

Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model

Hibrida Machine Learning dan Deep Learning



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Rizky Putra Jofansa

00000047843

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model

Hibrida Machine Learning dan Deep Learning



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

Rizky Putra Jofansa

00000047843

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Rizky Putra Jofansa

Nomor Induk Mahasiswa : 00000047843

Program studi : Sistem Informasi

Skripsi dengan judul:

“Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model Hibrida *Machine Learning* dan *Deep Learning*”

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 15 Mei 2024



Rizky Putra Jofansa

UMIN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model Hibrida *Machine Learning* dan *Deep Learning*

Oleh

Nama : Rizky Putra Jofansa
NIM : 00000047843
Program Studi : Sistem Informasi
Fakultas : Teknik & Informatika

Telah diujikan pada hari Selasa, 28 Mei 2024
Pukul 15.00 s.d 17.00 dan dinyatakan
LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


Dr. Santo Fernandi Wijaya, S.Kom., M.M.
0310016902

Penguji


Rudi Sutomo, S.Kom., M.Si., M.Kom.
0222057501

Pembimbing


Ir. Raymond Sunardi Oetama, M.C.I.S.
0328046803

Ketua Program Studi Sistem Informasi


Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom.
0313058001

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizky Putra Jofansa

NIM : 00000047843

Program Studi : Sistem Informasi

Jenjang : S1

Judul Karya Ilmiah :

Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Hibrida Model Machine Learning dan Deep Learning

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

Memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya di repositori Knowledge Center, sehingga dapat diakses oleh Civitas Akademika/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial dan saya juga tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.

Saya tidak bersedia, dikarenakan:

Dalam proses pengajuan untuk diterbitkan ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan letter of acceptance) *.

Tangerang, 15 Mei 2024

Yang menyatakan,



Rizky Putra Jofansa

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama 6 bulan kedepan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya sampaikan atas berhasilnya penulisan skripsi ini dengan judul: "Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model Hibrida *Machine Learning* dan *Deep Learning*" yang telah saya susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S1 dari Jurusan Sistem Informasi di Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa tanpa dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, saya akan kesulitan menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan tulus, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, ST, M.SC, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ibu Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Ir. Raymond Sunardi Oetama, M.C.I.S., sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, selalu meluangkan waktu untuk bimbingan bersama, tidak melupakan dukungan dan motivasi yang selalu beliau berikan.
5. Bapak Rudi Sutomo, S.Kom., M.Si., M.Kom., sebagai Penguji yang telah memberikan masukan berharga dan saran konstruktif. Terima kasih atas waktu dan perhatian yang Bapak berikan untuk menyempurnakan skripsi ini. Dukungan dan kritik Bapak sangat berarti bagi saya.
6. Bapak Dr. Santo Fernandi Wijaya, S.Kom., M.M., sebagai Ketua Sidang yang telah memimpin jalannya sidang dengan bijaksana. Terima kasih atas bimbingan dan arahannya selama proses sidang ini.
7. Keluarga Jofansa dan Rilla Kaneishya yang tidak pernah lelah memberikan bantuan dukungan moral, serta dukungan material sehingga Skripsi dapat terselesaikan.

Saya berharap skripsi dalam bentuk penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber inspirasi dan manfaat yang signifikan bagi para pembaca, lembaga pendidikan, dan dunia usaha. Semoga skripsi ini mampu memicu ide-ide brilian dan inovasi-inovasi terbaru yang mampu memberikan kontribusi berharga dalam perkembangan dunia *cryptocurrency*, penelitian masa depan, serta berbagai aspek yang dapat memberikan manfaat yang berarti bagi masyarakat dan nilai-nilai yang kita junjung tinggi.

Tangerang, 15 Mei 2024



Rizky Putra Jofansa



Optimasi Prediksi Harga Cryptocurrency Berbasis Model

Hibrida *Machine Learning & Deep Learning*

Rizky Putra Jofansa

ABSTRAK

Cryptocurrency telah menunjukkan fluktuasi harga yang dinamis dan imbal hasil tinggi, mendorong kebutuhan model prediksi yang optimal untuk membantu investor dalam pengambilan keputusan strategis. Penelitian ini mengembangkan model prediksi *hybrid* yang menggabungkan *deep learning* dan *machine learning*. Dua algoritma *deep learning*, Long Short-Term Memory (LSTM) dan Convolutional Neural Networks (CNN), dibandingkan untuk menentukan keefektifan dalam memprediksi harga *cryptocurrency*. Algoritma yang unggul kemudian diintegrasikan dengan Extreme Gradient Boosting (XGBoost) dan Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) dalam pengembangan model *hybrid*. Proses *tuning* dilakukan pada setiap tahap pengembangan model untuk memastikan optimalitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM lebih efektif dibandingkan CNN. Model LSTM kemudian dikombinasikan dengan XGBoost dan LightGBM, menghasilkan model *hybrid* LSTM + LightGBM dengan kinerja terbaik. Model ini mencapai rata-rata RMSE sebesar 368.07, MAE 268.72, dan MAPE 2.04%, yang dikategorikan sebagai “Sangat Optimal”, menunjukkan kemampuan prediksi yang unggul.

Kata kunci: *Cryptocurrency, Deep Learning, Machine Learning, Model Hibrida, Prediksi*

Optimizing Hybrid Models for Cryptocurrency Price Prediction

Using Machine Learning and Deep Learning

Rizky Putra Jofansa

ABSTRACT (English)

Cryptocurrency has exhibited dynamic price fluctuations and high returns, driving the need for optimal prediction models to aid investors in strategic decision-making. This research develops a hybrid prediction model combining deep learning and machine learning. Two deep learning algorithms, Long Short-Term Memory (LSTM) and Convolutional Neural Networks (CNN), are compared to determine the more effective one for predicting cryptocurrency prices. The superior algorithm is then integrated with Extreme Gradient Boosting (XGBoost) and Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) to develop the hybrid model. Tuning processes are conducted at each development stage to ensure optimal performance. The results show that LSTM is more effective than CNN. The LSTM model is then combined with XGBoost and LightGBM, producing the hybrid model LSTM + LightGBM with the best performance. This model achieves an average RMSE of 368.07, MAE of 268.72, and MAPE of 2.04%, categorized as “Highly Optimal,” demonstrating superior predictive capability

Keywords: *Cryptocurrency, Deep Learning, Hybrid Model, Machine Learning, Prediction.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT (English)</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR FORMULA	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	8
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Sistematika Penulisan	10
BAB II LANDASAN TEORI	12
2.1 Penelitian Terdahulu.....	12
2.2 Tinjauan Teori.....	17
2.2.1 <i>Cryptocurrency</i>	17
2.2.2 <i>Machine Learning</i>	18
2.2.3 <i>Deep Learning</i>	19
2.3 Teori Framework / Algoritma / Metode <i>Tuning</i>	20
2.3.1 Framework CRISP-DM.....	20
2.3.2 <i>Extreme Gradient Boosting (XGBoost)</i>	20
2.3.3 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	22
2.3.4 <i>Convolutional Neural Networks (CNN)</i>	23

2.3.5	<i>Light Gradient Boosting Machine (LightGBM)</i>	23
2.3.6	<i>Tuning</i>	24
2.4	Teori Pemilihan Alat (<i>Tools</i>)	25
2.4.1	<i>Jupyter Notebook</i>	25
2.4.2	<i>Python</i>	25
2.4.3	Pengukuran Performa	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	28
3.2	Metode Penelitian	29
3.2.1	Alur Penelitian	30
3.2.2	Metode Data Mining	32
3.2.3	Metode <i>Problem Solving</i>	36
3.3	Teknik Pengumpulan Data	41
3.3.1	Populasi dan Sampel	41
3.3.2	Periode Pengambilan Data	42
3.4	Variabel Penelitian	44
3.5	Teknik Analisis Data	44
3.6	Teknik Tuning Model	47
3.6.1	Tahap I: <i>Hyperband Tuning - Deep Learning</i>	47
3.6.2	Tahap II: <i>Optuna Tuning - Machine Learning</i>	47
BAB IV	ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN	49
4.1	<i>Business Understanding</i>	49
4.2	<i>Data Understanding</i>	50
4.2.1	<i>Data Visualization</i>	58
4.3	<i>Data Preparation</i>	67
4.4	<i>Modelling</i>	71
4.4.1	Konfigurasi Model <i>Deep Learning</i>	71
4.4.2	Konfigurasi Model <i>Hybrid (ML & DL)</i>	87
4.5	<i>Evaluation</i>	106
4.6	Diskusi	109
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	112
5.1	Kesimpulan	112
5.2	Limitasi	113

5.3	Saran.....	113
	DAFTAR PUSTAKA.....	114
	LAMPIRAN.....	123



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 2. 2 Tingkat Performa Model Berdasarkan Nilai MAPE.....	27
Tabel 3. 1 Perbandingan Data Mining Methodology.....	33
Tabel 3. 2 Perbandingan Algoritma LSTM , GRU dan RNN.....	36
Tabel 3. 3 Perbandingan Model XGBoost dan SVM.....	39
Tabel 3. 4 Jenis Cryptocurrency	41
Tabel 3. 5 Perbandingan Bahasa Pemrograman.....	45
Tabel 3. 6 Perbandingan Strategy Pembuatan Model Hybrid	46
Tabel 4. 1 Pengertian Atribut	51
Tabel 4. 2 Konfigurasi Hyperparameter Model CNN	72
Tabel 4. 3 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model CNN Bitcoin (BTC) .	73
Tabel 4. 4 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model CNN Bitcoin (BTC) .	73
Tabel 4. 5 Hasil Performa Prediksi Model CNN Bitcoin (BTC).....	74
Tabel 4. 6 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model CNN Ethereum (ETH)	75
Tabel 4. 7 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model CNN Ethereum (ETH)	75
Tabel 4. 8 Hasil Performa Prediksi Model CNN Ethereum (ETH).....	76
Tabel 4. 9 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model CNN Tether (USDT)	77
Tabel 4. 10 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model CNN Tether (USDT)	77
Tabel 4. 11 Hasil Performa Prediksi Model CNN Tether (USDT)	78
Tabel 4. 12 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM	80
Tabel 4. 13 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model LSTM Bitcoin (BTC)	81
Tabel 4. 14 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM Bitcoin (BTC)	81
Tabel 4. 15 Hasil Performa Prediksi Model LSTM Bitcoin (BTC)	82
Tabel 4. 16 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model LSTM Ethereum (ETH).....	83
Tabel 4. 17 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM Ethereum (ETH).....	83
Tabel 4. 18 Hasil Performa Prediksi Model LSTM Ethereum (ETH)	84
Tabel 4. 19 Proses Eksekusi Hyperband Tuning Model LSTM Tether (USDT)	85
Tabel 4. 20 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM Tether (USDT)	85
Tabel 4. 21 Hasil Performa Prediksi Model LSTM Tether (USDT)	86

Tabel 4. 22 Konfigurasi Hyperparameter LSTM + XGBoost Model.....	89
Tabel 4. 23 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + XGBoost Bitcoin (BTC).....	90
Tabel 4. 24 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + XGBoost Bitcoin (BTC).....	90
Tabel 4. 25 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + XGBoost Bitcoin (BTC)	91
Tabel 4. 26 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + XGBoost Ethereum (ETH)	92
Tabel 4. 27 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + XGBoost Ethereum (ETH)	92
Tabel 4. 28 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + XGBoost Ethereum (ETH).....	93
Tabel 4. 29 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + XGBoost Tether (USDT)	94
Tabel 4. 30 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + XGBoost Tether (USDT).....	94
Tabel 4. 31 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + XGBoost Tether (USDT)	95
Tabel 4. 32 Konfigurasi Hyperparameter LSTM + LightGBM Model	98
Tabel 4. 33 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + LightGBM Bitcoin (BTC).....	99
Tabel 4. 34 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + LightGBM Bitcoin (BTC).....	99
Tabel 4. 35 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + LightGBM Bitcoin (BTC).....	101
Tabel 4. 36 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + LightGBM Ethereum (ETH)	101
Tabel 4. 37 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + LightGBM Ethereum (ETH)	102
Tabel 4. 38 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + LightGBM Ethereum (ETH).....	103
Tabel 4. 39 Proses Eksekusi Optuna Tuning Model LSTM + LightGBM Tether (USDT).....	103
Tabel 4. 40 Top 5 Konfigurasi Hyperparameter Model LSTM + LightGBM Tether (USDT).....	104
Tabel 4. 41 Hasil Performa Prediksi Model LSTM + LightGBM Tether (USDT)	105
Tabel 4. 42 Perbandingan RMSE, MAE, dan MAPE dalam Model Prediksi Harga BTC.....	106
Tabel 4. 43 Perbandingan RMSE, MAE, dan MAPE dalam Model Prediksi Harga ETH	107

Tabel 4. 44 Perbandingan RMSE, MAE, dan MAPE dalam Model Prediksi Harga USDT 108



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Market Cap & Volume (24h) Cryptocurrency 2014 – 2024	2
Gambar 1. 2 Jumlah Pemilik Cryptocurrency Secara Global.....	2
Gambar 1. 3 Cryptocurrency Ranking	3
Gambar 2. 1 Implementasi Metodologi Umum Machine Learning	18
Gambar 2. 2 Proses Kerja XGBoost.....	21
Gambar 2. 3 Infrastruktur LSTM.....	22
Gambar 2. 4 Perkembangan Layer LightGBM	24
Gambar 3. 1 Alur Penelitian CRISP-DM	30
Gambar 3. 2 Kerangka Tahap I Proses Pemilihan Model Deep Learning....	32
Gambar 3. 3 Kerangka Tahap II Proses Pemilihan Model Hybrid (ML & DL).....	32
Gambar 3. 4 Bukti Fluktuasi Cryptocurrency	43
Gambar 4. 1 Proses download library yfinance	50
Gambar 4. 2 Dataframe Complete Harga Bitcoin (BTC-USD)	52
Gambar 4. 3 Dataframe Complete Harga Ethereum (ETH-USD).....	53
Gambar 4. 4 Dataframe Complete Harga Tether (USDT-USD)	54
Gambar 4. 5 Deskripsi Closing Price (BTC-USD)	55
Gambar 4. 6 Deskripsi Closing Price (ETH-USD).....	56
Gambar 4. 7 Deskripsi Closing Price (USDT-USD).....	57
Gambar 4. 8 Null & Missing Values Checking	58
Gambar 4. 9 Tren Harga 'Close' Bitcoin (BTC)	59
Gambar 4. 10 Dekomposisi Bitcoin (BTC-USD)	60
Gambar 4. 11 Pertumbuhan Tahunan Bitcoin (BTC-USD).....	60
Gambar 4. 12 Tren Harga 'Close' Ethereum (ETH-USD).....	61
Gambar 4. 13 Dekomposisi Ethereum (ETH-USD).....	62
Gambar 4. 14 Pertumbuhan Tahunan Ethereum (ETH-USD)	63
Gambar 4. 15 Tren Harga 'Close' Tether (USDT-USD)	64
Gambar 4. 16 Dekomposisi Tether (USDT-USD)	65
Gambar 4. 17 Pertumbuhan Tahunan Tether (USDT-USD).....	66
Gambar 4. 18 Preprocessing Data	68
Gambar 4. 19 Data Training Set-Up	69
Gambar 4. 20 Data Testing Set-Up.....	70
Gambar 4. 21 Pembuatan CNN Model Dengan Hyperband Tuning	71
Gambar 4. 22 Proses Extraction & Saving Konfigurasi Model CNN	73
Gambar 4. 23 Visualisasi Prediksi Model CNN Bitcoin (BTC)	74
Gambar 4. 24 Visualisasi Prediksi Model CNN Ethereum (ETH)	76
Gambar 4. 25 Visualisasi Prediksi Model CNN Tether (USDT)	78
Gambar 4. 26 Pembuatan LSTM Model Dengan Hyperband Tuning	79

Gambar 4. 27	Proses Extraction & Saving Konfigurasi Model LSTM	80
Gambar 4. 28	Visualisasi Prediksi Model LSTM Bitcoin (BTC)	82
Gambar 4. 29	Visualisasi Prediksi Model LSTM Ethereum (ETH)	84
Gambar 4. 30	Visualisasi Prediksi Model LSTM Tether (USDT).....	86
Gambar 4. 31	Loading Model & Eksekusi Feature Extraction (LSTM + XGBoost).....	87
Gambar 4. 32	Pembuatan Model LSTM + XGBoost Dengan Optuna Tuning	88
Gambar 4. 33	Hyperparameter Terbaik & Fitting Model LSTM + XGBoost	89
Gambar 4. 34	Visualisasi Prediksi Model LSTM + XGBoost Bitcoin (BTC)	91
Gambar 4. 35	Visualisasi Prediksi Model LSTM + XGBoost Ethereum (ETH)	93
Gambar 4. 36	Visualisasi Prediksi Model LSTM + XGBoost Tether (USDT)	95
Gambar 4. 37	Loading Model & Eksekusi Feature Extraction (LSTM + LightGBM)	96
Gambar 4. 38	Pembuatan Model LSTM + LightGBM Dengan Optuna Tuning	97
Gambar 4. 39	Hyperparameter Terbaik & Fitting Model LSTM + LightGBM.....	98
Gambar 4. 40	Visualisasi Prediksi Model LSTM + LightGBM Bitcoin (BTC)	100
Gambar 4. 41	Visualisasi Prediksi Model LSTM + LightGBM Ethereum (ETH).....	102
Gambar 4. 42	Visualisasi Prediksi Model LSTM + LightGBM Tether (USDT)	105
Gambar 4. 43	Evaluasi Performa Keseluruhan Model Prediktif	109



DAFTAR FORMULA

Formula 2. 1 Rumus Jumlah Skor Hasil XGBoost	21
Formula 2. 2 Rumus MAE	26
Formula 2. 3 Rumus RMSE	27
Formula 2. 4 Rumus MAPE.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Form Bimbingan Skripsi Report	123
Lampiran B. Hasil Pengecekan Turnitin	125

