

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR CNN-LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**

SKRIPSI

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



disusun oleh

HAYDAR WILDAN ZACKY

22.11.4689

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR CNN-LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

HAYDAR WILDAN ZACKY

22.11.4689

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR CNN-LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**

yang disusun dan diajukan oleh

Haydar Wildan Zacky

22.11.4689

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 11 Mei 2026

Dosen Pembimbing,



Feri Fauzi Abdulloh, M.Kom
NIK. 190302276

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR CNN-LSTM DENGAN GENETIC
ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA
CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**

yang disusun dan diajukan oleh

Haydar Wildan Zaeky

22.11.4689

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 11 Mei 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393

Nuri Cahyono, M.Kom.
NIK. 190302278

Ferian Fauzi Abdullah, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302276

Tanda Tangan

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 11 Mei 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Haydar Wildan Zacky
NIM : 22.11.4689

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN ARSITEKTUR
CNN-LSTM DENGAN GENETIC ALGORITHM UNTUK PREDIKSI
HARGA CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**

Dosen Pembimbing: Ferian Fauzi Abdulloh, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH 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, 11 Mei 2026

Yang Menyatakan,



Haydar Wildan Zacky

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan rasa syukur yang mendalam, karya ilmiah ini penulis persembahkan kepada:

1. Keluarga tercinta, khususnya Ayah, Ibu, Adik dan keluarga besar, atas segala bentuk doa yang tidak pernah putus, kasih sayang, serta dukungan moral maupun material yang menjadi fondasi utama keberhasilan penulis hingga dapat menyelesaikan studi.
2. Almamater tercinta, Program Studi SI Informatika Universitas Amikom Yogyakarta, sebagai tempat penulis menimba ilmu, berproses, dan mengembangkan diri.
3. Seluruh pihak, termasuk jajaran dosen pembimbing maupun penguji, rekan mahasiswa, dan kerabat yang telah memberikan bimbingan, bantuan, serta dukungan nyata dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah AWT senantiasa memberikan balasan kebaikan, perlindungan, dan keberkahan kepada kita semua.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN ARSITEKTUR CNN-LSTM DENGAN GENETIC ALGORITHM UNTUK PREDIKSI HARGA CRYPTOCURRENCY BINANCE COIN**" dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral dan material serta doa kepada penulis yang tidak terputus selama menempuh Pendidikan.
2. Bapak Ferian Fauzi Abdulloh, M.Kom. selaku dosen pembimbing penulis atas waktu, arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama proses penelitian dan penulisan.
3. Seluruh dosen dan staf Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta, atas ilmu dan fasilitas yang telah diberikan selama perkuliahan.
4. Rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Informatika, atas kebersamaan, motivasi, dan dukungan yang tulus.
5. Tim Slep FC Jogja-Sleman atas kebersamaan, hiburan, motivasi, serta dukungannya.
6. Teman dari Indomie, IL2CPPdev, dan DiscordHQ yang telah memberikan ilmu praktik maupun non praktik selama perkuliahan.
7. MBG yang telah setia menemani, memberikan support, serta memahami selama ini.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas bantuan dan dukungan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan diterima dengan terbuka demi penyempurnaan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 7 Mei 2026

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 RUMUS	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I 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
1. Studi Literatur	5
2. Dasar Teori	10

2.2.1 Mata Uang Virtual dan Cryptocurrency.....	10
2.2.2 Binance Coin (BNB).....	10
2.2.3 Time Series Forecasting.....	11
2.2.4 Deep Learning pada Data Sekuensial.....	11
2.2.5 Convolutional Neural Network (CNN) 1D.....	12
2.2.6 Long Short-Term Memory (LSTM).....	13
2.2.8 Fungsi Aktivasi.....	14
2.2.9 Genetic Algorithm (GA).....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Objek Penelitian.....	17
3.2 Alur Penelitian.....	17
3.3 Alat dan Bahan.....	39
3.3.1 Alat.....	39
3.3.2 Bahan.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Gambaran Umum Eksperimen.....	42
4.2 Hasil Akuisisi Data.....	43
4.2.1 Detail Historical BNB Data.....	44
4.3 Hasil Preprocessing Data.....	45
4.3.1 Karakteristik Dataset Raw.....	45
4.3.2 Normalisasi Data.....	47
4.3.3 Sequence Creation.....	48
4.3.4 Split Data Berbasis Kelompok.....	48
4.3.5 Evaluasi Sliding Window.....	49
4.3.6 Dataset Setelah Preprocessing.....	50

4.4 Hasil Inisialisasi Populasi Genetic Algorithm	51
4.4.1 Konfigurasi Populasi Awal	52
4.4.2 Konfigurasi Seed Model CNN-LSTM.....	52
4.5 Hasil Training dan Evolusi Genetic Algorithm	53
4.5.1 Training Population	53
4.5.2 Kalkulasi Fitness Menggunakan MAPE.....	55
4.5.3 Selection, Crossover, dan Mutation	56
4.6 Hasil Evolusi Per Generasi	57
4.7 Hasil Evaluasi Final	59
4.7.1 Perbandingan Dengan Model Baseline.....	60
4.8 Analisis Mendalam Model CNN-LSTM-GA	62
4.9 Implementasi dan Deployment	62
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
REFERENSI	66
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR RUMUS

2.1. Rumus Time Series	11
2.2. Rumus Conv1d pada Time Series	12
2.3. Rumus Operasi Dot Product	12
2.4. Rumus Relu	14
2.5. Rumus Tanh	14
3.1. Rumus Min-Max Scaling	20
3.2. Persamaan Feed data	21
3.3. Persamaan Training Set	21
3.4. Persamaan Testing Set	21
3.5. Rumus MSE	37
3.6. Rumus RMSE	38
3.7. Rumus MAE	38
3.8. Rumus MAPE	38

DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 KEASLIAN PENELITIAN	7
TABEL 4. 1 GAMBARAN UMUM EXPERIMEN	42
TABEL 4. 2 DATA HISTORIS PERGERAKAN HARGA BINANCE COIN (BNB-USD)....	44
TABEL 4. 3 RAW DATASET	46
TABEL 4. 4 NORMALISASI MINMAXSCALER	47
TABEL 4. 5 DATA HASIL TRANSFORMASI MINMAXSCALER	47
TABEL 4. 6 HASIL SPLIT DATA DAN PEMBENTUKAN TENSOR	49
TABEL 4. 7 PARAMETER NORMALISASI MINMAXSCALER	50
TABEL 4. 8 DATASET PREPROCESSED	51
TABEL 4. 9 KONFIGURASI HYPERPARAMETER CNN-LSTM PADA SEED MODEL....	52
TABEL 4. 10 KONFIGURASI TRAINING UNTUK SELURUH MODEL POPULASI.....	53
TABEL 4. 11 STATISTIK TRAINING POPULATION (SAMPEL GENERASI 24)	54
TABEL 4. 12 HASIL EVALUASI DAN PERHITUNGAN FITNESS	55
TABEL 4. 13 PERBANDINGAN METRIK EVALUASI MODEL BASELINE DENGAN MODEL GA-CNN-LSTM	60

DAFTAR GAMBAR

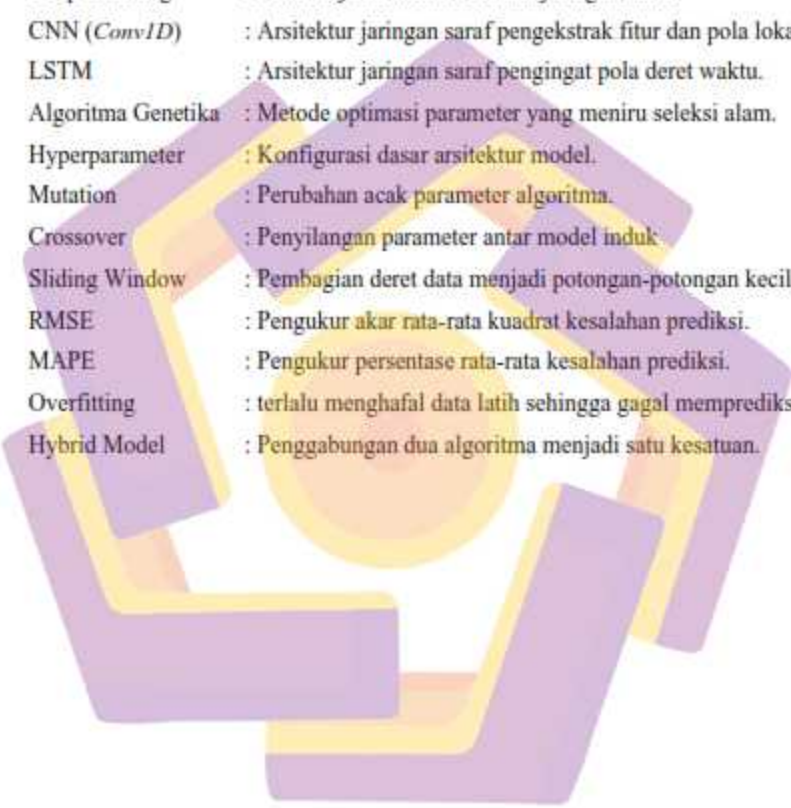
GAMBAR 2. 1 CARA KERJA TIME SERIES FORECASTING	11
GAMBAR 2. 2 CARA KERJA CNN-1D.....	13
GAMBAR 2. 3 MEKANISME LSTM	14
GAMBAR 3. 1 ALUR PENELITIAN.....	18
GAMBAR 4. 1 GRAFIK PERGERAKAN HARGA HISTORIS BINANCE COIN (BNB-USD) PERIODE 2020-2025.....	45
GAMBAR 4. 2 VISUALISASI RAW DATASET BNB HISTORICAL DATA.....	46
GAMBAR 4. 3 LOG HASIL SLIDING WINDOW	49
GAMBAR 4. 4 HASIL GENERASI KE 24 DENGAN 3 FILTER CNN(52, 89, 71) DAN 1 LSTM(256 NEURONS).....	58
GAMBAR 4. 5 GRAFIK HASIL PREDIKSI	60
GAMBAR 4. 6 TAMPILAN DEPLOY	63

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



CNN	: Convolutional Neural Network
GA	: Genetic Algorithm
BNB	: Binance Coin
LSTM	: Long Short Term Memory
DLT	: Distributed Ledger Technology
RNN	: Recurrent Neural Network
ARIMA	: Autoregressive integrated moving average
BEP-2	: Binance Chain Evolution Proposal 2
ReLU	: Rectified Linear Unit
OHLCV	: Open High Low Close Volume
MSE	: Mean Squared Error
MAE	: Mean Absolute Error
RMSE	: Root Mean Square Error
MAPE	: Mean Absolute Percentage Error

DAFTAR ISTILAH



Cryptocurrency	: Mata uang digital terdesentralisasi berbasis kriptografi.
Blockchain	: Buku besar digital terdistribusi untuk pencatatan transaksi.
Deep Learning	: Pembelajaran mesin berbasis jaringan saraf.
CNN (<i>Conv1D</i>)	: Arsitektur jaringan saraf pengekstrak fitur dan pola lokal.
LSTM	: Arsitektur jaringan saraf mengingat pola deret waktu.
Algoritma Genetika	: Metode optimasi parameter yang meniru seleksi alam.
Hyperparameter	: Konfigurasi dasar arsitektur model.
Mutation	: Perubahan acak parameter algoritma.
Crossover	: Penyilangan parameter antar model induk.
Sliding Window	: Pembagian deret data menjadi potongan-potongan kecil.
RMSE	: Pengukur akar rata-rata kuadrat kesalahan prediksi.
MAPE	: Pengukur persentase rata-rata kesalahan prediksi.
Overfitting	: terlalu menghafal data latih sehingga gagal memprediksi.
Hybrid Model	: Penggabungan dua algoritma menjadi satu kesatuan.

INTISARI

Pasar cryptocurrency, khususnya Binance Coin (BNB), memiliki karakteristik volatilitas yang sangat tinggi. Kenaikan harga BNB didorong oleh beberapa faktor fundamental, termasuk adopsi yang luas dalam ekosistem BNB Chain yang berkembang pesat, peningkatan minat dari investor institusional, dan mekanisme token burn yang secara berkala mengurangi pasokan. Karena dinamika harga yang kompleks ini, metode peramalan tradisional seringkali tidak memadai. Tingginya risiko dan potensi keuntungan menuntut adanya model prediksi yang lebih canggih sebagai alat bantu pengambilan keputusan bagi investor. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model hybrid deep learning dengan arsitektur Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) yang dioptimalkan menggunakan Genetic Algorithm untuk memprediksi harga cryptocurrency Binance Coin.

Penelitian ini mencakup beberapa tahapan, mulai dari pengumpulan data harga historis Binance Coin (BNB), pra-pemrosesan data dengan normalisasi, hingga perancangan model. Dalam arsitektur yang diusulkan, lapisan CNN berfungsi untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari data deret waktu, sementara lapisan LSTM digunakan untuk menangkap dependensi temporal jangka panjang. Untuk meningkatkan akurasi, Genetic Algorithm diterapkan untuk mengoptimalkan hiperparameter dari model CNN-LSTM, sehingga menemukan konfigurasi arsitektur yang paling efektif. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan Mean Squared Error (MSE).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN-LSTM yang dioptimalkan dengan Genetic Algorithm mampu memberikan prediksi dengan tingkat akurasi yang menjanjikan dan menunjukkan keunggulan performa dibandingkan dengan model baseline. Sinergi antara CNN-LSTM yang disempurnakan melalui optimasi evolusioner terbukti sangat efektif dalam memodelkan data finansial yang bersifat non-linear dan fluktuatif. Penelitian ini menyimpulkan bahwa model yang diusulkan dapat menjadi alat yang berharga bagi investor dalam merumuskan strategi dan manajemen risiko di pasar cryptocurrency.

Kata Kunci: Prediksi Harga, Cryptocurrency, Binance Coin, CNN-LSTM, Genetic Algorithm.

ABSTRACT

The cryptocurrency market, particularly Binance Coin (BNB), is characterized by extremely high volatility. The rise in BNB prices is driven by several fundamental factors, including widespread adoption in the rapidly growing BNB Chain ecosystem, increased interest from institutional investors, and a token burn mechanism that periodically reduces supply. Due to these complex price dynamics, traditional forecasting methods are often inadequate. The high risk and potential returns demand more sophisticated prediction models as decision-making tools for investors. This study aims to develop a hybrid deep learning model with a Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) architecture optimized using a Genetic Algorithm to predict the price of Binance Coin cryptocurrency.

This research covers several stages, from collecting historical Binance Coin (BNB) price data, pre-processing the data with normalization, to designing the model. In the proposed architecture, the CNN layer serves to extract important features from time series data, while the LSTM layer is used to capture long-term temporal dependencies. To improve accuracy, a Genetic Algorithm is applied to optimize the hyperparameters of the CNN-LSTM model, thereby finding the most effective architecture configuration. Model performance is evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Squared Error (MSE) metrics.

The results show that the CNN-LSTM model optimized with the Genetic Algorithm is capable of providing predictions with promising accuracy levels and demonstrates superior performance compared to the baseline model. The synergy between CNN-LSTM and evolutionary optimization proved to be highly effective in modeling non-linear and volatile financial data. This study concludes that the proposed model can be a valuable tool for investors in formulating strategies and managing risk in the cryptocurrency market.

Keywords: Price Prediction, Cryptocurrency, Binance Coin, CNN-LSTM, Genetic Algorithm