

BAB V **PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan teknik prediksi adaptif berbasis optimasi parameter model LSTM dengan GA untuk prediksi harga Bitcoin secara berkelanjutan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknik prediksi adaptif berbasis optimasi parameter model LSTM dengan Genetic Algorithm (GA) terbukti dapat beradaptasi terhadap volatilitas harga Bitcoin. Hal ini dilakukan melalui proses optimasi parameter secara dinamis pada setiap generasi, seperti jumlah *layer*, *neuron*, *dropout*, dan *recurrent dropout*, menggunakan metode *sliding window* yang mensimulasikan dunia nyata. Teknik ini memungkinkan model mengalami penyesuaian secara dinamis sesuai dengan tren data harga Bitcoin terbaru. LSTM-GA mampu memprediksi harga Bitcoin secara berkelanjutan dengan akurasi tinggi pada data baru meskipun terdapat lonjakan harga yang signifikan dengan tingkat eror yang rendah.
2. Teknik LSTM-GA mampu meningkatkan akurasi prediksi harga Bitcoin dibandingkan model LSTM konvensional. Hal ini dibuktikan dengan penurunan nilai evaluasi metrik seperti RMSE sebesar 73.13%, MAE sebesar 76.77%, dan MAPE sebesar 74.76% dibandingkan model baseline pada dataset yang sama. LSTM Konvensional memiliki evaluasi metrik RMSE sebesar 7815.05, MSE sebesar 6915.62, dan MAPE sebesar 11.18%. Sedangkan LSTM-GA memiliki evaluasi metrik RMSE sebesar 2106.02, dan MAE sebesar 1601.89, dan MAPE sebesar 2.83%. Hal ini berarti LSTM-GA mendapat tingkat kompetensi Sangat Baik.
3. Implementasi model LSTM-GA ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan Streamlit memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memvisualisasikan hasil prediksi, parameter model, dan data harga Bitcoin secara interaktif dan *real-time*. Web LSTM-GA mampu memprediksi harga hari esok di jam 12 Siang WIB dan dengan menggunakan teknik *recursive*

forecasting memungkinkan untuk melihat tren harga Bitcoin hingga 14 hari kedepan. Parameter populasi model yang digunakan di generasi terbaru juga dapat dilihat oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat diperbaiki atau dikembangkan lebih lanjut, antara lain:

1. Penelitian ini berfokus pada prediksi harga Bitcoin. Penggunaan teknik yang sama untuk objek lain, seperti mata uang kripto lainnya atau komoditas, dapat menjadi studi lanjutan untuk mengukur keefektifan teknik ini pada berbagai jenis data.
2. Penelitian ini membatasi pencarian parameter pada jumlah *layer*, *neuron*, *dropout*, dan *recurrent dropout*. Penelitian selanjutnya dapat memperluas ruang pencarian GA dengan menambahkan parameter lain seperti:
 - a. *Learning Rate*, untuk mengontrol kecepatan pembaruan bobot selama *training*.
 - b. *Activation Function*, eksplorasi fungsi aktivasi selain ReLU atau tanh, seperti Leaky ReLU atau ELU.
 - c. *Optimizer*, pengujian terhadap berbagai *optimizer*, seperti AdamW atau RMSprop, untuk meningkatkan efisiensi pelatihan.
 - d. *Batch Size*, variasi ukuran batch dapat dieksplorasi untuk mengukur dampaknya terhadap stabilitas *training* dan performa model.
 - e. *Epochs*, menghindari *overfitting* atau *underfitting*. Variasi jumlah *epochs* dapat dieksplorasi untuk menentukan batas optimal yang menghasilkan konvergensi tanpa pemborosan sumber daya komputasi.
3. Penerapan *Weight Time Decay* sebagai teknik regulasi tambahan yang memberikan penalti bobot berdasarkan waktu pelatihan. Hal ini dapat membantu menjaga relevansi model terhadap data terbaru dengan mengurangi dominasi pola data lama, sehingga model lebih adaptif terhadap perubahan tren.