

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya serta analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai .

1. Metode *Statistical Learning* seperti ARIMAX, serta *Deep Learning* seperti MLP, CNN dan GRU telah berhasil diimplementasikan untuk melakukan pemodelan dan prediksi data runtun waktu berdasarkan data cuaca harian di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2020–2024. Keempat metode mampu memproses data yang terdiri dari beberapa variabel seperti suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, titik embun, kelembaban, dan arah angin, dengan pendekatan yang berbeda-beda, yaitu ARIMAX memanfaatkan pola linear dan variabel eksogen, sedangkan MLP, CNN, dan GRU mengandalkan pemrosesan nonlinear berbasis *deep learning*.
2. Berdasarkan hasil evaluasi performa model menggunakan metrik MSE, RMSE, MAE, dan MAPE, diperoleh bahwa MLP_RMSProp_ReLU_D1 menghasilkan performa prediksi yang paling akurat dalam memodelkan suhu harian. ARIMAX, CNN, dan GRU menunjukkan hasil yang cukup memuaskan, namun masih memiliki tingkat *error* yang lebih tinggi dan ketidakstabilan dalam pola prediksi. Keunggulan MLP dibandingkan ARIMAX, CNN, dan GRU dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, kemampuan MLP dalam menangkap hubungan nonlinear yang kompleks antar fitur cuaca pada hari yang sama, di mana ARIMAX yang bersifat linear tidak mampu melakukannya secara efektif. Kedua, jumlah data yang terbatas membuat model MLP yang lebih sederhana menjadi lebih stabil dibandingkan model sekuensial yang lebih kompleks

seperti CNN dan GRU.

3. Berdasarkan hasil prediksi, MLP direkomendasikan sebagai model terbaik untuk meramalkan suhu harian di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Model ini tidak hanya menunjukkan performa yang baik pada data latih dan uji, tetapi juga mampu memprediksi data *out-sample* secara stabil dan akurat. Pengujian prediksi satu bulan ke depan, yaitu Agustus 2024, menunjukkan bahwa model MLP_RMSProp_ReLU_D1 menghasilkan rentang suhu harian yang berada dalam batas wajar berdasarkan pola historis, dan mencerminkan bahwa MLP mampu mengikuti dinamika tren musiman suhu di wilayah Yogyakarta. Oleh karena itu, model ini berpotensi besar untuk digunakan sebagai sistem pendukung keputusan di sektor-sektor penting seperti pertanian, transportasi, dan mitigasi bencana.

5.2. Saran

Meskipun telah menunjukkan hasil yang cukup baik, terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, berikut beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

1. Menambah jumlah data historis dan memperpanjang rentang waktu pengamatan dapat meningkatkan performa model *deep learning* kompleks seperti CNN dan GRU. Kedua model ini umumnya membutuhkan data dalam jumlah besar untuk dapat mengenali pola non-linier secara optimal, sehingga dataset yang lebih panjang dan kaya variasi akan memperbaiki akurasi prediksi.
2. Eksplorasi terhadap teknik *tuning hyperparameter* dan arsitektur model *deep learning* seperti jumlah lapisan, fungsi aktivasi, *dropout*, dan *learning rate* sangat disarankan agar CNN dan GRU mampu menunjukkan potensi maksimalnya.
3. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan penggunaan metode *hybrid*,

seperti kombinasi ARIMAX dan GRU, untuk menangkap keunggulan pola linear dan nonlinear secara bersamaan. Pendekatan *hybrid* ini berpotensi meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan metode tunggal.