi	ss Asli	ss Prediksi
1	23	23.63061	31.7	30.023767	27.3	27.184668	71	73.95211	0	22.196051	9.3	8.288157
2	23.5	23.600964	30.1	30.310616	27.3	27.335861	78	72.376884	0	19.21158	10	9.582406
3	23.8	24.018459	30.3	30.417519	27.7	27.372589	79	75.241531	0	21.807219	7.9	8.424162
4	24.8	24.407703	31.8	30.605652	27.6	27.619173	80	76.339668	0	28.296589	9	8.42591
5	25	24.547798	30.4	30.632521	27.3	27.689386	75	76.864067	1.133333	32.230633	6.6	8.347134

Pada tabel II, terdapat lima sampel yang membandingkan data aktual dan prediksi untuk enam indikator yang sama. Misalnya, pada sampel pertama, nilai aktual Tn adalah 23.00 dan prediksinya 23.630610, menunjukkan perbedaan kecil yang mengindikasikan prediksi yang cukup baik. Namun, pada indikator RR, nilai aktual pada banyak sampel adalah 0.000000 sementara prediksinya berkisar di angka yang lebih tinggi, seperti 22.196051 pada sampel pertama, menunjukkan bahwa prediksi untuk indikator ini kurang akurat. Perbedaan antara nilai aktual dan prediksi untuk indikator lain seperti Tx, Tavg, RH\_avg, dan ss juga bervariasi, namun sebagian besar menunjukkan prediksi yang mendekati nilai aktual, kecuali beberapa kasus seperti RR yang menunjukkan deviasi lebih besar.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mencapai tujuan untuk memprediksi kondisi cuaca di Kabupaten Banyuwangi menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM). Dengan menggunakan data cuaca harian selama periode 2019-2024, model LSTM yang dikembangkan menunjukkan kemampuan yang baik dalam memprediksi sebagian besar indikator cuaca utama seperti temperatur minimum, temperatur rata-rata, dan kelembapan rata-rata. Namun, prediksi untuk curah hujan masih memerlukan perbaikan lebih lanjut. Kontribusi utama penelitian ini adalah demonstrasi bahwa metode LSTM dapat diterapkan secara efektif dalam memprediksi data cuaca time series, yang memberikan kemajuan dalam akurasi prediksi cuaca di wilayah yang rentan terhadap perubahan iklim seperti Indonesia. Hasil ini penting untuk mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian, transportasi, dan industri lokal, serta dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian lebih lanjut dalam domain ini.

## DAFTAR PUSTAKA :

Akbar, R., Santoso, R., & Warsito, B. (2022). *PREDIKSI TINGKAT TEMPERATUR KOTA SEMARANG MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)*. 11(4).

- Fariqul Firdaus, R., & Papatungan, I. V. (2022). Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Metode Long Short Term Memory. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 453–460. <https://doi.org/10.54082/jupin.99>
- Freecenta, H., Puspaningrum, E. Y., & Maulana, H. (2022). *PREDIKSI CURAH HUJAN DI KAB.MALANG MENGGUNAKAN LSTM (Long Short Term Memory)*. 3(1).
- Saputra, B. D., Hiryanto, L., & Handhayani, T. (n.d.). *PREDIKSI CURAH HUJAN DI KABUPATEN BADUNG, BALI MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT-TERM MEMORY*
- Sutanto, T. 2021. Pengenalan Long Short-Term Memory (LSTM). Diakses pada 10 Februari 2022, dari <https://tau-data.id/lstm/>.
- Sahishanu. 2021. LSTM – Derivation of Back propagation through time. Diakses pada 5 Januari 2021, dari <https://www.geeksforgeeks.org/lstm-derivation-of-backpropagation-through-time/>
- Hardesty, L. 2017. Explained: Neural Networks Ballyhooed Artificial-Intelligence Technique Known as “Deep Learning” Revives 70-Year-Old Idea. Diakses pada 21 Januari 2022, dari <https://news.mit.edu/2017/explained-neural-networks-deeplearning-0414>
- Soekendro, C. A. (2021). Prediksi Curah Hujan di Kab. Bandung Dengan Analisis Time Series, Menggunakan Model SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average). 8(2), 2865– 2875.