

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Implementasi Model Bi-LSTM

Model Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) berhasil diimplementasikan untuk memprediksi kondisi cuaca berbasis data historis. Proses preprocessing meliputi pemilihan fitur, encoding data kategori, normalisasi dengan MinMaxScaler, serta pembagian data menjadi training dan testing mempersiapkan dataset dengan optimal agar model dapat mengenali pola cuaca dari variabel seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, curah hujan, dan kualitas udara.

2. Hasil Evaluasi pada Data Training dan Testing

Data training pada model memperoleh akurasi sebesar 81.27% sebelum tuning dan meningkat menjadi 82.56% setelah hyperparameter tuning. Nilai F1 Score, Precision, dan Recall pada data training juga mengalami peningkatan, dengan nilai F1 Score yang semula 0.7914 menjadi 0.8080, Precision dari 0.8126 menjadi 0.8242, dan Recall dari 0.8127 menjadi 0.8256.

Data testing pada akurasi awal model mencapai 77.51% dan naik tipis menjadi 77.99% setelah tuning. Selain itu, nilai evaluasi lainnya juga menunjukkan peningkatan, yakni F1 Score meningkat dari 0.7504 menjadi 0.7647, Precision dari 0.7859 menjadi 0.7867, dan Recall dari 0.7751 menjadi 0.7799.

Hasil ini menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola dari data historis dengan baik, meskipun perbedaan antara data training dan testing cukup kecil sehingga mengindikasikan potensi sedikit overfitting yang masih dapat dioptimalkan lebih lanjut.

3. Analisis Kinerja Klasifikasi

Evaluasi melalui confusion matrix dan classification report mengungkapkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan kategori cuaca yang umum, seperti Clear, Partly Cloudy, dan

Mist. Namun, model mengalami kesulitan dalam mengenali kelas yang jarang muncul, misalnya pada kategori Cloudy, Patchy Light Rain with Thunder, dan Torrential Rain Shower. Ketidakseimbangan jumlah data antar kelas berperan dalam perbedaan performa ini.

4. Optimasi Melalui Hyperparameter Tuning

Penerapan hyperparameter tuning—yang meliputi penyesuaian jumlah unit LSTM, dropout rate, learning rate, batch size, dan jumlah epoch—berkontribusi terhadap peningkatan performa model. Meskipun peningkatan akurasi pada data testing tidak terlalu besar, perbaikan pada metrik F1 Score, Precision, dan Recall menunjukkan bahwa model menjadi lebih stabil dan presisi dalam mengklasifikasikan kondisi cuaca.

5.2 Saran

Diharapkan dengan adanya pengembangan lebih lanjut, model prediksi cuaca berbasis Bi-LSTM dapat semakin akurat dan bermanfaat untuk berbagai kebutuhan prakiraan cuaca. Adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Peningkatan Kualitas Data

Untuk meningkatkan akurasi model, penelitian selanjutnya dapat menggunakan dataset dengan cakupan yang lebih luas dan resolusi temporal yang lebih tinggi, seperti data cuaca per jam daripada per hari.

2. Penambahan Variabel Eksternal

Model dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel eksternal seperti topografi wilayah, tingkat polusi, atau kondisi atmosfer lainnya yang dapat memengaruhi prediksi cuaca.

3. Penggunaan Teknik Optimasi yang Lebih Lanjut

Penggunaan teknik optimasi seperti Grid Search atau Bayesian Optimization dapat dilakukan untuk meningkatkan performa model dengan menemukan kombinasi hyperparameter yang optimal.

4. Eksplorasi Arsitektur Model yang Berbeda

Kombinasi Bi-LSTM dengan arsitektur lain seperti Convolutional Neural Network (CNN) atau mekanisme Attention dapat diuji untuk meningkatkan akurasi prediksi.

5. Implementasi pada Sistem Real-Time

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model ini menjadi sistem prediksi cuaca berbasis real-time yang dapat diintegrasikan dengan API cuaca untuk prediksi yang lebih dinamis dan akurat.

6. Pengelolaan dan Pemrosesan Data yang Lebih Efisien

Penggunaan teknik preprocessing yang lebih canggih, seperti deteksi dan penanganan outlier secara otomatis, dapat membantu meningkatkan kualitas data yang digunakan dalam pelatihan model.

7. Evaluasi dengan Dataset yang Berbeda

Untuk memastikan generalisasi model, uji coba dapat dilakukan dengan dataset dari wilayah lain atau menggunakan data cuaca dengan skenario ekstrem seperti badai dan gelombang panas.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut berdasarkan saran di atas, diharapkan model Bi-LSTM dapat semakin dioptimalkan untuk keperluan prediksi cuaca yang lebih akurat dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang yang membutuhkan prakiraan cuaca yang presisi.