

**PENERAPAN MODEL DERET WAKTU HARGA EMAS
MENGUNAKAN LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)
DAN BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY (BI-
LSTM)**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

HABIB SEPTRIAN PRIYANTO

1192001025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Habib Septrian Priyanto

NIM : 1192001025

Tanda Tangan :



Tanggal : 30 Agustus 2023


HALAMAN PENGESAHAN


Tugas Akhir ini diajukan oleh:


Nama : Habib Septrian Priyanto
NIM : 1192001025
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : PENERAPAN MODEL DERET WAKTU
HARGA EMAS MENGGUNAKAN LONG
SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN
BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM
MEMORY (BI-LSTM)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembahas juga menyelesaikan revisi tugas akhir ini dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam mengikuti yudisium untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bakrie.

DEWAN PEMBIMBING

Dosen Pembimbing : Iwan Adhicandra, ST, M.Sc, SMIEEE ()

Dosen Pembahas 1 : Prof. Dr. Hoga Saragih, ST, MT. ()

Dosen Pembahas 2 : Albert A. Sembiring, ST, MKom. ()

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal : 28 Agustus 2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas nikmat dan rahmatNya, dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat proses penyelesaian mata kuliah tugas akhir yang diprogramkan pada semester genap 2022/2023 di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.

Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan oleh penulis berdasarkan apa yang telah penulis lakukan observasi dan uji coba terhadap algoritma yang dipakai pada penelitian ini. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Universitas Bakrie yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk mengambil mata kuliah tugas akhir ini.
2. Bapak Iwan Adhicandra, ST, M.Sc, MIEEE selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Bakrie dan Dosen Pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan masukan selama penyusunan tugas akhir sampai dengan selesainya penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Yusuf Lestanto, ST., MSc. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir sebelumnya yang selalu memberikan masukan sebelum dan selama penyusunan proposal tugas akhir sampai hampirnya selesai proposal tugas akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Hoga Saragih, ST, MT dan Bapak Albert A. Sembiring, ST, MKom selaku pembahas 1 dan 2 yang senantiasa meluangkan waktu dan memberikan bimbingan serta masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materiil.
6. Teman-teman seperjuangan saya: Muhammad Rafi Rachmansyah, Iqtarra Risqiva, M Nur Wahyu yang menjadi tempat *support* atau dukungan, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Chika Aisyah Putri Setianto yang telah memberi banyak bantuan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini hingga sampai meluangkan banyak waktu untuk saya.

8. Bayu Aji Setyawan yang telah membantu dan memberi masukan terhadap tugas akhir yang telah saya buat.
9. Serta rekan-rekan Teknik Informatika Universitas Bakrie: Dinis, Dani, Aqmal, Kevin, Erbe, Naufal, Hilma, Ical, Alvin, Syeela, Arsy, Mario, Roma, Fathan, dan Figo yang telah mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman discord Alif Dw, Kiwan, Rico, Hatta, Raven, Fauzan, Andy, Alan, Carlo, Irfan, Fikri, Recchi dan teman discord lainnya yang saya tidak bisa sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung saya dalam pengerjaan skripsi ini.

Tugas akhir ini ditulis dengan segala keterbatasan wawasan dan pikiran penulis, sehingga masih banyak kekurangan pada tulisan ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan koreksinya dari berbagai pihak, khususnya dosen pembimbing dan para dewan pembahas.

Jakarta, 30 Agustus 2023



Habib Septrian Priyanto

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Habib Septrian Priyanto
NIM : 1192001025
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksekutif (Non-exclusive Royalti Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Penerapan Model Deret Waktu Harga Emas Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM). Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksekutif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (dataset), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 31 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Habib Septrian Priyanto

PENERAPAN MODEL DERET WAKTU HARGA EMAS MENGUNAKAN LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY (BI- LSTM)

Habib Septrian Priyanto

ABSTRAK

Emas merupakan logam mulia yang sering digunakan alat investasi dan memiliki nilai ekonomis. Kenaikan peminat dan nilai emas pada tahun 2023 naik dari tahun 2019 dikarenakan emas dianggap sebagai investasi yang mudah dilakukan, memiliki risiko rendah, dan cenderung mengalami kenaikan nilai dalam jangka waktu tertentu. Namun, emas memiliki sifat fluktuasi di pasar emas sehingga sangat sulit dan rumit untuk dipelajari. Maka dari itu, solusi dari permasalahan ini adalah menggunakan *neural networks* sebagai metode untuk prediksi harga emas yaitu algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM). Peneliti menggunakan data berisi 1143 baris data dengan jangka waktu 2 Januari 2019 - 19 Juli 2023 yang akan dievaluasi dengan *Mean Percentage Absolute Error* (MAPE), *Root-Mean-Square Error* (RMSE), dan *Coefficient of determination* (R-squared) sebagai *output*-nya. Hasil model Bi-LSTM lebih baik dibanding LSTM juga pada penelitian sebelumnya dalam aspek evaluasi performa model MAPE. Tetapi, hasil dalam aspek evaluasi performa model RMSE memiliki hasil lebih baik penelitian sebelumnya daripada hasil penelitian ini.

Kata Kunci: emas, deret waktu, *neural networks*, LSTM, Bi-LSTM

IMPLEMENTATION OF GOLD PRICE TIME SERIES MODEL USING LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) AND BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY (BI-LSTM)

Habib Septrian Priyanto

ABSTRACT

Gold is a precious metal that is often used as an investment tool and has economic value. The increase in enthusiasts and the value of gold in 2023 will increase from 2019 because gold is considered an investment that is easy to make, has low risk, and tends to increase in value within a certain period of time. However, gold has a fluctuating nature in the gold market making it very difficult and complicated to learn. Therefore, the solution to this problem is to use a neural network as a method for predicting gold prices, namely the Long Short-Term Memory (LSTM) and Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) algorithms. The researcher uses data as many as 1143 rows of data with a period of 2 January 2019 - 19 July 2023 which will be evaluated with the Mean Percentage Absolute Error (MAPE), Root-Mean-Square Error (RMSE), and Coefficient of Deterction (R-squared) as output -his. The results of the Bi-LSTM model are better than the LSTM in previous studies in the aspect of evaluating the performance of the MAPE model. But the results in the aspect of evaluating the performance of the RMSE model have better results from previous studies than the results of this study.

Keywords: gold, time series, neural networks, LSTM, Bi-LSTM

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan	5
2.1.1 Tinjauan Umum Tentang Emas	5
2.1.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga Emas.....	5
2.2 Model.....	6
2.3 <i>Neural Networks</i>	6
2.4 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	6
2.4.1 <i>Forget Gate</i>	7
2.4.2 <i>Input Gate</i>	8
2.4.3 <i>Output Gate</i>	8
2.5 <i>Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM)</i>	9
2.6 <i>Preprocessing Data</i>	10
2.7 <i>Hyperparameter</i>	11
2.7 Evaluasi Performa Model.....	12
2.7.1 <i>Coefficient of determination (R-squared)</i>	12

2.7.2	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	13
2.7.3	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	13
2.8	Hipotesis (Komparatif).....	13
BAB 3	METODE PENELITIAN.....	24
3.1	Kerangka Penelitian.....	24
3.2	<i>Tools</i> Pemakaian dan Implementasinya	25
3.3	Pengumpulan Data.....	27
3.4	<i>Preprocessing</i> Data	29
3.5	<i>Data Splitting</i>	32
3.6	<i>Pre-Modelling</i>	34
3.7	<i>Modelling</i>	36
3.8	Evaluasi dan Hasil	38
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1	Implementasi Skenario	42
4.2	Training	43
4.3	Evaluasi	47
4.3.1	Skenario Pertama	49
4.3.2	Skenario Kedua	53
4.3.3	Skenario Ketiga.....	58
4.3.4	Hasil Evaluasi.....	61
4.4	Perbandingan Hasil.....	63
BAB 5	PENUTUP.....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	65
	Daftar Pustaka	66
	Lampiran	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur LSTM (Alhamdani et al, 2021)	7
Gambar 2. 2 Arsitektur Bi-LSTM	10
Gambar 3. 1 Tahapan Metode	24
Gambar 3. 2 Pengambilan informasi spesifikasi Google Colab.....	25
Gambar 3. 3 Tampilan Google Colab.....	26
Gambar 3. 4 Tampilan Notebook	26
Gambar 3. 5 Hasil eksekusi pada Notebook.....	27
Gambar 3. 6 Pengambilan data dari Yahoo Finance	27
Gambar 3. 7 Data harga emas.....	29
Gambar 3. 8 Alur <i>Preprocessing</i> Data	30
Gambar 3. 9 Data harga emas yang sudah direduksi.....	31
Gambar 3. 10 Data harga emas yang sudah dinormalisasi	32
Gambar 3. 11 Alur data <i>splitting</i>	32
Gambar 3. 12 Pembagian data pada data Train 80%	34
Gambar 3. 13 Alur <i>pre-modelling</i>	35
Gambar 3. 14 Konversi data menjadi numpy array dan <i>reshaping</i> data	36
Gambar 3. 15 Alur <i>modelling</i>	36
Gambar 3. 17 Evaluasi menggunakan RMSE, R-squared, dan MAPE.....	41
Gambar 4. 1 Data <i>train</i> 70%.....	43
Gambar 4. 2 Data <i>train</i> 75%.....	43
Gambar 4. 3 Data <i>train</i> 80%.....	44
Gambar 4. 4 Model <i>Training</i> LSTM	44
Gambar 4. 5 Model <i>Training</i> Bi-LSTM.....	44
Gambar 4. 6 Perkembangan <i>training</i> LSTM.....	45
Gambar 4. 7 Perkembangan <i>training</i> Bi-LSTM.....	45
Gambar 4. 8 <i>Summary</i> model LSTM.....	46
Gambar 4. 9 <i>Summary</i> model Bi-LSTM	46
Gambar 4. 10 Inisialisasi variabel <i>output</i> dan validasi.....	47
Gambar 4. 11 Evaluasi & Denormalisasi dan <i>Output</i> untuk performa model & Plot	49

Gambar 4. 12 Output <i>loop</i> 5 kali pengujian pada performa model	49
Gambar 4. 13 Output <i>loop</i> 5 kali pengujian pada Plot	49
Gambar 4. 14 Hasil evaluasi performa model RMSE, MAPE, dan R-squared skenario pertama dengan 5 kali pengujian	50
Gambar 4. 15 Plot Skenario Pertama dengan pengujian ke-1	51
Gambar 4. 16 Plot Skenario Pertama dengan pengujian ke-2	51
Gambar 4. 17 Plot Skenario Pertama dengan pengujian ke-3	52
Gambar 4. 18 Plot Skenario Pertama dengan pengujian ke-4	52
Gambar 4. 19 Plot Skenario Pertama dengan pengujian ke-5	53
Gambar 4. 20 Hasil evaluasi performa model RMSE, MAPE, dan R-squared skenario kedua dengan 5 kali pengujian	54
Gambar 4. 21 Plot Skenario Kedua dengan pengujian ke-1	55
Gambar 4. 22 Plot Skenario Kedua dengan pengujian ke-2	55
Gambar 4. 23 Plot Skenario Kedua dengan pengujian ke-3	56
Gambar 4. 24 Plot Skenario Kedua dengan pengujian ke-4	56
Gambar 4. 25 Plot Skenario Kedua dengan pengujian ke-5	57
Gambar 4. 26 Hasil evaluasi performa model RMSE, MAPE, dan R-squared skenario ketiga dengan 5 kali pengujian	58
Gambar 4. 27 Plot Skenario Ketiga dengan pengujian ke-1	59
Gambar 4. 28 Plot Skenario Ketiga dengan pengujian ke-2	59
Gambar 4. 29 Plot Skenario Ketiga dengan pengujian ke-3	60
Gambar 4. 30 Plot Skenario Ketiga dengan pengujian ke-4	60
Gambar 4. 31 Plot Skenario Ketiga dengan pengujian ke-5	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Google Colab	25
Tabel 3. 2 Data yang diambil dari Yahoo Finance	28
Tabel 3. 3 Pembagian data.....	33
Tabel 3. 4 Komposisi Data	34
Tabel 3. 5 Sampel nilai aktual dan nilai prediksi	38
Tabel 3. 6 Sampel hasil setiap indeks evaluasi model	40
Tabel 3. 7 Sampel hasil rata-rata evaluasi model	40
Tabel 4. 1 Parameter yang digunakan pada model LSTM	42
Tabel 4. 2 Parameter yang digunakan pada model Bi-LSTM.....	42
Tabel 4. 3 Skenario pada kedua model LSTM dan Bi-LSTM	42
Tabel 4. 4 Hasil evaluasi performa model dengan menguji skenario.....	62
Tabel 4. 5 Hasil terbaik model LSTM dan Bi-LSTM pada MAPE dan RMSE...	63
Tabel 4. 6 Hasil terbaik model LSTM dan Bi-LSTM pada R-squared	63
Tabel 4. 7 Hasil perbandingan terbaik dengan penelitian (Madhika et al., 2023)	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: <i>Timeline</i>	72
Lampiran 2: <i>Source Code</i> Prediksi Harga Emas.....	73
Lampiran 3: Data Harga Emas Yahoo Finance GC=F.....	78