

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan ringkasan yang merangkum hasil akhir dari penelitian mengenai penerapan algoritma *stacking ensemble* (CatBoost, XGBoost, dan LightGBM) dalam memprediksi Indeks Ekonomi Hijau di Provinsi Jawa Timur . Penyusunan isi bab ini mengikuti struktur dan alur penelitian yang telah diuraikan pada Bab 3, serta bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Selain itu, bab ini juga memuat saran dan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai dasar untuk meningkatkan kualitas dan arah pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

1. Penerapan algoritma *stacking ensemble* dalam memprediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur telah berhasil dilakukan dengan menggunakan indikator dari dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Model *stacking* dirancang dengan menggabungkan tiga algoritma dasar XGBoost, LightGBM, dan CatBoost yang kemudian dikombinasikan dalam satu meta-model. Hasilnya menunjukkan bahwa *stacking ensemble* mampu menghasilkan prediksi yang lebih stabil, akurat, dan konsisten, dengan distribusi residual yang paling rapat dan mendekati garis nol dibandingkan model-model dasarnya.
2. Penerapan model *stacking* terbukti memberikan pengaruh positif terhadap akurasi prediksi indeks ekonomi hijau. Hal ini didukung oleh hasil evaluasi metrik di mana model *stacking* memiliki nilai RMSE terendah (0.0302), MAE terendah (0.0220), dan R^2 tertinggi (0.9767) dibandingkan model tunggal lainnya. Selain itu, hasil uji statistik *paired t-test* menunjukkan bahwa peningkatan performa model *stacking* signifikan secara statistik terhadap semua model dasar, dengan $p\text{-value} < 0.05$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *stacking ensemble* secara meyakinkan mampu meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan algoritma tunggal seperti XGBoost, LightGBM, dan CatBoost.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah agar cakupan wilayah diperluas tidak hanya terbatas pada Provinsi Jawa Timur, tetapi juga mencakup provinsi-provinsi lain di Indonesia. Hal ini penting untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai prediksi indeks ekonomi hijau secara nasional serta mengidentifikasi pola regional yang mungkin berbeda. Selain itu, dapat dipertimbangkan untuk menguji kombinasi model dasar yang berbeda atau menambahkan lapisan *stacking* lanjutan guna mengevaluasi potensi peningkatan performa lebih lanjut. Pendekatan *ensemble* lanjutan seperti *blending*, *hybrid boosting*, atau *meta-learning* dengan *neural network* sebagai *meta-model* juga layak dieksplorasi guna meningkatkan akurasi dan stabilitas prediksi dalam konteks pengukuran indeks ekonomi hijau yang kompleks.