

PENERAPAN METODE *GATED RECURRENT UNIT* (GRU) PADA PERAMALAN HARGA *CRYPTOCURRENCY*: STUDI KASUS BITCOIN

THARIQ HAMBALI



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) pada Peramalan Harga *Cryptocurrency*: Studi Kasus Bitcoin” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Thariq Hambali
G1401221015

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

THARIQ HAMBALI. Penerapan Metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) pada Peramalan Harga *Cryptocurrency*: Studi Kasus Bitcoin. Dibimbing oleh AAM ALAMUDI dan PIKA SILVIANTI.

Bitcoin merupakan aset kripto dengan sistem terdesentralisasi yang memiliki karakteristik data deret waktu dinamis dan bervolatilitas cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan konfigurasi *hyperparameter* terbaik pada arsitektur *Gated Recurrent Unit* (GRU) dan menerapkannya dalam peramalan harga harian Bitcoin selama 30 hari ke depan. Pengolahan komputasi memanfaatkan data harga Bitcoin periode 18 Juli 2010 hingga 30 September 2025 melalui pendekatan deret waktu *univariate*. Tahapan komputasi mencakup praproses *Min-Max Scaling*, transformasi *sliding window*, dan pencarian konfigurasi terbaik menggunakan algoritma *Grid Search* dengan mengombinasikan *timesteps*, *neuron*, *batch size*, dan *epoch*. Hasil komputasi menunjukkan arsitektur GRU paling optimal terbentuk pada kombinasi *timesteps* 180, 256 *neuron*, *batch size* 32, dan *epoch* 50. Konfigurasi tersebut memiliki kemampuan generalisasi yang baik tanpa indikasi *overfitting*, yang ditunjukkan oleh tingkat kesalahan prediksi *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 1.642,803 USD dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 1,846%. Penerapan konfigurasi terbaik untuk peramalan 30 hari ke depan memproyeksikan kelanjutan tren penurunan harga secara bertahap pada rentang 114.000 - 103.000 USD. Pencapaian ini menyimpulkan bahwa model GRU *univariate* mampu memetakan arah kecenderungan harga secara umum, tetapi memiliki keterbatasan dalam melihat kejutan volatilitas harian pada data aktual di pasar.

Kata kunci: bitcoin, deret waktu, GRU, *hyperparameter tuning*, peramalan.

@HambaliThariq

ABSTRACT

THARIQ HAMBALI. Application of the Gated Recurrent Unit (GRU) Method for Cryptocurrency Price Forecasting: A Case Study of Bitcoin. Supervised by AAM ALAMUDI and PIKA SILVIANTI.

Bitcoin is a decentralized cryptocurrency asset characterized by dynamic and highly volatile time series data. This study aimed to obtain the best hyperparameter configuration for the Gated Recurrent Unit (GRU) architecture and apply it to forecast daily Bitcoin prices for the next 30 days. Computational processing utilized historical Bitcoin price data from July 18, 2010, to September 30, 2025, through a univariate time series approach. The computational stages included Min-Max Scaling preprocessing, sliding window transformation, and the search for the optimal configuration using the Grid Search algorithm by combining timesteps, neurons, batch size, and epochs. The computational results showed that the optimal GRU architecture was formed by a combination of 180 timesteps, 256 neurons, a batch size of 32, and 50 epochs. This configuration demonstrated good generalization capabilities without any indication of overfitting, as evidenced by a Root Mean Squared Error (RMSE) of 1,642.803 USD and a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 1.846%. The application of the best configuration for the next 30 days forecasting projected a continuation of a gradual downward price trend within the range of 114,000 to 103,000 USD. These findings concluded that the univariate GRU model was capable of mapping the general direction of price trends but had limitations in capturing the daily volatility shocks of actual market data.

Keywords: bitcoin, forecasting, GRU, hyperparameter tuning, time series.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENERAPAN METODE *GATED RECURRENT UNIT (GRU)* PADA PERAMALAN HARGA *CRYPTOCURRENCY*: STUDI KASUS BITCOIN

THARIQ HAMBALI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Rahma Anisa, S.Stat., M.Si., M.Act.Sc.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Penerapan Metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) pada Peramalan
Harga *Cryptocurrency*: Studi Kasus Bitcoin

Nama : Thariq Hambali

NIM : G1401221015

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Ir. Aam Alamudi M.Si.

Pembimbing 2:

Pika Silvianti S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.

NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:

9 Juni 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah peramalan deret waktu, dengan judul “Penerapan Metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) pada Peramalan Harga *Cryptocurrency*: Studi Kasus Bitcoin”. Pada proses pembuatan karya ilmiah ini, penulis telah banyak mendapatkan doa, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih, penghormatan, dan penghargaan sebesar-besarnya kepada.

1. Bapak Ir. Aam Alamudi M.Si. dan Ibu Pika Silvianti S.Si., M.Si., yang selalu memberikan bimbingan dengan semangat, nasihat, dan arahan kepada penulis dengan baik.
2. Ibu Rahma Anisa, S.Stat., M.Si., M.Act.Sc., selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan masukan dalam memperbaiki karya ilmiah ini.
3. Ibu Dr. Utami Dyah Syafitri, S.Si., M.Si selaku moderator Kolokium dan Ibu Dr. Ir. Indahwati, M.Si selaku moderator Seminar Hasil yang telah memberikan masukan dan saran terkait dengan penulisan karya ilmiah ini.
4. Orang tua dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, restu, dukungan, dan motivasinya.
5. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan staf Program Studi Statistika dan Sains Data yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat, serta menyediakan fasilitas bagi penulis untuk terselesaikannya studi sebagai Sarjana.
6. Teman-teman Statistika dan Sains Data angkatan 59 yang telah memberikan saran, kritik, dan masukan, serta dorongan untuk penyelesaian karya ilmiah penulis.
7. Semua pihak terkait yang tidak mampu penulis sebutkan satu per satu, yang telah kebersamai dan memberikan kontribusi dalam penyusunan karya ilmiah ini.
8. Diri penulis yang selalu berdoa, berusaha, dan tetap yakin serta percaya diri mampu melewati tantangan dan rintangan yang ada.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Thariq Hambali



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	3
2.2 Analisis Deret Waktu <i>Univariate</i>	5
2.3 Metode <i>Sliding Window</i> dalam Pembagian Data	5
2.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	6
2.5 <i>Optimizer Adaptive Moment Estimation (Adam)</i>	7
2.6 Mekanisme Pencegahan <i>Overfitting</i>	9
2.7 Bitcoin	10
2.8 Normalisasi dan Denormalisasi <i>Min-Max Scaling</i>	11
2.9 Evaluasi Konfigurasi	12
2.10 Strategi <i>Recursive</i> dalam Peramalan (<i>Forecasting</i>)	13
III METODE	15
3.1 Data	15
3.2 Prosedur Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Praproses Data	17
4.2 Eksplorasi Data	17
4.3 Normalisasi Data	18
4.4 <i>Splitting</i> Data	18
4.5 Pelatihan dan Validasi dengan Metode GRU	19
4.6 Pelatihan dan Validasi Ulang Konfigurasi Terbaik	22
4.7 Denormalisasi Data	23
4.8 Peramalan (<i>Forecasting</i>)	24
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	36

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi nilai MAPE (Wibawa <i>et al.</i> 2021)	13
2	Kombinasi <i>hyperparameter</i>	16
3	Arsitektur dan kombinasi <i>hyperparameter</i> metode GRU	20
4	Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik	21

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur GRU (Yurtsever 2023)	3
2	Skenario prediksi <i>univariate input – univariate output</i>	5
3	Ilustrasi metode <i>sliding window</i> (dimodifikasi dari Yunizar <i>et al.</i> 2023)	6
4	Ilustrasi strategi <i>direct</i> (Zulfikar 2025)	13
5	Ilustrasi strategi <i>recursive</i> (Zulfikar 2025)	14
6	<i>Plot</i> deret waktu harga harian Bitcoin	17
7	Ilustrasi penerapan <i>sliding windows timesteps 180</i>	19
8	Ilustrasi strategi <i>time series single-hold validation split</i>	20
9	<i>Plot</i> hasil prediksi konfigurasi terbaik	22
10	Grafik <i>loss function</i> konfigurasi terbaik	23
11	<i>Plot</i> hasil peramalan harga harian Bitcoin (30 periode)	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Nilai RMSE dan MAPE masing-masing kombinasi <i>hyperparameter</i>	31
2	Lampiran 2 Hasil numerik peramalan harga Bitcoin menggunakan metode GRU (30 periode)	35



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.