

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan model *Hybrid* ARIMA-GRU untuk prediksi penjualan sepeda listrik, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil Exploratory Data Analysis (EDA), penjualan sepeda listrik Antelope pada PT. X selama periode 2021–2024 menunjukkan tren meningkat dengan rata-rata kenaikan sebesar 6,16% per bulan disertai fluktuasi harian yang cukup tinggi. Hasil dekomposisi data memperlihatkan adanya komponen tren, musiman mingguan, dan komponen residual. Setelah dilakukan pemodelan ARIMA, residual yang dihasilkan telah memenuhi karakteristik yang diperlukan untuk tahap pemodelan berikutnya, yaitu tidak menunjukkan autokorelasi yang signifikan dan memiliki *conditional heteroscedasticity* yang mengindikasikan adanya pola nonlinier sehingga layak digunakan sebagai masukan bagi model GRU.
2. Penerapan model ARIMA, dan hybrid ARIMA-GRU dengan optimasi Optuna menunjukkan bahwa proses optimasi hiperparameter mampu meningkatkan performa model, terutama pada arsitektur hybrid. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan RMSE, MAE, dan MAPE, model *Hybrid* ARIMA-GRU Optuna menjadi model terbaik dengan RMSE sebesar 1,7398, MAE sebesar 1,4321, dan MAPE sebesar 4,6585%, sehingga mampu memberikan akurasi prediksi yang lebih tinggi dibandingkan model ARIMA maupun model tanpa optimasi.
3. Perancangan dan penerapan *User Interface* (UI) berbasis Streamlit berhasil menyediakan antarmuka yang memudahkan pengguna dalam melakukan proses analisis, *preprocessing*, evaluasi model, serta prediksi penjualan secara interaktif. Melalui fitur unggah dataset, visualisasi hasil analisis, perbandingan performa model, dan prediksi tujuh hari ke depan menggunakan pendekatan *one-step recursive forecasting*, aplikasi ini dapat

membantu pengguna dalam memahami serta memanfaatkan hasil peramalan sebagai pendukung pengambilan keputusan terkait perencanaan penjualan dan pengelolaan persediaan.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan variabel eksternal seperti promosi, hari libur nasional, kondisi ekonomi, maupun faktor musiman lainnya agar model dapat menangkap pengaruh faktor-faktor di luar pola historis penjualan.
2. Menggunakan data historis dengan periode yang lebih panjang sehingga model dapat mempelajari pola tren dan musiman jangka panjang secara lebih baik.
3. Membandingkan performa model *Hybrid* ARIMA-GRU dengan metode *hybrid* lainnya seperti ARIMA-LSTM, ARIMA-BiLSTM, atau Transformer-based Time Series *Forecasting* untuk mengetahui model yang memberikan akurasi terbaik.
4. Mengembangkan sistem prediksi dalam bentuk aplikasi berbasis web atau dashboard interaktif sehingga hasil peramalan dapat digunakan secara langsung oleh pihak perusahaan dalam mendukung pengambilan keputusan.
5. Menggunakan metode optimasi *hyperparameter* lainnya, seperti Bayesian Optimization atau Genetic Algorithm, untuk memperoleh konfigurasi model yang lebih optimal dan meningkatkan performa prediksi.