

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan judul "Implementasi LSTM untuk Prediksi Konsumsi Kalori Harian Berdasarkan Data Neraca Bahan Makanan Kementerian Pertanian" dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Judul penelitian menggunakan LSTM, namun hasil penelitian menemukan bahwa model LSTM murni menghasilkan MAPE 31,85% jauh di atas standar industri 10% karena lemah menangani data komoditas pangan yang heterogen dan fluktuatif. Sebaliknya, model *ensemble* (kombinasi LSTM, *XGBoost*, dan *HuberRegressor*) memberikan performa jauh lebih baik untuk mengatasi kelemahan LSTM tersebut. *LSTM Enhanced Ensemble* dengan strategi *conditional ensemble (threshold 5.000 ton)* berhasil memprediksi konsumsi kalori per kapita per hari dari 112 komoditas pangan Indonesia periode 1993–2024 dengan performa superior: MAE 773,21 ton, RMSE 1.815,99 ton, MAPE 3,72%, dan R^2 0,9898. Model melampaui target penelitian ($<10\%$ MAPE) dengan margin 62,8% dan menjelaskan 98,98% variasi konsumsi kalori, membuktikan efektivitas kombinasi *sequence modeling* LSTM (bobot 90%) dengan *tree-based XGBoost* (5%) dan *robust HuberRegressor* (5%) yang dioptimasi menggunakan *Differential Evolution* pada *dataset 47.087 samples*.
2. Integrasi model terbaik ke dalam sistem informasi berbasis web SIKOLBIA menggunakan arsitektur *microservices* (Laravel 11 untuk *web interface* + FastAPI untuk *model serving*) dengan Docker *containerization* berhasil menyediakan layanan prediksi yang valid dan *reliable* dengan konsistensi 100% antara hasil *training* dan produksi, dilengkapi fitur *automated model retraining*, *version management*, dan *continuous learning* yang memastikan model tetap akurat

seiring bertambahnya data baru. Validasi menunjukkan prediksi Beras Januari-Maret 2025 (10.809,66-12.977,94 kalori/kapita/hari) dan Minyak Goreng Sawit (3.111,49-3.494,63 kalori/kapita/hari) dengan *confidence interval* $\pm 10-11\%$ mendukung perencanaan ketahanan pangan nasional.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dengan judul "Implementasi LSTM untuk Prediksi Konsumsi Kalori Harian Berdasarkan Data Neraca Bahan Makanan Kementerian Pertanian" dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Penggunaan ambang batas (*threshold*) konsumsi 5.000 ton untuk pemilihan model otomatis dalam sistem prediksi: data di bawah *threshold* menggunakan *XGBoost*, data di atas atau sama dengan *threshold* menggunakan *weighted ensemble LSTM dominant*. *Threshold* ini dipilih melalui eksperimen lima kandidat (500, 1.000, 2.000, 3.000, 5.000) dan menghasilkan MAPE validasi terendah. Peneliti lain yang mengadaptasi metodologi ini disarankan memvalidasi ulang *threshold* pada *dataset* spesifik domain mereka karena nilai optimal dapat bervariasi sesuai distribusi konsumsi.
2. Pengembangan model prediksi regional (level provinsi/kabupaten) dengan integrasi data iklim lokal, produktivitas pertanian wilayah, dan demografi spesifik untuk mendukung kebijakan distribusi pangan yang lebih *targeted* dan mengatasi keterbatasan model saat ini yang hanya memprediksi pada level nasional agregat, mengingat pola konsumsi antar wilayah di Indonesia memiliki karakteristik heterogen yang signifikan akibat perbedaan geografis, budaya, dan aksesibilitas pangan.