

**PENGEMBANGAN MODEL LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BITCOIN BERKELANJUTAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

DHUTA AZIKIRRA SUBROTO

21.11.4283

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

**PENGEMBANGAN MODEL LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BITCOIN BERKELANJUTAN**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

DHUTA AZIKIRRA SUBROTO

21.11.4283

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MODEL LSTM DENGAN GENETIC ALGORITHM
UNTUK PREDIKSI HARGA CRYPTOCURRENCY BITCOIN
BERKELANJUTAN**

yang disusun dan diajukan oleh

Dhuta Azikirra Subroto

21.11.4283

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 16 Desember 2024

Dosen Pembimbing,



Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302375

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
PENGEMBANGAN MODEL LSTM DENGAN GENETIC ALGORITHM
UNTUK PREDIKSI HARGA CRYPTOCURRENCY BITCOIN
BERKELANJUTAN

yang disusun dan diajukan oleh

Dhuta Azikirra Subroto

21.11.4283

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 16 Desember 2024

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Jeki Kuswanto, M.Kom.
NIK. 190302456

Surva Tri Atmaja R, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302481

Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302375



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 16 Desember 2024

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : **Dhuta Azikirra Subroto**

NIM : **21.11.4283**

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Pengembangan Model LSTM Dengan Genetic Algorithm Untuk Prediksi Harga Cryptocurrency Bitcoin Berkelanjutan

Dosen Pembimbing : **Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom, M.Eng**

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUMPERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan **gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri**, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan **sesungguhnya**, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 16 Desember 2024

Yang Menyatakan,



Dhuta Azikirra Subroto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah Swt atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua, Bapak Ir. Totok Heru Subroto, M.Si dan Ibu Sri Wijayanti, A.Md, yang dengan cinta tanpa syarat, doa yang tiada henti, serta dukungan moral dan materi telah menjadi pilar kekuatan saya dalam menghadapi setiap tantangan.
2. Dosen pembimbing saya, Bapak Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng., yang dengan sabar memberikan arahan, masukan, dan semangat hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Adik/kakak saya, yang selalu ada untuk memberi dorongan semangat di tengah rasa lelah, serta menjadi teman berbagi dalam setiap langkah.
4. Sahabat dan teman-teman terdekat saya, yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan kebersamaan yang sangat berarti selama masa kuliah dan proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat menjadi pijakan awal untuk memberikan kontribusi yang lebih besar di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengembangan Model LSTM Dengan Genetic Algorithm Untuk Prediksi Harga Cryptocurrency Bitcoin Berkelanjutan"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Sarjana pada Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilannya tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa terima kasih, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT., yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, dan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, Bapak Ir. Totok Heru Subroto, M.Si dan Ibu Sri Wijayanti, A.Md, yang selalu memberikan doa, cinta, dukungan moral dan materi, serta semangat yang tiada henti.
3. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
5. Ibu Windha Mega Pradnya D, M.Kom selaku Ketua Program Studi S1 Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.
6. Bapak Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi.
7. Bapak Jeki Kuswanto, M.Kom., selaku Dosen Penguji I yang telah menguji dan memberikan kritik serta saran dalam penyusunan skripsi.

8. Bapak Surya Tri Atmaja Ramadhani, S.Kom.,M.Eng, selaku Dosen Penguji 2 yang telah menguji dan memberikan kritik serta saran dalam penyusunan skripsi.
9. Gabriella Alfareza Dewi Maharani, yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan moral dan materi dalam proses pembuatan skripsi.
10. Sahabat-sahabat penulis, baik dalam maupun luar kampus, yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan dalam menyelesaikan proses akademik dan skripsi ini.
11. Pihak-pihak lain yang telah membantu dalam bentuk apapun yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan karena perbatasannya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, dengan lapang hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan skripsi ini. Akhirnya dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Yogyakarta, 16 Desember 2024

Penulis

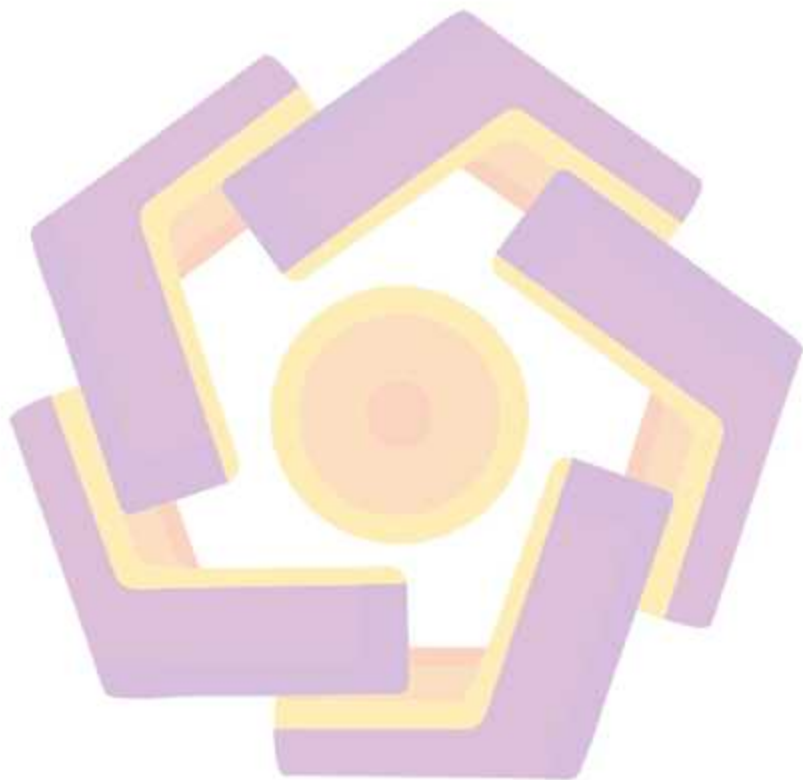
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
INTISARI	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BABI PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Mata Uang Virtual	13
2.2.2 <i>Cryptocurrency</i>	13
2.2.3 Bitcoin	13
2.2.4 <i>Machine Learning</i>	14
2.2.5 <i>Supervised Learning</i>	14
2.2.6 <i>Neural Network</i>	15
2.2.7 <i>Deep Learning</i>	16

2.2.8	<i>Recurrent Neural Network</i>	17
2.2.9	<i>Long Short-Term Memory</i>	19
2.2.9.1	<i>Forget Gate</i>	19
2.2.9.2	<i>Input Gate</i>	20
2.2.9.3	<i>Output Gate</i>	20
2.2.9.5	<i>Cell State</i>	21
2.2.9.4	<i>Input Node</i>	21
2.2.9.6	<i>Hidden State</i>	22
2.2.10	<i>Time-series</i>	22
2.2.11	<i>Time Series Forecasting</i>	23
2.2.11.1	<i>Recursive Forecasting</i>	23
2.2.12	<i>Genetic Algorithm (GA)</i>	24
2.2.12.1	<i>Optimasi</i>	24
2.2.12.2	<i>Populasi</i>	25
2.2.12.3	<i>Kromosom</i>	25
2.2.12.4	<i>Gen</i>	25
2.2.12.5	<i>Seleksi</i>	26
2.2.12.6	<i>Crossover</i>	26
2.2.12.7	<i>Mutasi</i>	27
2.2.12.8	<i>Fitness</i>	27
2.2.12.9	<i>Fungsi Fitness</i>	28
2.2.13	<i>Python</i>	28
2.2.14	<i>Tensorflow</i>	28
2.2.15	<i>Keras</i>	29
2.2.16	<i>Preprocessing</i>	29
2.2.16.1	<i>Normalisasi</i>	29
2.2.16.2	<i>Data Splitting</i>	30
2.2.17	<i>Data Sequence</i>	31
2.2.18	<i>Sliding Window</i>	31
2.2.19	<i>Metrik Evaluasi</i>	32
2.2.19.1	<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	32

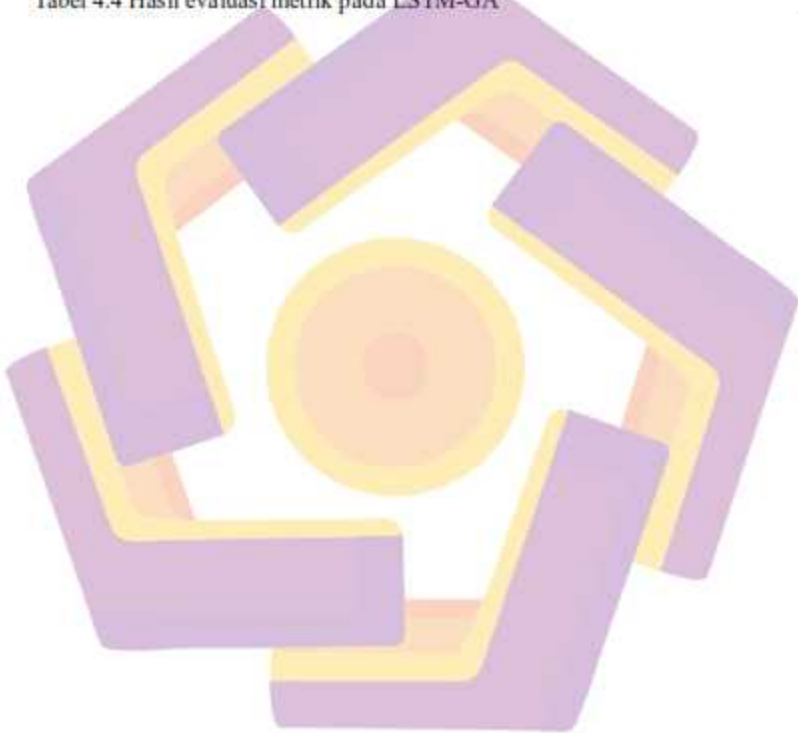
2.2.19.2 <i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>	32
2.2.19.3 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	33
2.2.19.4 <i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	34
2.2.20 <i>Deployment</i>	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Objek Penelitian	35
3.2 Alur Penelitian	35
3.2.1 Pengumpulan Data	36
3.2.2 Pre Processing	36
3.2.2.1 <i>Data Cleaning</i>	37
3.2.2.2 <i>Normalization</i>	39
3.2.2.3 <i>Data Sequencing</i>	39
3.2.2.4 <i>Data Grouping</i>	40
3.2.3 Genetic Algorithn	42
3.2.3.1 <i>Initialize Random Population</i>	43
3.2.3.2 <i>Model Building</i>	43
3.2.3.3 <i>Training</i>	43
3.2.3.4 <i>Prediction</i>	43
3.2.3.5 <i>Evaluation</i>	44
3.2.3.6 <i>Selection</i>	44
3.2.3.7 <i>Mutation</i>	44
3.2.3.8 <i>Crossover</i>	45
3.3 Alat dan Bahan	46
3.3.1 Data Penelitian	46
3.3.2 Alat/instrumen	46
3.3.2.1 Perangkat Keras	46
3.3.2.2 Perangkat Lunak	46
3.3.2.3 Framework	46
3.3.2.4 Library Python	47
3.3.3 Desain Web	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49

BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
REFERENSI	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	6
Tabel 3.1 Batasan pencarian parameter GA	42
Tabel 4.1 Hasil evaluasi metrik pada model LSTM Cahyadi dengan dataset penelitian ini	49
Tabel 4.2 Parameter model-model untuk generasi pertama GA	50
Tabel 4.3 Parameter model terbaik tiap generasi	51
Tabel 4.4 Hasil evaluasi metrik pada LSTM-GA	54




DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i>	14
Gambar 2.2 Diagram alur <i>Supervised Learning</i>	15
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Neural Network</i> Sederhana	16
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Deep Learning</i> atau <i>Deep Neural Network</i>	17
Gambar 2.5 Ilustrasi Arsitektur RNN untuk 1 <i>hidden layer</i>	18
Gambar 2.6 Ilustrasi Arsitektur RNN untuk beberapa <i>hidden layer</i>	18
Gambar 2.7 Perbedaan Unit RNN dan Unit LSTM	19
Gambar 2.8 Ilustrasi data pada peramalan rekursif	23
Gambar 2.9 Komponen utama pada GA	24
Gambar 2.10 Perbedaan gen, kromosom dan populasi	26
Gambar 2.11 Ilustrasi crossover	27
Gambar 2.12 Ilustrasi mutasi	27
Gambar 2.13 Ilustrasi penerapan <i>sliding window</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian Utama	35
Gambar 3.2 Diagram Alur proses <i>Pre Processing</i>	36
Gambar 3.3 Data sebelum dilakukan <i>cleaning</i>	37
Gambar 3.4 Data setelah dilakukan <i>cleaning</i>	38
Gambar 3.5 Sampel 5 data terakhir pada data yang sudah di <i>cleaning</i>	38
Gambar 3.6 Visualisasi grafik harga data bitcoin yang digunakan	39
Gambar 3.7 Ilustrasi dari penerapan teknik <i>sliding window</i>	40
Gambar 3.8 Diagram Alur <i>data grouping</i> menggunakan teknik <i>sliding window</i>	41
Gambar 3.9 Diagram Alur <i>Genetic Algorithm</i>	42
Gambar 3.10 Referensi desain web untuk deployment	48
Gambar 4.1 Grafik jumlah layer model terbaik tiap generasi	52
Gambar 4.2 Grafik neuron terbanyak dan neuron tersedikit model terbaik tiap generasi	53
Gambar 4.3 Grafik hasil perbandingan prediksi dan harga asli pada LSTM-GA	54
Gambar 4.4 Implementasi LSTM-GA pada web bagian prediksi dan grafik interaktif harga	55
Gambar 4.5 Implementasi LSTM-GA pada web bagian prediksi jangka panjang dan grafik prediksi seluruh model	56
Gambar 4.6 Implementasi LSTM-GA pada web bagian parameter model-model	57

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

LSTM	Long Short Term-Memory
GA	Genetic Algorithm
LSTM-GA	Long Short-Term Memory-Genetic Algorithm
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MSE	Mean Squared Error
RMSE	Root Mean Squared
MAE	Mean Absolute Error
VC	Virtual Currency
RNN	Recurrent Neural Network
CUDA	Compute Unified Device Architecture
API	Application Programming Interface
GPU	Graphic Processing Unit
%	Persen
f_t	Output dari Forget Gate
i_t	Output dari Input Gate
o_t	Output dari Output Gate
C_t	Cell state pada waktu t
C_{t-1}	Cell state dari waktu sebelumnya (t-1)
g_t	Output dari Input Node
h_t	Hidden state pada waktu t
h_{t-1}	Hidden state dari waktu sebelumnya (t-1)
W_f	Matriks bobot Forget Gate
W_i	Matriks bobot Input Gate
W_o	Matriks bobot Output Gate
W_g	Matriks bobot Input Node



x_t	Input pada waktu t
b_f	Bias untuk Forget Gate
b_i	Bias untuk Input Gate
b_o	Bias untuk Output Gate
b_g	Bias untuk Input Node
σ	Fungsi aktivasi sigmoid
\tanh	Fungsi aktivasi tangens hiperbolik
\odot	Perkalian elemen per elemen
y_i	Nilai target sebenarnya
\hat{y}_i	Nilai prediksi
n	Jumlah sampel
t	Waktu
x_i	Nilai asli
x_{\min}	Nilai terkecil
x_{\max}	Nilai terbesar
x_i^{norm}	Nilai hasil normalisasi

DAFTAR ISTILAH

Dataset	Sekumpulan data
Neural Network	Model komputasi yang terinspirasi dari cara kerja otak manusia untuk mengenali pola dan memprediksi data.
Hidden Layer	Lapisan tersembunyi dalam jaringan neural yang berfungsi memproses data antara input dan output.
Fitness Function	Fungsi yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas solusi dalam algoritma genetika.
Overfitting	Kondisi di mana model terlalu cocok dengan data pelatihan sehingga performanya menurun pada data baru.
Underfitting	Kondisi di mana model gagal menangkap pola dalam data pelatihan sehingga menghasilkan prediksi yang buruk.
Normalization	Proses merubah skala fitur sehingga memiliki rentang yang seragam, biasanya antara 0 dan 1.
Regularization	Teknik untuk mengurangi kompleksitas model guna menghindari overfitting.
Training	Proses pembelajaran model
Testing	Proses pengujian model
Validasi	Perkiraan kemampuan model saat mengatur hyperparameter model.
Sequence	Urut/berurutan
Index	Angka yang menentukan posisi elemen
Parameter	Nilai atau konfigurasi yang dipelajari model
Gate	Gerbang

INTISARI

Volatilitas harga Bitcoin yang tinggi menciptakan peluang besar bagi investor namun juga membawa risiko kerugian signifikan, sehingga diperlukan model prediksi yang akurat. Penelitian ini merupakan pengembangan teknik prediksi adaptif pada model *Long Short-Term Memory* (LSTM) berbasis optimasi parameter menggunakan *Genetic Algorithm* (GA) untuk meningkatkan akurasi prediksi harga Bitcoin. Dengan menggunakan data historis Bitcoin dari 10 Oktober 2022 hingga 10 Oktober 2024, teknik ini mengoptimalkan parameter model-model LSTM dalam GA seperti jumlah lapisan tersembunyi, jumlah neuron, *dropout*, dan *recurrent dropout*. Data diolah melalui proses normalisasi dan pembentukan data sekuensial yang kemudian dibagi untuk menjadi data tiap generasi menggunakan teknik *sliding window* sebelum dilatih dan diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM-GA memberikan peningkatan akurasi yang signifikan, dengan penurunan nilai MAPE sebesar 74,76% dibandingkan LSTM konvensional dengan nilai MAPE akhir sebesar 2,83%. Hasil pengujian menunjukkan teknik LSTM-GA mampu membuat model LSTM beradaptasi terhadap perubahan pola harga Bitcoin yang dinamis dan diimplementasikan dalam aplikasi berbasis web untuk prediksi *real-time*. Penelitian ini memberikan manfaat bagi investor dan pengembang sistem keuangan dengan menyediakan alat prediksi yang lebih akurat dan adaptif. Pengembangan lebih lanjut dapat mengeksplorasi parameter tambahan seperti *learning rate* dan optimasi lainnya untuk meningkatkan performa model.

Kata kunci: Bitcoin, LSTM, Genetic Algorithm, MAPE, prediksi.

ABSTRACT

The high volatility of Bitcoin prices creates significant opportunities for investors but also carries substantial risks of loss, necessitating an accurate prediction model. This research focuses on developing an adaptive prediction technique for the Long Short-Term Memory (LSTM) model, utilizing parameter optimization through Genetic Algorithm (GA) to enhance Bitcoin price prediction accuracy. Using historical Bitcoin data from October 10, 2022, to October 10, 2024, this method optimizes LSTM model parameters in GA, such as the number of hidden layers, number of neurons, dropout, and recurrent dropout. The data undergoes normalization and sequence formation, which is then grouped into generational data using the sliding window technique before being trained and tested. The results show that LSTM-GA significantly improves accuracy, achieving a 74.76% reduction in MAPE compared to conventional LSTM, with a final MAPE value of 2.83%. The experimental results indicate that the LSTM-GA technique enables the LSTM model to adapt to dynamic changes in Bitcoin price patterns and has been implemented in a web-based application for real-time prediction. This research benefits investors and financial system developers by providing a more accurate and adaptive prediction tool. Further development could explore additional parameters such as learning rate and other optimization techniques to enhance model performance.

Keyword: *Bitcoin, LSTM, Genetic Algorithm, MAPE, prediction.*