



SKRIPSI

**PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN
MODEL BI-GRU DENGAN MONTE CARLO
DROPOUT BERDASARKAN DATA
MAKROEKONOMI**

DANIEL BERGAS PRASETYO
NPM 21081010167

DOSEN PEMBIMBING
Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs
Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN MODEL BI-GRU DENGAN MONTE CARLO DROPOUT BERDASARKAN DATA MAKROEKONOMI

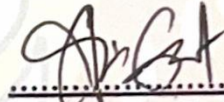
Oleh :
DANIEL BERGAS PRASETYO
NPM. 21081010167

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada
tanggal 21 November 2025

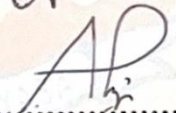
Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs
NIP. 19890205 201803 2 001


.....
(Pembimbing I)

Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T
NIP. 19861008 202121 1 001


.....
(Pembimbing II)

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
NPT. 222198 60 816400


.....
(Ketua Penguji)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom
NIP. 1993121 320220 3 2010


.....
(Anggota Penguji)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

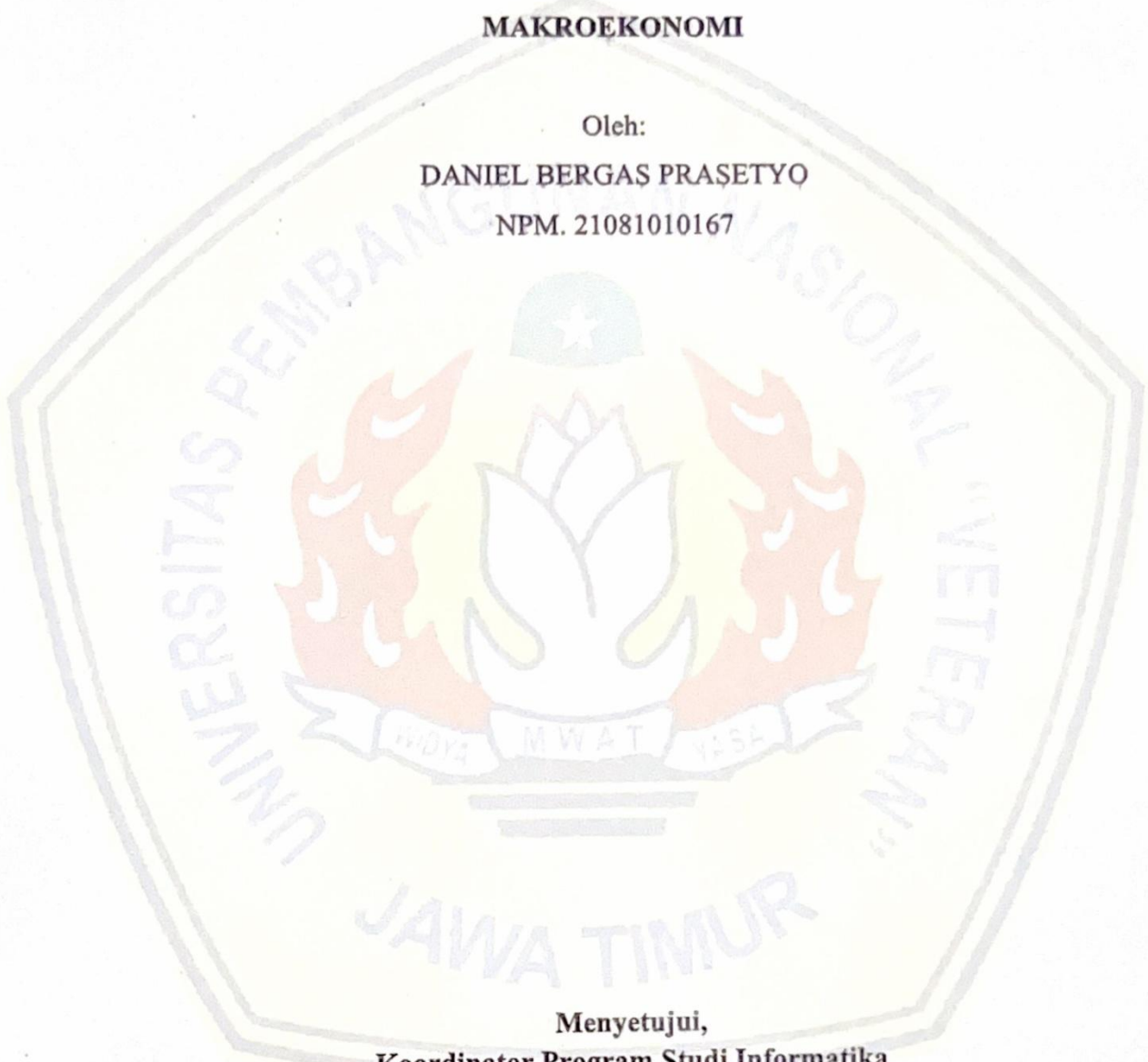
LEMBAR PERSETUJUAN

**PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN MODEL BI-GRU DENGAN
MONTE CARLO DROPOUT BERDASARKAN DATA
MAKROEKONOMI**

Oleh:

DANIEL BERGAS PRASETYO

NPM. 21081010167



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Daniel Bergas Prasetyo
NPM : 21081010167
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 2 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Daniel Bergas Prasetyo
NPM. 21081010167

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Daniel Bergas Prasetyo / 21081010167
Judul Skripsi : Prediksi Harga Emas Menggunakan Model Bi-GRU Dengan Monte Carlo Dropout Berdasarkan Data Makroekonomi
Dosen Pembimbing : 1. Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs
2. Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

Penelitian ini mengevaluasi kemampuan model Bidirectional Gated Recurrent Unit (BI-GRU) yang dipadukan dengan Monte Carlo Dropout untuk memprediksi harga emas (XAU) berdasarkan indikator makroekonomi seperti CPI, DXY, S&P 500, dan harga minyak mentah pada periode 6 Mei 2015 hingga 1 Mei 2025. Studi ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan alat prediksi yang mampu menangkap hubungan non-linear sekaligus mengukur ketidakpastian dalam kondisi pasar yang fluktuatif. Tujuan utamanya adalah menilai kinerja model BI-GRU dengan Monte Carlo Dropout serta membandingkannya dengan BI-GRU biasa. Proses penelitian meliputi pengumpulan data sekunder harian dan bulanan, pra-pemrosesan data (penggabungan, pembersihan, dan normalisasi Min-Max), penentuan window time series, penyetelan hyperparameter (rasio data, ukuran window, jumlah unit GRU, dan tingkat dropout), pelatihan model menggunakan optimizer Adam, serta evaluasi menggunakan metrik MAE, RMSE, dan R^2 . Estimasi ketidakpastian dan interval prediksi diperoleh melalui Monte Carlo sampling. Hasil penelitian menunjukkan korelasi kuat antara harga emas dengan indeks S&P 500 ($r \approx 0.93$) dan CPI ($r \approx 0.89$). Konfigurasi terbaik—rasio data 70:30, window size 90, 128 unit GRU, dan dropout 0.3 memberikan MAE sebesar 0.0479, RMSE sebesar 0.0587, dan R^2 sekitar 0.8845. Sebagai pembandingan, model BI-GRU tanpa Monte Carlo Dropout menghasilkan MAE sebesar 0.0454, RMSE 0.0589, dan R^2 sebesar 0.8751, yang menunjukkan bahwa model tanpa mekanisme dropout memiliki tingkat akurasi dan kemampuan generalisasi yang lebih rendah. Berdasarkan hasil pengujian, model menunjukkan prediksi yang kuat hingga iterasi ke-60, sementara pada iterasi di atas 90 dan 120, kualitas prediksi mulai menurun dan cenderung tidak sensitif terhadap perubahan tren pasar.

Kata kunci : Bi-GRU, Prediksi Harga Emas, Indikator Makroekonomi, Monte Carlo Dropout, Analisis Deret Waktu

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Daniel Bergas Prasetyo / 21081010167
Thesis Title : Gold Price Prediction Using Bi-GRU Model With Monte Carlo Dropout Based on Macroeconomic Data
Advisor : 1. Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs
2. Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

ABSTRACT

This study evaluates the performance of a Bidirectional Gated Recurrent Unit (BI-GRU) model combined with Monte Carlo Dropout for forecasting gold prices (XAU) using macroeconomic indicators such as CPI, DXY, S&P 500, and crude oil prices over the period from May 6, 2015, to May 1, 2025. The research is motivated by the need for predictive tools capable of capturing non-linear relationships while quantifying uncertainty in highly volatile market conditions. The primary objective is to assess the performance of the BI-GRU model with Monte Carlo Dropout and compare it with the standard BI-GRU model. The research procedures include collecting daily and monthly secondary data, performing data preprocessing (merging, cleaning, and Min-Max normalization), determining the time-series window, tuning hyperparameters (data ratio, window size, number of GRU units, and dropout rate), training the model using the Adam optimizer, and evaluating performance using MAE, RMSE, and R^2 metrics. Uncertainty estimation and prediction intervals are generated through Monte Carlo sampling. The results reveal a strong correlation between gold prices and the S&P 500 index ($r \approx 0.93$) as well as CPI ($r \approx 0.89$). The best configuration—70:30 data ratio, a window size of 90, 128 GRU units, and a dropout rate of 0.3—achieved an MAE of 0.0479, an RMSE of 0.0587, and an R^2 of approximately 0.8845. In comparison, the standard BI-GRU model without Monte Carlo Dropout recorded an MAE of 0.0454, an RMSE of 0.0586, and an R^2 of 0.8751, indicating lower accuracy and weaker generalization capability. Based on the multi-iteration forecasting results, the model demonstrates strong predictive performance up to the 60th iteration, while predictions beyond the 90th and 120th iterations show reduced quality and diminished sensitivity to changing market trends.

Keywords: Bi-GRU, Gold Price Prediction, Macroeconomic Indicators, Monte Carlo Dropout, Time Series Analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Prediksi Harga Emas Menggunakan Model Bi-GRU Dengan Monte Carlo Dropout Berdasarkan Data Makroekonomi” dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang mendalam dari beragam pihak, baik secara spiritual, materil, ataupun moril. Oleh karena itu, penulis ingin memberikan terima kasih pada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs, selaku dosen pembimbing pertama, yang telah dengan sabar memberikan arahan, saran, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T, selaku dosen pembimbing kedua, atas segala arahan, masukan yang konstruktif, dan bimbingan akademik yang sangat berarti selama proses penelitian ini.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT, selaku dosen penguji pertama, atas segala kritik dan saran yang membangun selama proses seminar hasil skripsi penelitian ini.
6. Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom., selaku dosen penguji kedua, atas segala arahan, masukan, serta kritik yang membangun selama proses seminar hasil skripsi penelitian ini.
7. Dosen-dosen Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang sudah meluangkan waktu guna berkontribusi pada penelitian ini.
8. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu menemani dan mendukung kelancaran pengerjaan skripsi ini.
9. Teman-teman yang selalu memberikan motivasi dan semangat pada penulis dalam mengerjakan skripsi.

10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi telah berkontribusi dalam mendukung dan membantu kelancaran penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, November 2025

Penulis

Daniel Bergas Prasetyo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 XAU	9
2.3 Prediksi.....	10
2.4 <i>Time Series</i>	11
2.4.1 Trend	11
2.4.2 Seasonal.....	12
2.4.3 Cyclic	12
2.4.4 Irregular.....	13
2.5 Makroekonomi	14
2.5.1 Indeks Harga Konsumen AS.....	14
2.5.2 Indeks Dollar AS.....	14
2.5.3 Indeks Saham S&P 500.....	15
2.5.4 Harga Minyak Mentah	15
2.6 <i>Recurrent Neural Network</i>	15
2.7 <i>Gated Recurrent Unit</i>	17

2.8	<i>Bidirectional Gated Recurrent Unit</i>	19
2.9	<i>Monte Carlo Dropout</i>	21
2.10	<i>Min-Max Scaler</i>	23
2.11	Metrik Evaluasi	24
2.11.1	<i>Mean Absolute Error</i>	24
2.11.2	<i>Root Mean Squared Error</i>	25
2.11.3	<i>Coefficient of Determination</i>	25
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		27
3.1.	Tahapan Penelitian	27
3.2.	Pengumpulan Data	28
3.2.1.	Data Harga Emas.....	29
3.2.2.	Data Makroekonomi.....	30
3.3.	Pra-Pemrosesan Data	30
3.3.1.	<i>Data Merging</i>	31
3.3.2.	<i>Data Cleaning</i>	31
3.3.3.	<i>Normalization</i>	32
3.3.4.	<i>Data Splitting</i>	34
3.4.	Perancangan Model Bi-GRU dengan <i>Monte Carlo</i>	34
3.5.	Evaluasi Model.....	40
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS		43
4.1.	Penyiapan Dataset	43
4.2.	Pra-Pemrosesan Data	43
4.2.1.	<i>Data Merging</i>	44
4.2.2.	<i>Data Cleaning</i>	45
4.2.3.	<i>Normalization</i>	47
4.2.4.	<i>Data Splitting</i>	48
4.3.	Implementasi BI-GRU Dengan <i>Monte Carlo Dropout</i>	49
4.4.	Pengujian Dan Analisis <i>Hyperparameter</i>	51
4.4.1.	Pengujian <i>Data Split</i>	51
4.4.2.	Pengujian <i>Window Size</i>	56
4.4.3.	Pengujian Unit BI-GRU	61
4.4.4.	Pengujian <i>Monte Carlo Dropout</i>	65

4.5.	Hasil Pengujian GRU Dengan <i>Monte Carlo Dropout</i>	70
4.6.	Hasil Pengujian Tanpa <i>Monte Carlo Dropout</i>	71
4.7.	Prediksi Harga Emas	73
4.7.1.	Prediksi Harga Emas Hingga Iterasi ke-30	73
4.7.2.	Prediksi Harga Emas Hingga Iterasi ke-60	74
4.7.3.	Prediksi Harga Emas Hingga Iterasi ke-90	75
4.7.4.	Prediksi Harga Emas Hingga Iterasi ke-120	76
4.8.	Analisis Hubungan Antara Variabel Makroekonomi Dan Emas	77
4.9.	Evaluasi Akhir.....	79
4.9.1.	Perbandingan Kinerja Model	80
4.9.2.	Evaluasi Kinerja Model Berdasarkan Horizon Prediksi	81
4.9.3.	Evaluasi Metrik Utama	83
BAB VPENUTUP.....		86
5.1.	Kesimpulan	86
5.2.	Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA		90
LAMPIRAN.....		92

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Time Series Trend</i>	11
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Time Series Seasonal</i>	12
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Time Series Siklus</i>	13
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Time Series Irregular</i>	13
Gambar 2.5 Arsitektur RNN	16
Gambar 2.6 Arsitektur GRU	18
Gambar 2.7 Arsitektur Bi-GRU	20
Gambar 2.8 Ilustrasi MCDO	22
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.2 Tahapan Pra-Pemrosesan Data	30
Gambar 3.3 Arsitektur Model	35
Gambar 4.1 Dataset Setelah Merging	45
Gambar 4.2 Dataset Setelah Cleaning.....	46
Gambar 4.3 Dataset Setelah Normalisasi.....	48
Gambar 4.4 Pengujian <i>Data Split</i> 7:3	52
Gambar 4.5 Pengujian <i>Data Split</i> 8:2	53
Gambar 4.6 Pengujian <i>Data Split</i> 9:1	54
Gambar 4.7 Pengujian <i>Window Size</i> 30	56
Gambar 4.8 Pengujian <i>Window Size</i> 60	58
Gambar 4.9 Pengujian <i>Window Size</i> 90	59
Gambar 4.10 Pengujian Unit BI-GRU 32	61
Gambar 4.11 Pengujian Unit BI-GRU 64.....	62
Gambar 4.12 Pengujian Unit BI-GRU 128	64
Gambar 4.13 Pengujian <i>Dropout</i> 0.2	66
Gambar 4.14 Pengujian <i>Dropout</i> 0.3	67
Gambar 4.15 Pengujian <i>Dropout</i> 0.4	68
Gambar 4.16 Grafik Hasil GRU MCDO.....	70
Gambar 4.17 Grafik Hasil Uji Tanpa MCDO	72
Gambar 4.18 Grafik Prediksi Iterasi Ke-30	73
Gambar 4.19 Grafik Prediksi Iterasi Ke-60	74

Gambar 4.20 Grafik Prediksi Iterasi Ke-90	75
Gambar 4.21 Grafik Prediksi Iterasi Ke-120	76
Gambar 4.22 Matriks Korelasi antara Harga Emas Dengan Data Makroekonomi	78
Gambar 4.23 Visualisasi Nilai MAE Berdasarkan Horizon Prediksi	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Sumber Data Penelitian.....	29
Tabel 3.2 Nilai Hyperparameter.....	37
Tabel 3.3 Parameter Nilai GRU	38
Tabel 4.1 Perbandingan <i>Data Split</i>	55
Tabel 4.2 Perbandingan <i>Window Size</i>	60
Tabel 4.3 Perbandingan Unit BI-GRU.....	65
Tabel 4.4 Perbandingan <i>Dropout Monte Carlo</i>	69
Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Kinerja Model	80

Halaman ini sengaja dikosongkan