



# **PERBANDINGAN MODEL LSTM DAN GRU DALAM PERAMALAN HARGA *CRYPTOCURRENCY* SERTA PENGUKURAN RISIKONYA DENGAN *VALUE AT RISK***

**HADI SURYA SYAHPUTRA**



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

- 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.



@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.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Harga *Cryptocurrency* serta Pengukuran Risikonya dengan *Value at Risk*” 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, Mei 2026

Hadi Surya Syahputra  
G5402211009



## ABSTRAK

HADI SURYA SYAHPUTRA. Perbandingan Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Harga *Cryptocurrency* serta Pengukuran Risikonya dengan *Value at Risk*. Dibimbing oleh RUHIYAT dan FENDY SEPTYANTO.

*Cryptocurrency* memiliki volatilitas tinggi sehingga peramalan harga dan pengukuran risiko penting dalam pengambilan keputusan investasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik harga penutupan harian dan *log return* Bitcoin (BTC) dan Ethereum (ETH), membandingkan kinerja model *long short-term memory* (LSTM) dan *gated recurrent unit* (GRU) dalam peramalan harga, serta mengukur risiko pasar menggunakan *Value at Risk* (VaR). Data berupa harga penutupan harian BTC dan ETH periode 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2025 sebanyak 1.826 observasi per aset. Kinerja model dievaluasi menggunakan *root mean square error* (RMSE), *mean absolute error* (MAE), dan *mean absolute percentage error* (MAPE), sedangkan VaR dihitung dengan *historical simulation*. Hasil menunjukkan bahwa *log return* kedua aset stasioner, tidak normal, dan mengindikasikan *fat tails*, dengan volatilitas tahunan ETH lebih tinggi daripada BTC. Berdasarkan MAPE, GRU sedikit lebih baik daripada LSTM, dengan nilai terbaik 1,79% untuk BTC dan 3,19% untuk ETH. Nilai VaR dari *return* prediksi LSTM dan GRU lebih kecil secara absolut dibandingkan VaR empiris, yang menunjukkan bahwa *return* hasil prediksi cenderung menghasilkan estimasi risiko yang lebih rendah terhadap potensi kerugian ekstrem.

Kata kunci: *cryptocurrency*, GRU, LSTM, peramalan harga, VaR

@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.



## ABSTRACT

HADI SURYA SYAHPUTRA. Comparison of LSTM and GRU Models for Cryptocurrency Price Forecasting and Risk Measurement using Value at Risk. Supervised by RUHIYAT and FENDY SEPTYANTO.

Cryptocurrencies are highly volatile assets, making price forecasting and risk measurement essential for investment decision-making. This study analyzes the daily closing prices and log returns of Bitcoin (BTC) and Ethereum (ETH), compares the performance of long short-term memory (LSTM) and gated recurrent unit (GRU) models for price forecasting, and measures market risk using Value at Risk (VaR). The data set consists of daily closing prices from 1 January 2021 to 31 December 2025, comprising 1,826 observations for each asset. Model performance is evaluated using root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE), and mean absolute percentage error (MAPE), while VaR is estimated using the historical simulation method. The results indicate that the log return series of both assets are stationary, non-normally distributed, and exhibit fat-tailed characteristics, with ETH showing higher annual volatility than BTC. Based on the MAPE criterion, the GRU model performs slightly better than the LSTM, model achieving the best MAPE values of 1.79% for BTC and 3.19% for ETH. Furthermore, the VaR values derived from LSTM- and GRU-predicted returns are lower in absolute terms than empirical VaR values, indicating that predicted returns tend to generate lower estimates of potential extreme losses. These findings suggest that GRU provides superior forecasting performance, while both models may underestimate extreme market risk in cryptocurrency returns.

Keywords: cryptocurrency, GRU, LSTM, price forecasting, VaR



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.*

# **PERBANDINGAN MODEL LSTM DAN GRU DALAM PERAMALAN HARGA *CRYPTOCURRENCY* SERTA PENGUKURAN RISIKONYA DENGAN *VALUE AT RISK***

**HADI SURYA SYAHPUTRA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA  
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:  
Ir. N. K. Kutha Ardana, M.Sc.



### @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.



Judul Skripsi : Perbandingan Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Harga  
*Cryptocurrency* serta Pengukuran Risikonya dengan *Value at Risk*

Nama : Hadi Surya Syahputra

NIM : G5402211009

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Ruhyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc.

---

Pembimbing 2:

Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si.

---

Diketahui oleh

Kepala Program Studi Aktuaria:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP. 196512181990021001

---

Tanggal Ujian: 19 Mei 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 November 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah peramalan aset serta pengukuran risiko dengan judul “Perbandingan Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Harga *Cryptocurrency* serta Pengukuran Risikonya dengan *Value at Risk*”. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Alm. Papa Aan Kustiawan, S.Sos., M.Si. dan Mama Susi Widiawaty selaku orang tua penulis, serta Arie Permana Aji selaku kakak penulis, yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan semangat yang tidak pernah berhenti. Segala bentuk dukungan yang diberikan menjadi kekuatan bagi penulis dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikan karya ilmiah ini.
2. Bapak Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberi saran, arahan, motivasi, serta ilmu pengetahuan yang berharga selama proses penyusunan karya ilmiah ini.
3. Dosen penguji, Bapak Ir. N. K. Kutha Ardana, M.Sc., yang telah memberikan kritik dan saran selama proses pelaksanaan Sidang Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen pengajar dan tenaga kependidikan Program Studi Aktuarial SSMI IPB atas segala ilmu pengetahuan dan bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan dan penulisan karya ilmiah ini.
5. Rekan-rekan “gimik” seperjuangan saya yaitu Icad, Ravy, Arif, Haidar, Ikiw, Dhea, Dita, Nabilah, Kanaya dan rekan-rekan “Circle-key” yaitu Kresna, Ilham, Zeta, Dhani, Manik, Hazel, Efa, Fariz, Laila, Taufiq, Seno yang senantiasa selalu ada sebagai tempat bercerita, memberikan motivasi, tenaga, dan pemikiran kepada penulis selama masa perkuliahan ini.
6. Rekan-rekan penulis dalam perkuliahan hingga saat ini yaitu Aktuarial 58, Pinus, Alphabet MPKMB 59, Imbang BEM FMIPA, seluruh panitia terutama pimpinan AGSN 2023, AGSN 2024, AGSN 2025, Student Orientation Community, Pionir Muda, Lapus, serta seluruh orang yang menemani proses tumbuhnya penulis di IPB.
7. Seluruh pihak AAA Clan, Arap, Jot, Yuka, Garry, Tepe, Niko, Aloy, Bravy, Ibot, dan seluruh crew atas “Maraphthon” yang setia menemani penulis di seluruh kondisi dengan segala hiburannya, menjadi pelarian yang menyenangkan, dan menjadi motivasi penulis dalam menepati janji kepada ibunda.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi dalam tumbuh kembang penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Mei 2026

*Hadi Surya Syahputra*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Cryptocurrency</i>	3
2.2 <i>Return Cryptocurrency</i>	3
2.3 <i>Volatilitas Return Cryptocurrency</i>	5
2.4 Model Deret Waktu	6
2.5 Uji Kestasioneran	6
2.6 Fungsi Autokorelasi	7
2.7 <i>Long Short-Term Memory</i>	7
2.8 <i>Gated Recurrent Unit</i>	9
2.9 <i>Value at Risk</i>	11
2.10 Evaluasi Kinerja Model	11
III METODE	15
3.1 Data dan Sumber Data	15
3.2 Alat Analisis	15
3.3 Tahapan Penelitian	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Statistika Deskriptif <i>Cryptocurrency</i>	17
4.2 Implementasi Model <i>Long Short-Term Memory</i>	20
4.3 Implementasi Model <i>Gated Recurrent Unit</i>	25
4.4 Perbandingan Model LSTM dan GRU	27
4.5 Pengukuran Risiko dengan <i>Value at Risk</i>	30
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
RIWAYAT HIDUP	36

## DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi nilai MAPE (Lewis 1982)	12
2	Statistika deskriptif harga penutupan harian BTC dan ETH	18
3	Statistika deksriptif <i>log return</i> harian BTC dan ETH	18
4	Hasil uji stasioneritas ADF	19
5	Ringkasan persiapan data model LSTM dan GRU	20
6	Spesifikasi model LSTM untuk BTC dan ETH	21
7	Kinerja model LSTM pada BTC dan ETH	24
8	Spesifikasi model GRU untuk BTC dan ETH	25
9	Kinerja model GRU pada BTC dan ETH	27
10	Perbandingan kinerja model LSTM dan GRU	28
11	Hasil uji Diebold-Mariano model LSTM dan GRU	29
12	Perbandingan simpangan baku <i>log return</i> aktual dan prediksi	30
13	<i>Value at Risk historical simulation</i> BTC dan ETH	31

## DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur LSTM (Luo <i>et al.</i> 2023)	8
2	Arsitektur GRU (Li <i>et al.</i> 2020)	10
3	Harga penutupan harian BTC (a) dan ETH (b) periode 2021-2025	17
4	<i>Log return</i> harian BTC (a) dan ETH (b) periode 2021-2025	17
5	Plot ACF-BTC (a), PACF-BTC (b), ACF-ETH (c), dan PACF-ETH (d)	20
6	Plot ACF <i>return</i> kuadrat BTC (a) dan ETH (b)	20
7	Kurva <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model LSTM-BTC (a) dan LSTM-ETH (b)	22
8	Perbandingan harga aktual dan prediksi model LSTM untuk BTC (a) dan ETH (b)	23
9	<i>Scatter plot</i> harga aktual dan prediksi model LSTM untuk BTC (a) dan ETH (b)	24
10	Kurva <i>training</i> dan <i>validation loss</i> model GRU-BTC (a) dan GRU-ETH (b)	26
11	Perbandingan harga aktual dan prediksi model GRU untuk BTC (a) dan ETH (b)	26
12	<i>Scatter plot</i> harga aktual dan prediksi model GRU untuk BTC (a) dan ETH (b)	27
13	Distribusi <i>log return</i> aktual dan prediksi serta garis VaR 95% pada LSTM-BTC (a), LSTM-ETH (b), GRU-BTC (c), dan GRU-ETH (d)	32