

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu, interpretasi mendalam terhadap temuan utama, serta pembahasan implikasi praktis, keterbatasan studi, dan saran untuk penelitian lanjutan.

5.1 Kesimpulan

Penerapan algoritma genetika terbukti sangat efektif dalam mengotomatisasi penentuan arsitektur jaringan tanpa bergantung pada metode uji coba manual (*trial-and-error*). Berdasarkan proses evolusi sepanjang 24 generasi, algoritma secara adaptif menyimpulkan bahwa penguatan pada ekstraksi fitur hierarkis yang dalam memegang peran kunci untuk membaca volatilitas aset kripto. Arsitektur optimal yang berhasil mengalahkan konvergensi lokal terbentuk dari kombinasi 3 *layer* konvolusi spasial (Conv1D dengan filter 52, 89, 71) dan 1 *layer* pemrosesan temporal (LSTM dengan 234 neuron).

CNN-LSTM yang dioptimasi dengan GA menghasilkan peningkatan performa peramalan yang sangat signifikan dibandingkan dengan model *baseline* LSTM tunggal. Model usulan berhasil menekan tingkat MAPE dari 27,97% menjadi 8,02%. Capaian di bawah ambang batas 10% ini membuktikan secara empiris bahwa sistem prediktif yang dibangun masuk ke dalam kategori peramalan tingkat *Highly Accurate* dalam memetakan arah pergerakan tren harga BNB secara harian.

Evaluasi metrik kuadrat mengungkapkan karakteristik operasional sistem, di mana model GA-CNN-LSTM mencatatkan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 41,46, sedikit lebih tinggi dibandingkan model *baseline* (34,44). Hal ini menegaskan adanya *trade-off* model yang sangat adaptif dan tajam dalam membaca tren fluktuasi mayoritas menjadi lebih sensitif ketika merespons anomali harga yang sangat ekstrem (*outlier*). Temuan ini memberikan justifikasi bahwa sistem lebih ideal diposisikan sebagai instrumen navigasi pembacaan arah tren (*trend-following*) daripada pendeteksi puncak volatilitas instan.

Sebagai bentuk hilirisasi riset agar fungsi prediksi tidak hanya bersifat

teoretis, model GA-CNN-LSTM dengan bobot pelatihan terbaik telah berhasil diimplementasikan (*deployment*) ke dalam wujud aplikasi perangkat lunak berbasis antarmuka web. Sistem peramalan harga Binance Coin ini beroperasi secara *real-time* dan dapat diakses untuk pengujian publik maupun analisis praktis melalui tautan berikut: pred.hyamu.my.id.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kualitas prediksi maupun fungsionalitas sistem terdapat beberapa poin yang dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya:

1. Pengembangan Fitur Multivariat dan Sentimen Analisis

Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk mengintegrasikan fitur tambahan seperti volume perdagangan, indikator teknikal (RSI, MACD, *Bollinger Bands*), serta analisis sentimen dari media sosial atau berita global. Penambahan variabel pendukung ini diharapkan dapat membantu model dalam memahami konteks fundamental pasar dan menekan nilai RMSE pada saat terjadi volatilitas ekstrem.

2. Eksplorasi Algoritma Optimasi Meta-heuristik Lainnya

Penelitian selanjutnya dapat mencoba algoritma optimasi lain yang mungkin lebih efisien dalam konvergensi, seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Whale Optimization Algorithm* (WOA), atau *Bayesian Optimization*.

3. Penambahan Mekanisme Penanganan Anomali (*Outlier*)

Mengingat nilai RMSE yang masih cukup tinggi akibat fluktuasi harga yang tidak terduga, disarankan untuk menambahkan lapisan pra-pemrosesan data yang lebih canggih untuk mendeteksi dan menangani *outlier* atau menggunakan *loss function* yang lebih kokoh terhadap anomali, seperti *Huber Loss* atau *Log-Cosh Loss*, untuk menggantikan MSE.