



SKRIPSI

**PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN
METODE BILSTM DENGAN OPTIMASI CUCKOO
SEARCH**

MOCHAMAD NURUL TAUKID

NPM 21081010013

DOSEN PEMBIMBING

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

SURABAYA

2025



SKRIPSI

PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE BILSTM DENGAN OPTIMASI CUCKOO SEARCH

MOCHAMAD NURUL TAUKID

NPM 21081010013

DOSEN PEMBIMBING

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

SURABAYA

2025

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE BILSTM DENGAN OPTIMASI CUCKOO SEARCH

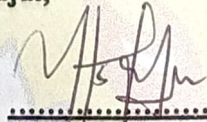
Oleh :

MOCHAMAD NURUL TAUKID
NPM. 21081010013

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada tanggal
16 Mei 2025.

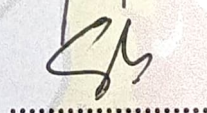
Menyetujui,

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
NIP. 19860425 202121 2 001



(Pembimbing I)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19890705 202121 2 002



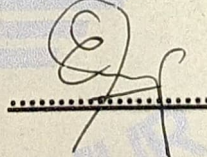
(Pembimbing II)

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



(Ketua Penguji)

Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.
NIP. 19880525 201803 1 001



(Anggota Penguji II)

Mengetahui,

Dekan Fakultasn Ilmu Komputer



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

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE BILSTM DENGAN OPTIMASI CUCKOO SEARCH

Oleh :

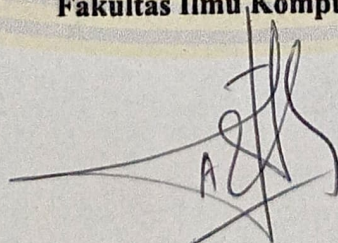
MOCHAMAD NURUL TAUKID

NPM. 21081010013

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 PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Mochamad Nurul Taukid
NPM : 21081010013
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, 24 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



Mochamad Nurul Taukid
NPM. 21081010013

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Mochamad Nurul Taufid / 21081010013
Judul Skripsi : Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode BiLSTM
Dengan Optimasi Cuckoo Search
Dosen Pembimbing : 1. Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.

Emas merupakan komoditas utama yang diminati investor karena dianggap sebagai *safe haven* yang dapat melindungi dan meningkatkan kekayaan. Namun, investasi emas memiliki risiko akibat fluktuasi harga yang tajam. Oleh karena itu, prediksi harga emas sangat penting untuk membantu investor menentukan waktu yang tepat dalam membeli dan menjual emas guna meningkatkan potensi keuntungan. Penelitian ini menggunakan metode prediksi *hybrid* BiLSTM-CSO, yang menggabungkan kemampuan BiLSTM dalam mengelola data deret waktu dua arah dengan algoritma CSO untuk mengoptimasi *hyperparameter* seperti jumlah neuron pada setiap *hidden layer*, *batch size*, dan *dropout rate*, sehingga dapat meningkatkan akurasi prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BiLSTM-CSO menghasilkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0.01315 dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0.81%, sedangkan BiLSTM standar menghasilkan RMSE sebesar 0.03649 dan MAPE sebesar 1.96%. Nilai error yang lebih rendah tersebut menunjukkan bahwa BiLSTM-CSO memiliki tingkat kesalahan prediksi yang lebih kecil dan akurasi yang lebih tinggi. Dengan demikian, model ini berpotensi menjadi alat bantu yang lebih akurat dalam memprediksi harga emas, yang pada akhirnya dapat membantu investor dalam menyusun strategi pembelian dan penjualan emas secara lebih tepat.

Kata Kunci : Investasi Emas, *Bidirectional Long Short Term Memory* (BiLSTM), *Cuckoo Search Optimization* (CSO)

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Nama Mahasiswa / NPM : Mochamad Nurul Taukid / 21081010013
Judul Skripsi : Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode BiLSTM
Dengan Optimasi Cuckoo Search
Dosen Pembimbing : 1. Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.

Gold is a leading commodity favored by investors due to its status as a safe haven that can protect and increase wealth. However, gold investment carries risks due to its highly volatile price fluctuations. Therefore, gold price prediction plays a crucial role in helping investors determine the optimal timing for buying and selling, in order to maximize potential profits. This study applies a hybrid prediction method, BiLSTM-CSO, which combines the ability of BiLSTM to process time series data bidirectionally with the CSO algorithm for optimizing hyperparameters such as the number of neurons in each hidden layer, batch size, and dropout rate, thereby improving prediction accuracy. The results show that BiLSTM-CSO achieves a Root Mean Square Error (RMSE) of 0.01315 and a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 0.81%, while the standard BiLSTM model produces an RMSE of 0.03649 and a MAPE of 1.96%. These lower error values indicate that BiLSTM-CSO yields more accurate predictions. Consequently, the model has the potential to serve as a more reliable tool for forecasting gold prices, ultimately aiding investors in formulating more precise strategies for gold buying and selling decisions.

Keywords : Gold Investment, Bidirectional Long Short Term Memory (BiLSTM), Cuckoo Search Optimization (CSO)

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 Metode BiLSTM Dengan Optimasi Cuckoo Search” dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Ibu Yisti Vita Via, S.ST. M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi yang sangat berarti dalam penyusunan kepada penulis.
4. Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi yang sangat berarti dalam penyusunan kepada penulis.
5. Bapak Chrystia Aji Putra, S.Kom., M.T. selaku Ketua Penguji yang telah mengarahkan penulis dalam pengerjaan skripsi ini sehingga skripsi ini ditulis dengan baik.
6. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom. selaku Anggota Penguji yang telah mengarahkan penulis dalam pengerjaan skripsi ini sehingga skripsi ini ditulis dengan baik.
7. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan kesempatan belajar yang berharga.

8. Keluarga saya tercinta, Bapak Nurkozin (ayah) dan Nur Faizhal Hidayatullah (kakak), yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan moral yang tidak terhingga dalam segala keadaan. Terutama kepada ibu saya tercinta, almarhumah Ibu Supriyatun, yang senantiasa memprioritaskan pendidikan saya, bahkan di tengah kondisi sakit sekalipun.
9. Keluarga Jangan Senggol Boszt, Bapak Fahmi, Diyasinul, Imengdha, Adenglia, dan Sintulia Alexander, yang telah banyak membantu dan setia menjaga kewarasan penulis, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman Lemon Tea, yang telah menjadi pendukung tanpa henti dan menjadi energi di tengah skripsi.
11. Sahabat – sahabat saya, Bismillah Syar'i yang menjadi sumber semangat dan penguat batin selama masa studi dan penyusunan skripsi ini.
12. Teman-Teman mahasiswa Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Angkatan 2021, yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi kepada penulis.

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, 24 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR PSEUDOCODE.....	xxvii
DAFTAR KODE PROGRAM	xxix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Review Penelitian Terdahulu	5
2.2 Harga Emas	11
2.3 <i>Forecasting</i>	11
2.4 <i>Time Series</i>	12
2.5 <i>Deep Learning</i>	12
2.6 <i>Neural Network</i>	14
2.6.1 <i>Input Layer</i>	15
2.6.2 <i>Hidden Layer</i>	16
2.6.3 <i>Output Layer</i>	16
2.7 <i>Recurrent Neural Network</i>	16
2.8 <i>Long Short-Term Memory</i>	18

2.8.1 <i>Forget Gate</i>	20
2.8.2 <i>Input Gate</i>	21
2.8.3 <i>Cell State</i>	22
2.8.4 <i>Output Gate</i>	23
2.9 Fungsi Aktivasi.....	24
2.9.1 Fungsi <i>Sigmoid</i>	25
2.9.2 Fungsi <i>Tanh</i>	25
2.9.3 Fungsi <i>ReLU</i>	26
2.10 <i>Optimizer</i>	27
2.10.1 <i>Optimizer Adam</i>	27
2.10.2 <i>BiLSTM</i>	28
2.11 <i>TensorFlow</i>	29
2.12 <i>Cuckoo Search Optimization</i>	29
2.13 Normalisasi Data	33
2.13.1 <i>Min-Max Normalization</i>	33
2.14 Pengukuran Nilai Error	34
2.14.1 <i>Root Mean Square Error</i>	34
2.14.2 <i>Mean Absolutte Percentage Error</i>	35
2.17 <i>Website</i>	36
2.18 <i>Django</i>	37
2.19 <i>Bootstrap</i>	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Deskripsi Studi Kasus dan Urgensinya	41
3.2 Tahapan Penelitian	42
3.3 Studi Literatur	43
3.4 Analisis dan Desain	43
3.5 Akuisisi Data	45
3.6 <i>Preprocessing</i> Data	46
3.6.1 <i>Checking Null Value</i>	47
3.6.2 Normalisasi Data	48

3.6.3 Sekuens Data	48
3.6.4 <i>Split Data</i>	49
3.7 Pemodelan BiLSTM.....	50
3.7.1 Pembuatan Model BiLSTM.....	51
3.7.2 <i>Set Hyperparameter</i> Dasar BiLSTM.....	53
3.8 <i>Cuckoo Search Optimization</i>	56
3.8.1 Pembuatan Kelas CSO.....	59
3.8.2 Optimasi <i>Hyperparameter</i> dengan CSO.....	64
3.9 Pengujian dan Evaluasi Model BiLSTM-CSO	66
3.9.1 Pelatihan Model.....	67
3.9.2 Prediksi Model.....	68
3.9.3 Evaluasi Model	68
3.9.4 <i>Plotting</i> Hasil.....	69
3.10 Skema Pengujian.....	69
3.11 Pembuatan <i>Website</i>	71
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	73
4.1 Proses Akuisisi Data.....	73
4.2 <i>Preprocessing</i> Data	77
4.2.1 Penanganan <i>Missing Value</i> Data.....	77
4.2.2 Dataset <i>Preview</i>	79
4.2.3 Normalisasi Data	81
4.3.4 Sekuens Data	84
4.3.5 Split Data	85
4.4 Pemodelan BiLSTM.....	87
4.4.1 Reshape Data	87
4.4.2 Set Learning Rate dan Pembuatan Layer BiLSTM.....	89
4.5 Implementasi Cuckoo Search Optimization.....	92
4.5.1 Set Parameter dan Populasi Awal	92
4.5.2 <i>Lévy Flight</i>	94
4.5.3 Pergantian Sarang	97

4.5.4 Evaluasi Solusi	98
4.5.5 Batasan Nilai.....	100
4.5.6 Eksekusi Algoritma.....	101
4.5.7 Visualisasi <i>Fitness</i>	104
4.6 Pelatihan dan Evaluasi Model.....	105
4.6.1 Pelatihan Model.....	106
4.6.2 Prediksi Model.....	115
4.6.3 Evaluasi Hasil	116
4.6.4 Plotting Hasil	119
4.7 Uji Coba dan Analisis Hasil	120
4.7.1 Uji Coba dan Hasil Pengujian Model BiLSTM.....	121
4.7.2 Hasil Pelatihan dan Pengujian Model BiLSTM-CSO	148
4.8 Hasil Pengujian	185
4.9 Pembuatan <i>Website</i>	186
BAB V PENUTUP.....	193
5.1 Kesimpulan	193
5.2 Saran.....	193
DAFTAR PUSTAKA.....	195

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan Arsitektur NN dan DL	13
Gambar 2.2 Arsitektur Deep Learning	13
Gambar 2.3 Arsitektur Neural Network	15
Gambar 2.4 Arsitektur Recurrent Neural Network	17
Gambar 2.5 Arsitektur RNN dan LSTM	18
Gambar 2.6 Arsitektur LSTM	19
Gambar 2.7 Bagian-bagian LSTM	20
Gambar 2.8 Forget Gate LSTM	20
Gambar 2.9 Input Gate LSTM	21
Gambar 2.10 Cell State LSTM	23
Gambar 2.11 Output Gate LSTM	24
Gambar 2.12 Fungsi Sigmoid	25
Gambar 2.13 Fungsi Tanh	26
Gambar 2.14 Fungsi ReLU	26
Gambar 2.15 Arsitektur BiLSTM	28
Gambar 2.16 Struktur Website	36
Gambar 2.17 Arsitektur Django (MVT)	37
Gambar 2.18 Layout Website	38
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	41
Gambar 3.2 Analisis dan Desain	43
Gambar 3.3 Flowchart Preprocessing Data	46
Gambar 3.4 Flowchart Pemodelan BiLSTM	50
Gambar 3.5 Flowchart Pembuatan Model BiLSTM	51
Gambar 3.6 Flowchart Set Hyperparameter Dasar BiLSTM	54
Gambar 3.7 Flowchart CSO	56
Gambar 3.8 Flowchart CSO Dalam Penelitian	59
Gambar 3.9 Pembuatan Kelas CSO	60
Gambar 3.10 Contoh Visualisasi Fitness	63

Gambar 3.11 Flowchart Optimasi Hyperparameter Dengan CSO	64
Gambar 3.12 Flowchart Pengujian Dan Evaluasi BiLSTM-CSO.....	67
Gambar 3.13 Contoh Plotting Hasil	69
Gambar 4.1 Output Scraping Data	75
Gambar 4.2 Dataset Harga Emas	77
Gambar 4.3 Checking Missing Value.....	79
Gambar 4.4 Preview data	81
Gambar 4.5 Harga sebelum normalisasi	83
Gambar 4.6 Harga sesudah normalisasi	83
Gambar 4.7 Shape Data Sebelum Dan Sesudah Sekuens Data.....	85
Gambar 4.8 Split Data.....	87
Gambar 4.9 Data Sebelum Dan Sesudah Reshape.....	89
Gambar 4.10 Summary Model.....	91
Gambar 4.11 Verbose Dan Hasil CSO	104
Gambar 4.12 Fitness Vs Iteration CSO.....	105
Gambar 4.13 Hasil Dari Train Model Bilstm.....	108
Gambar 4.14 Grafik Metrics Loss Model	109
Gambar 4.15 Proses Prediksi Model.....	116
Gambar 4.16 Perhitungan Hasil Uji	118
Gambar 4.17 Hasil Grafik Prediksi Model	120
Gambar 4.18 Runtime Pengujian Arsitektur BiLSTM Satu.....	122
Gambar 4.19 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE Arsitektur BiLSTM Satu	122
Gambar 4.20 Train vs Val Loss Arsitektur BiLSTM Satu	122
Gambar 4.21 Grafik Prediksi Arsitektur BiLSTM Satu.....	123
Gambar 4.22 Runtime Pengujian Arsitektur BiLSTM Dua	124
Gambar 4.23 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE Arsitektur BiLSTM Dua.....	124
Gambar 4. 24 Train vs Val Loss Arsitektur BiLSTM Dua	125
Gambar 4. 25 Grafik Prediksi Arsitektur BiLSTM Satu.....	125
Gambar 4.26 Skenario 70:30.....	127
Gambar 4.27 Runtime Skenario 1 70:30.....	127

Gambar 4.28 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 70:30	127
Gambar 4.29 Train Vs Val Loss Skenario 1 70:30	128
Gambar 4.30 Grafik Prediksi Skenario 1 70:30	128
Gambar 4.31 Skenario 80:20.....	129
Gambar 4.32 Runtime Skenario 2 80:20.....	129
Gambar 4.33 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 80:20	130
Gambar 4.34 Train Vs Val Loss Skenario 2 80:20	130
Gambar 4.35 Grafik Prediksi Skenario 2 80:20	131
Gambar 4.36 Skenario 90:10.....	132
Gambar 4.37 Runtime Skenario 3 90:10.....	132
Gambar 4.38 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 90:10	132
Gambar 4.39 Train Vs Val Loss Skenario 3 90:10	133
Gambar 4.40 Grafik Prediksi Skenario 3 90:10	133
Gambar 4.41 Runtime Skenario 1 0.01	135
Gambar 4.42 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 0.01	135
Gambar 4.43 Train Vs Val Loss Skenario 1 0.01	136
Gambar 4.44 Grafik Prediksi Skenario 1 0.01	136
Gambar 4.45 Runtime Skenario 2 0.001	137
Gambar 4.46 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 0.001	137
Gambar 4.47 Train Vs Val Loss Skenario 2 0.001	138
Gambar 4.48 Grafik Prediksi Skenario 2 0.001	138
Gambar 4.49 Runtime Skenario 3 0.0001	139
Gambar 4.50 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE 0.0001	139
Gambar 4.51 Train Vs Val Loss Skenario 3 0.0001	140
Gambar 4.52 Train Vs Val Loss Skenario 3 0.0001	140
Gambar 4.53 Runtime Skenario 1 Hidden Layer 2.....	142
Gambar 4.54 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE Hidden Layer 2	142
Gambar 4.55 Train Vs Val Loss Skenario 1 Hidden Layer 2	143
Gambar 4.56 Grafik Prediksi Skenario 1 Hidden Layer 2	143
Gambar 4.57 Runtime Skenario 2 Hidden Layer 3.....	144

Gambar 4.58 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE Hidden Layer 3	144
Gambar 4.59 Train Vs Val Loss Skenario 2 Hidden Layer 3	145
Gambar 4.60 Grafik Prediksi Skenario 2 Hidden Layer 3	145
Gambar 4.61 Runtime Skenario 3 Hidden Layer 4.....	146
Gambar 4.62 Evaluasi Hasil RMSE Dan MAPE Hidden Layer 4.....	146
Gambar 4.63 Train Vs Val Loss Skenario 3 Hidden Layer 4.....	146
Gambar 4.64 Grafik Prediksi Skenario 3 Hidden Layer 4	147
Gambar 4.65 Solusi Dan Fitness Skenario 1 Nests 10.....	149
Gambar 4.66 Grafik Fitness Setiap Iterasi Nests 10	150
Gambar 4.67 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Model Nests 10.....	150
Gambar 4.68 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Nests 10	150
Gambar 4.69 Train Vs Val Loss Skenario 1 Nests 10	151
Gambar 4.70 Grafik Prediksi Skenario 1 Nests 10	151
Gambar 4.71 Solusi Dan Fitness Skenario 1 Nests 15.....	152
Gambar 4.72 Grafik Fitness Setiap Iterasi Nests 15	152
Gambar 4.73 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Nests 15	153
Gambar 4.74 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Nests 15	153
Gambar 4.75 Train Vs Val Loss Skenario 2 Nests 25	154
Gambar 4.76 Grafik Prediksi Skenario 2 Nests 15	154
Gambar 4.77 Solusi Dan Fitness Skenario 3 Nests 25.....	155
Gambar 4.78 Grafik Fitness Setiap Iterasi Nests 25	155
Gambar 4.79 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Model Nests 25.....	156
Gambar 4.80 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Nests 25	156
Gambar 4.81 Train Vs Val Loss Skenario 3 Nests 25	156
Gambar 4.82 Grafik Prediksi Skenario 3 Nests 25	157
Gambar 4.83 Solusi Dan Fitness Skenario 4 Nests 50.....	157
Gambar 4.84 Grafik Fitness Setiap Iterasi Nests 50	158
Gambar 4.85 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Model Nests 50.....	158
Gambar 4.86 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Nests 50	158
Gambar 4.87 Train Vs Val Loss Skenario 4 Nests 50	159

Gambar 4.88 Grafik Prediksi Skenario 4 Nests 50	159
Gambar 4.89 Solusi Dan Fitness Skenario 1 Nests Pa 0.1	161
Gambar 4.90 Grafik Fitness Setiap Iterasi Pa 0.1	161
Gambar 4.91 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Model Pa 0.1	162
Gambar 4.92 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Pa 0.1	162
Gambar 4.93 Train Vs Val Loss Skenario 1 Pa 0.1	163
Gambar 4.94 Grafik Prediksi Skenario 1 Pa 0.1	163
Gambar 4.95 Solusi Dan Fitness Skenario 2 Pa 0.25.....	164
Gambar 4.96 Grafik Fitness Setiap Iterasi Pa 0.25	164
Gambar 4.97 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Pa 0.25	165
Gambar 4.98 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Pa 0.25	165
Gambar 4.99 Train Vs Val Loss Skenario 2 Pa 0.25	165
Gambar 4.100 Grafik Prediksi Skenario 2 Pa 0.25	166
Gambar 4.101 Solusi Dan Fitness Skenario 3 Pa 0.4.....	167
Gambar 4.102 Grafik Fitness Setiap Iterasi Pa 0.4	167
Gambar 4.103 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Pa 0.4.....	168
Gambar 4.104 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Pa 0.4	168
Gambar 4.105 Train Vs Val Loss Skenario 3 Pa 0.4	168
Gambar 4.106 Grafik Prediksi Skenario 3 Pa 0.4	169
Gambar 4.107 Solusi Dan Fitness Skenario 4 Pa 0.5.....	169
Gambar 4.108 Grafik Fitness Setiap Iterasi Pa 0.5	170
Gambar 4.109 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Pa 0.5.....	170
Gambar 4.110 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Pa 0.5	171
Gambar 4.111 Train Vs Val Loss Skenario 4 Pa 0.5	171
Gambar 4.112 Grafik Prediksi Skenario 4 Pa 0.5	171
Gambar 4.113 Solusi Dan Fitness Skenario 1 Iterations 10.....	173
Gambar 4.114 Grafik Fitness Setiap Iterasi Iterations 10	173
Gambar 4.115 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Model Iterations 10	174
Gambar 4.116 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Iterations 10.....	174
Gambar 4.117 Train Vs Val Loss Skenario 1 Iterations 10	174

Gambar 4.118 Grafik Prediksi Skenario 1 Iterations 10	175
Gambar 4.119 Solusi Dan Fitness Skenario 2 Iterations 25.....	176
Gambar 4.120 Grafik Fitness Setiap Iterasi Iterations 25	176
Gambar 4.121 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Iterations 25.....	177
Gambar 4.122 Hasil Evaluasi RMSE Dan MAPE Iterations 25	177
Gambar 4.123 Train Vs Val Loss Skenario 2 Iterations 25	177
Gambar 4.124 Grafik Prediksi Skenario 2 Iterations 25	178
Gambar 4.125 Solusi Dan Fitness Skenario 3 Iteratons 50.....	179
Gambar 4.126 Grafik Fitness Setiap Iterasi Iterations 50	179
Gambar 4.127 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Iterations 50.....	180
Gambar 4.128 Hasil Dan Evaluasi RMSE Dan MAPE Iterations 50	180
Gambar 4.129 Train Vs Val Loss Skenario 3 Iteratons 50	180
Gambar 4.130 Grafik Prediksi Skenario 3 Iterations 50	181
Gambar 4.131 Solusi Dan Fitness Skenario 4 Iteratons 100.....	182
Gambar 4.132 Grafik Fitness Setiap Iterasi Iterations 100	182
Gambar 4.133 Runtime Optimasi Dan Pelatihan Iterations 100.....	183
Gambar 4.134 Hasil Dan Evaluasi RMSE Dan MAPE Iterations 100	183
Gambar 4.135 Train Vs Val Loss Skenario 4 Iteratons 100	183
Gambar 4.136 Grafik Prediksi Skenario 4 Iterations 100	184
Gambar 4.137 Halaman Dashboard Website	187
Gambar 4.138 Header Website.....	187
Gambar 4.139 Dropdown Menu Berita.....	188
Gambar 4.140 Tab informasi website	188
Gambar 4.141 Sidebar Website	189
Gambar 4.142 Footer Website.....	189
Gambar 4.143 Ringkasan Harga Emas	190
Gambar 4.144 Grafik harga emas aktual.....	190
Gambar 4.145 Grafik prediksi harga emas.....	191
Gambar 4.146 Tabel harga emas aktual	191
Gambar 4.147 Tabel prediksi harga emas	192

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE	35
Tabel 3.1 Data Harga Emas ANTAM daru Harga-emas.net	45
Tabel 3.2 Penghapusan Nilai Kosong	47
Tabel 3.3 Data Bersih Tanpa Nilai Kosong.....	47
Tabel 3.4 Data Sebelum Dan Sesudah Normalisasi	48
Tabel 3.5 Sekuens Data	49
Tabel 3.6 Jumlah Data Uji Dan Latih Sesuai Skenario	50
Tabel 3.7 Data Harga Emas Sebelum Reshape	52
Tabel 3.8 Data Harga Emas Setelah Reshape	52
Tabel 3.9 Layer-Layer BiLSTM.....	53
Tabel 3.10 Komponen Optimasi	53
Tabel 3.11 Set Learning Rate	55
Tabel 3.12 Set hidden layer	56
Tabel 3.13 Parameter Awal CSO	60
Tabel 3.14 Bounds Untuk Hyperparameter.....	63
Tabel 3.15 Set Jumlah Nests	65
Tabel 3.16 Set Probabilitas Pengganti Sarang (P_a)	66
Tabel 3.17 Set iterations	66
Tabel 3.18 Hyperparameter	67
Tabel 3.19 Skema Pengujian Hyperparameter Dasar.....	70
Tabel 3.20 Skema Pengujian Parameter CSO	71
Tabel 4.1 Detail Arsitektur BiLSTM Satu.....	121
Tabel 4.2 Detail Arsitektur BiLSTM Dua	123
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Arsitektur BiLSTM	126
Tabel 4.4 Skenario Pengujian Splitting Data	127
Tabel 4.5 Hasil Pelatihan Dan Pengujian Splitting Data.....	134
Tabel 4.6 Skenario Pengujian Learning Rate	134

Tabel 4.7 Hasil Pelatihan Dan Pengujian Learning Rate	141
Tabel 4.8 Skenario Pengujian Hidden Layer.....	142
Tabel 4.9 Hasil Pelatihan Dan Pengujian Hidden Layer.....	147
Tabel 4.10 Bounds Hyperparameter Pengujian CSO	148
Tabel 4.11 Skenario Pengujian Jumlah Nests	149
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Jumlah Nests	160
Tabel 4.13 Skenario Pengujian Pa.....	161
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Pa	172
Tabel 4.15 Skenario Pengujian Iterations.....	172
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Jumlah Iterations.....	184
Tabel 4.17 Hasil Pelatihan Dan Uji Coba Perbandingan Model.....	185

DAFTAR PSEUDOCODE

Pseudocode 1 Scraping Data Harga Emas	73
Pseudocode 2 Menampilkan Dataset	76
Pseudocode 3 Checking Missing Value	78
Pseudocode 4 Preview Data	79
Pseudocode 5 Normalisasi data.....	82
Pseudocode 6 Sekuens Data.....	84
Pseudocode 7 Split Data.....	86
Pseudocode 8 Reshape Data.....	88
Pseudocode 9 Arsitektur BiLSTM	89
Pseudocode 10 Set Parameter Dan Populasi Awal.....	93
Pseudocode 11 Lévy flight.....	95
Pseudocode 12 Pergantian Sarang	97
Pseudocode 13 Evaluasi Solusi.....	99
Pseudocode 14 Batasan Nilai	101
Pseudocode 15 Eksekusi Algoritma CSO	102
Pseudocode 16 Visualisasi Fitness	104
Pseudocode 17 Pelatihan Dan Evaluasi Model BiLSTM	106
Pseudocode 18 Plotting Loss BiLSTM.....	108
Pseudocode 19 Fungsi Fitness BiLSTM-CSO.....	110
Pseudocode 20 Optimasi Hyperparameter Dengan CSO.....	113
Pseudocode 21 Prediksi Model	115
Pseudocode 22 Evaluasi hasil	116
Pseudocode 23 Plotting Hasil.....	119

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 1 Scraping Data.....	74
Kode Program 2 Menampilkan Dataset	76
Kode Program 3 Checking Missing Value	78
Kode Program 4 Preview Dataset	80
Kode Program 5 Normalisasi Data	82
Kode Program 6 Sekuens Data	84
Kode Program 7 Split Data	86
Kode Program 8 Reshape Data	88
Kode Program 9 Arsitektur BiLSTM Satu.....	90
Kode Program 10 Arsitektur BiLSTM Dua	92
Kode Program 11 Set Parameter Dan Populasi Awal.....	93
Kode Program 12 Lévy flight	95
Kode Program 13 Pergantian Sarang	98
Kode Program 14 Evaluasi Solusi.....	99
Kode Program 15 Batasan Nilai.....	101
Kode Program 16 Eksekusi Algoritma CSO	102
Kode Program 17 Visualisasi Fitness.....	105
Kode Program 18 Pelatihan Dan Evaluasi Model BiLSTM	107
Kode Program 19 Plotting Loss BiLSTM.....	109
Kode Program 20 Fungsi Fitness BiLSTM-CSO.....	111
Kode Program 21 Optimasi Hyperparameter Dengan CSO	113
Kode Program 22 Prediksi Model.....	115
Kode Program 23 Evaluasi Hasil	117
Kode Program 24 Plotting Hasil	119

Halaman ini sengaja dikosongkan