

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah mengimplementasikan dan mengembangkan model CNN-LSTM yang dilakukan dengan cara mengeksplorasi berbagai parameter untuk menemukan konfigurasi yang optimal. Arsitektur dari model ini menggabungkan lapisan *Convolutional Neural Network* 1 Dimensi dan *Long Short-Term Memory*, dengan dukungan algoritma optimasi Adam. Eksplorasi melibatkan perbandingan antara parameter dasar dan parameter yang telah di tuning. Proses tuning *hyperparameter* dilakukan dengan memodifikasi beberapa aspek seperti ukuran window (*window size*), ukuran *batch* (*batch size*), jumlah filter konvolusi pada lapisan CNN, dan jumlah unit *hidden layer* pada lapisan tersembunyi LSTM.

Peneliti melakukan evaluasi kinerja model CNN-LSTM berdasarkan metrik *Root Mean Squared Error* (RMSE). Evaluasi yang dilakukan setelah pengujian terhadap parameter dasar menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,069528 dengan waktu komputasi selama 17,4465 detik. Sedangkan, pengujian terhadap parameter tuning, nilai RMSE menurun menjadi 0,059238 dengan waktu komputasi 21,5352 detik. Penurunan sebesar 0,01029 pada nilai RMSE menunjukkan bahwa parameter tuning berhasil meningkatkan akurasi model. Evaluasi kinerja model CNN-LSTM menunjukkan kinerja yang bervariasi antar stasiun. Stasiun dengan nilai RMSE terendah ada pada stasiun DK14 Lubang Buaya (0.059238), yang menunjukkan bahwa prediksi model paling akurat di lokasi ini. Sebaliknya, stasiun DK11 Bundaran HI mencatat RMSE tertinggi (0.109241), yang menunjukkan prediksi di lokasi tersebut kurang akurat dibandingkan stasiun lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja model dapat berbeda tergantung pada kompleksitas dan jumlah data deret waktu pelatihan pada di tiap stasiun. Walaupun terdapat variasi kesalahan prediksi di beberapa stasiun, berdasarkan rentang data, model secara keseluruhan masih menunjukkan kemampuan yang baik dalam memprakirakan konsentrasi polutan parameter kualitas udara di lokasi yang berbeda. Sementara itu, evaluasi kinerja model pada masing-masing parameter polutan menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam memprediksi konsentrasi SO₂ dan O₃ karena memiliki nilai RMSE terendah, masing-masing sebesar 1.733 dan 3.182.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan *dataset* yang lebih besar dengan urutan waktu yang lebih lengkap. Dapat juga menggunakan data yang lebih beragam seperti data berbagai musim, kondisi cuaca, dan lokasi yang berbeda untuk mengetahui kemampuan model dalam menangkap pola yang lebih kompleks dan meningkatkan akurasi prediksi kualitas udara.
2. Penelitian selanjutnya, proses *hyperparameter tuning* dapat dilakukan secara lebih mendalam dengan menggunakan teknik optimalisasi yang lebih canggih untuk mengetahui pengaruhnya terhadap akurasi prakiraan.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan eksplorasi arsitektur model yang lebih kompleks dengan kombinasi arsitektur model peramalan lain seperti *Gated Recurrent Unit* (GRU), GRU-LSTM, BiLSTM-CNN (*Bidirectional LSTM - CNN*) dan model *hybrid* lainnya.
4. Penelitian selanjutnya juga dapat fokus pada prediksi kualitas udara jangka panjang dengan menggunakan data yang lebih panjang.