

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan rangkuman hasil penelitian yang membahas penerapan model BiLSTM-Attention-MFO dalam melakukan prediksi kadar PM₁₀, serta beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian lanjutan. Kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dengan tujuan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Sementara itu, bagian saran berisi rekomendasi pengembangan yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas penelitian serupa di masa yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan model prediksi konsentrasi PM₁₀ menggunakan pendekatan BiLSTM-Attention dengan optimasi Moth Flame Optimization (MFO). Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM) yang dilengkapi dengan mekanisme Attention terbukti mampu memprediksi konsentrasi PM₁₀ dengan tingkat akurasi yang baik. Mekanisme Attention membantu model memberikan bobot lebih besar pada data historis yang relevan, sehingga model dapat menangkap pola temporal secara lebih efektif. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model BiLSTM-Attention menghasilkan nilai MAE = 2.2999, RMSE = 3.1731, MAPE = 5.0359%, dan $R^2 = 0.9223$, yang menandakan kemampuan prediksi yang tinggi terhadap data aktual PM₁₀.
2. Algoritma Moth Flame Optimization (MFO) berperan penting dalam menemukan konfigurasi hiperparameter terbaik pada model BiLSTM-Attention. Penerapan MFO mampu meningkatkan efisiensi pelatihan model tanpa overfitting, yang dibuktikan dengan peningkatan kinerja secara signifikan dibandingkan model tanpa optimasi.
3. Integrasi BiLSTM-Attention dengan algoritma MFO menghasilkan model dengan performa terbaik dibandingkan dengan model BiLSTM-Attention tanpa optimasi. Model hasil optimasi, yaitu BiLSTM-Attention-MFO, menunjukkan peningkatan

akurasi dengan nilai $MAE = 2.2788$, $RMSE = 2.9774$, $MAPE = 5.0100\%$, dan $R^2 = 0.9316$. Hasil ini membuktikan bahwa penerapan algoritma MFO secara efektif meningkatkan kemampuan model dalam memprediksi konsentrasi PM_{10} secara lebih akurat, stabil, dan andal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset real-life yang lebih terbaru dan mencerminkan kondisi kualitas udara saat ini, khususnya yang diperoleh secara langsung dari instansi resmi seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Dataset terbaru yang mencakup tahun-tahun terakhir akan memberikan gambaran yang lebih akurat terhadap tren pencemaran udara yang terus berubah akibat faktor-faktor lingkungan, urbanisasi, serta peningkatan aktivitas transportasi dan industri.
2. Model BiLSTM-Attention-MFO yang telah dikembangkan dapat diimplementasikan ke dalam sistem prediksi real-time berbasis web atau aplikasi mobile. Sistem ini dapat menampilkan hasil prediksi PM_{10} terkini, visualisasi tren harian, serta peringatan dini terhadap peningkatan polusi udara. Implementasi ini diharapkan mampu membantu masyarakat, lembaga pemerintah, maupun pengambil kebijakan dalam melakukan pemantauan dan mitigasi pencemaran udara secara cepat dan adaptif.