

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, eksperimen, dan pembahasan pada Bab 4, diperoleh kesimpulan yang secara langsung menjawab rumusan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian ini berhasil membangun model prediksi ISPU Kota Jakarta menggunakan arsitektur *Stacking Ensemble* yang mengombinasikan *Random Forest* dan *XGBoost* sebagai *base learner* serta *Ridge Regression* sebagai *meta learner*. Model yang dibangun mampu mengintegrasikan hasil prediksi dari kedua *base learner* melalui proses pembelajaran pada *meta learner* sehingga menghasilkan satu nilai prediksi akhir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan *Stacking Ensemble* dapat digunakan untuk memprediksi nilai ISPU Kota Jakarta berdasarkan pola historis kualitas udara yang tersedia. Dengan demikian, arsitektur yang diusulkan berhasil diterapkan sebagai model prediksi ISPU dan menjadi dasar dalam proses optimasi serta implementasi sistem *forecasting* pada penelitian ini.
2. Penerapan optimasi *hyperparameter* menggunakan *Bayesian Optimization* dan *Genetic Algorithm* berhasil meningkatkan performa model *Stacking* dibandingkan model *Baseline*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa skenario lag, model *Stacking Baseline Lag 4* menghasilkan nilai *RMSE* sebesar 17,7586. Setelah dilakukan optimasi, nilai *RMSE* berhasil diturunkan menjadi 16,7993 pada model *Stacking Bayesian Optimization Lag 3* dan 16,7869 pada model *Stacking Genetic Algorithm Lag 7*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses optimasi mampu meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan penggunaan parameter *default*. Dari seluruh model yang diuji, *Stacking Genetic Algorithm Lag 7* memberikan performa terbaik dengan nilai *RMSE* terendah sebesar 16,7869 dan nilai R^2 sebesar 0,3362, sehingga dipilih sebagai model terbaik pada penelitian ini.

3. Model *Stacking Ensemble* terbaik yang diperoleh dari proses optimasi menggunakan *Genetic Algorithm* berhasil diimplementasikan ke dalam sistem prediksi berbasis *dashboard* menggunakan *Streamlit*. Sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan proses prediksi, visualisasi data historis, hasil *forecasting*, serta penyajian informasi kualitas udara dalam satu platform yang terpusat. Implementasi tersebut menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak hanya memiliki performa prediksi yang baik, tetapi juga dapat diterapkan dalam bentuk aplikasi yang memudahkan pengguna dalam mengakses dan memahami informasi *forecasting* ISPU Kota Jakarta secara lebih efektif dan informatif.

5.2. Saran Pengembangan

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

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel eksternal seperti suhu, kelembapan, curah hujan, kecepatan angin, maupun aktivitas manusia untuk melihat pengaruh faktor nonpolutan terhadap perubahan nilai ISPU. Penambahan variabel tersebut dapat digunakan untuk memperluas informasi yang digunakan model dalam proses prediksi kualitas udara.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi kombinasi *base learner* dan *meta learner* lain pada arsitektur *Stacking* untuk membandingkan performa model prediksi. Selain itu, proses optimasi *hyperparameter* juga dapat dikembangkan untuk memperoleh konfigurasi model yang lebih sesuai dengan karakteristik data yang digunakan. Pengembangan tersebut dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh variasi arsitektur model terhadap hasil prediksi yang dihasilkan.
3. Melakukan validasi model pada cakupan data yang lebih luas, seperti periode waktu yang berbeda atau lokasi pengamatan lain di luar data pelatihan, sehingga model yang dihasilkan tidak hanya akurat pada data penelitian, tetapi juga memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Pengujian pada data yang

lebih beragam juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kestabilan performa model pada kondisi yang berbeda.