

**PERBANDINGAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU)
UNTUK PREDIKSI CRYPTOCURRENCY AAVE**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

DICKY AKBAR BAIHAQKI

21.11.4396

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**PERBANDINGAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU)
UNTUK PREDIKSI CRYPTOCURRENCY AAVE**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

DICKY AKBAR BAIHAQKI

21.11.4396

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY
(LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU) UNTUK PREDIKSI
CRYPTOCURRENCY AAVE**

yang disusun dan diajukan oleh

Dicky Akbar Baihaqki

21.11.4396

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 21 Januari 2025

Dosen Pembimbing,


Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302393

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY
(LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU) UNTUK PREDIKSI
CRYPTOCURRENCY AAVE**

yang disusun dan diajukan oleh

Dicky Akbar Baihaqki

21.11.4396

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 21 Januari 2025

Susunan Dewan Penguji

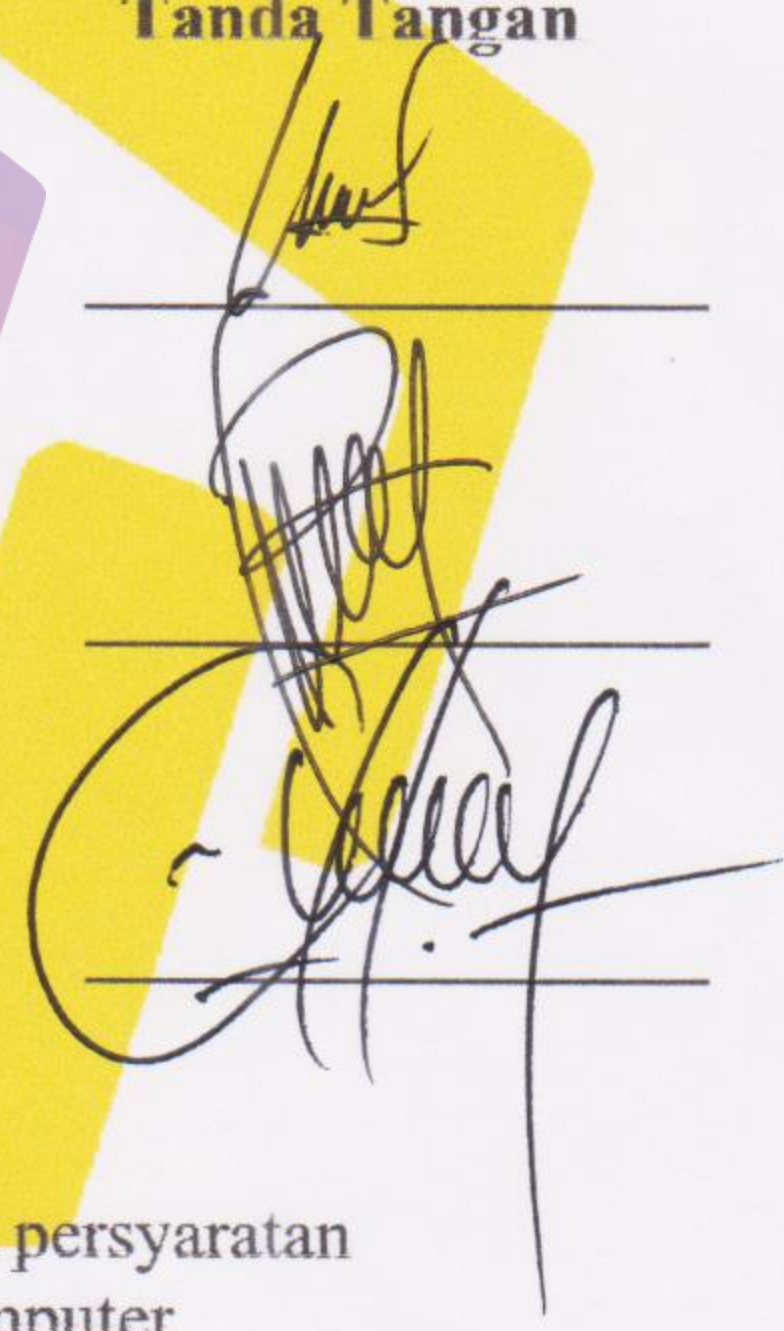
Nama Penguji

Tanda Tangan

Ike Verawati, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302237

Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 190302228

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 21 Januari 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Dicky Akbar Baihaqki
NIM : 21.11.4396

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Perbandingan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) untuk Prediksi Cryptocurrency Aave

Dosen Pembimbing : Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 21 Januari 2025

Yang Menyatakan,



Dicky Akbar Baihaqki

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Perbandingan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) untuk Prediksi Cryptocurrency Aave*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi S1 Informatika di Universitas Amikom Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pembaca serta pihak-pihak yang berkepentingan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Yogyakarta , 27 Desember 2024

Penulis,

DAFTAR ISI

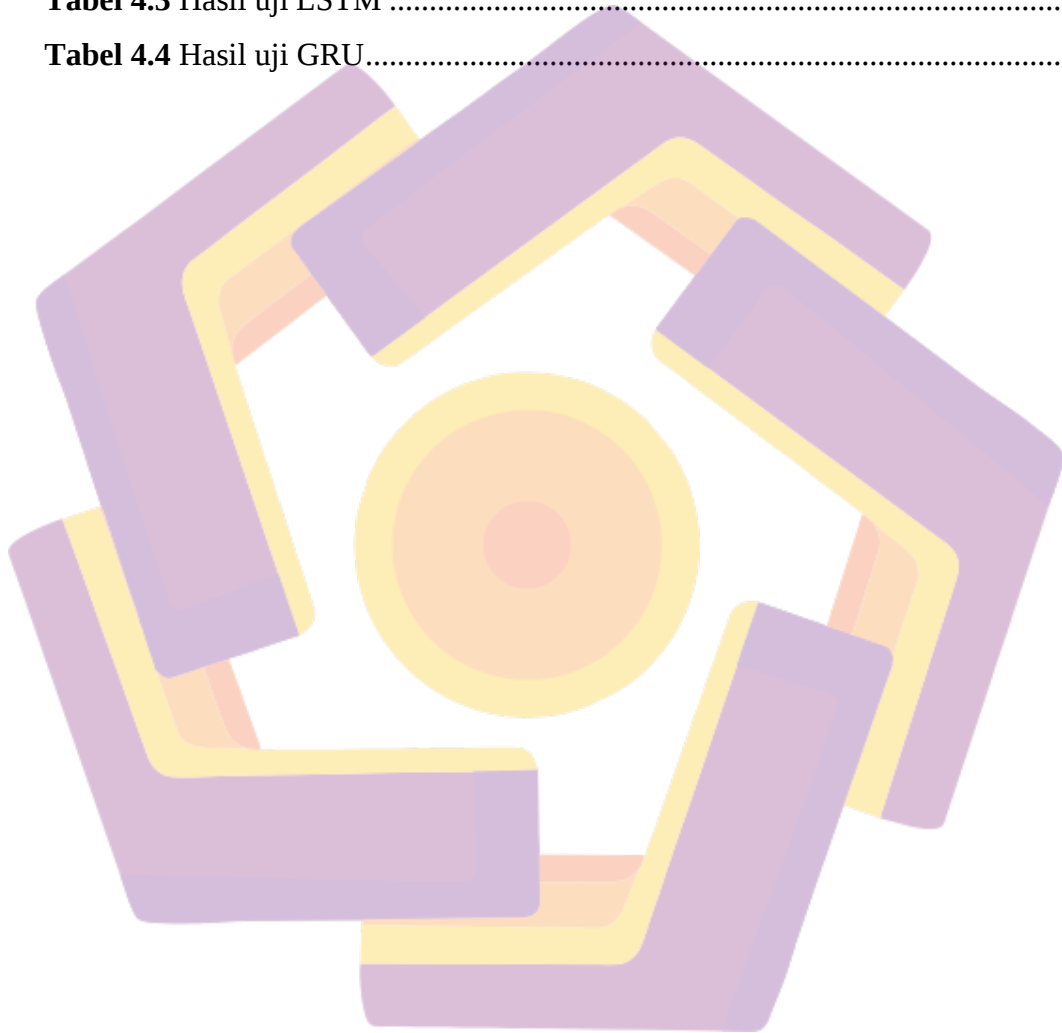
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR ISTILAH	xiii
INTISARI	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1 Investasi	12

2.2.2 Cryptocurrency	12
2.2.3 Deep Learning.....	13
2.2.4 Time Series Forecasting.....	15
2.2.5 Long Short-Term Memory (LSTM)	16
2.2.6 Gated Recurrent Unit (GRU)	17
2.2.7 Metrik Evaluasi.....	19
2.2.7.1 Root Mean Squared Error (RMSE).....	19
2.2.7.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	19
2.2.7.3 Mean Absolute Error (MAE).....	20
2.2.7.4 Mean Squared Error (MSE).....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Objek Penelitian.....	22
3.2 Alur Penelitian	23
3.2.1 Pengumpulan Dataset.....	23
3.2.2 Pre-processing.....	23
3.2.2.2 Outlier Data.....	24
3.2.3 Modeling.....	26
3.2.4 Training Model	26
3.2.5 Evaluasi Model	26
3.2.6 Hasil & Kesimpulan.....	27
3.3 Alat dan Bahan.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Profil Dataset	29
4.2 Pre-Processing.....	29
4.2.1 Data Cleaning.....	29

4.2.2 Datetime	31
4.2.3 Outlier Data.....	32
4.2.4 Normalisasi	35
4.2.5 Reshape Dataset	37
4.3 Modeling.....	37
4.3.1 LSTM.....	37
4.3.2 GRU	39
4.4 Training.....	40
4.4.1 Plot Loss.....	41
4.5 Evaluasi.....	42
4.5.1 Skenario Pengujian	42
4.5.2 Evaluasi.....	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
REFERENSI	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian.....	8
Tabel 4.1 Profil Dataset.....	29
Tabel 4.2 Skenario pengujian.....	42
Tabel 4.3 Hasil uji LSTM	43
Tabel 4.4 Hasil uji GRU.....	43

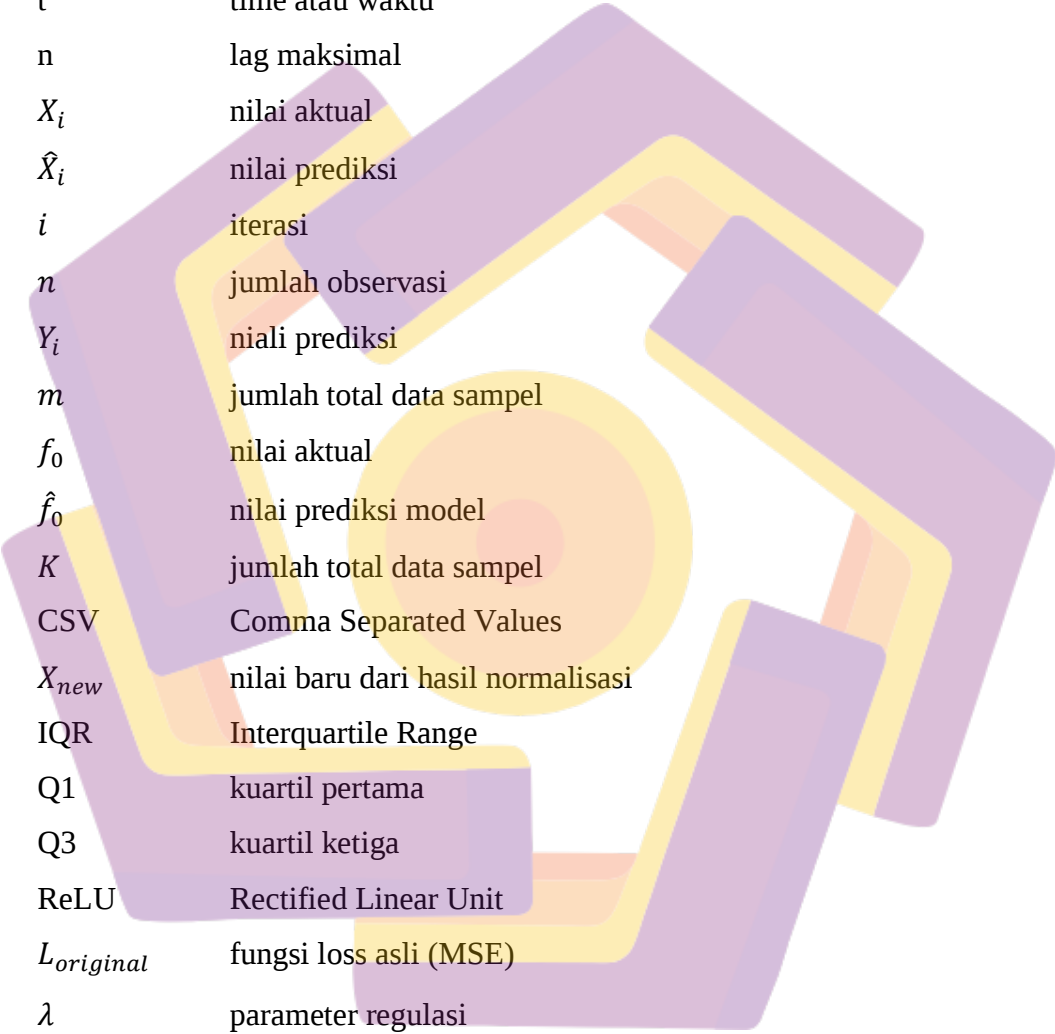


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Blockchain	13
Gambar 2.2 Deep Learning	14
Gambar 2.3 Ilustrasi Deep Learning	14
Gambar 2.4 Gate LSTM.....	17
Gambar 2.5 Gate GRU	18
Gambar 4.1 Memeriksa null value	29
Gambar 4.2 Null value	30
Gambar 4.3 Drop kolom.....	30
Gambar 4.4 Kolom akhir.....	31
Gambar 4.5 Mengubah Datetime	31
Gambar 4.6 Jenis data awal.....	31
Gambar 4.7 Jenis data setelah diubah.....	32
Gambar 4.8 Mendeteksi Outlier data.....	33
Gambar 4.9 Boxplot outlier data	33
Gambar 4.10 Scatterplot Outlier data	34
Gambar 4. 11 Menghilangkan Outlier data	34
Gambar 4.12 Boxplot tanpa Outlier data.....	34
Gambar 4.13 Scatterplot tanpa Outlier data	35
Gambar 4.14 Min-Max Scaller.....	35
Gambar 4.15 Visualisasi sebelum Normalisasi	36
Gambar 4.16 Visualisasi sesudah Normalisasi.....	36
Gambar 4.17 Shape data.....	37
Gambar 4. 18 Modeling LSTM.....	38
Gambar 4.19 Model LSTM	39
Gambar 4.20 Modeling GRU	40
Gambar 4.21 Model GRU	40
Gambar 4. 22 Training Model.....	41
Gambar 4.23 Plot Loss	42

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

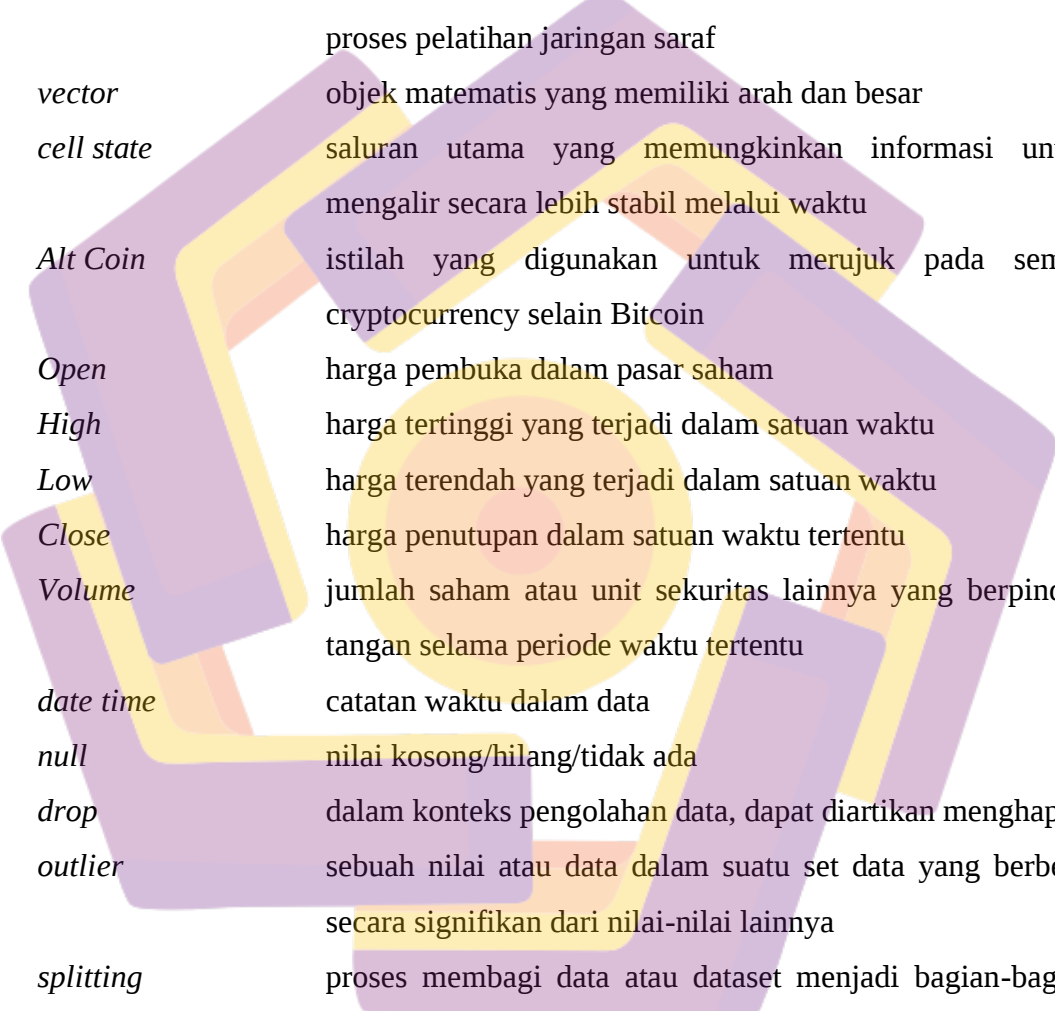
LSTM	Long Short-Term Memory
GRU	Gated Recurrent Unit
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
RMSE	Root Mean Squared Error
MAE	Mean Absolute Error
MSE	Mean Squared Error
RNN	Recurrent Neural Network
LASSO	Least Absolute Shrinkage and Selection Operator
PCA	Principal Component Analysis
ARIMA	AutoRegressive Integrated Moving Average
R^2	Koefisien Determinasi
F1	harmonik mean dari Precision dan Recall
P2P	Peer to Peer
Altcoin	alternative coin
ANN	Artificial Neural Network
GPU	Graphics Processing Unit
i_t	input gate
f_t	forget gate
$\tilde{C}_t$	output gate
h_t	Hidden state
C_t	sel memori
σ	sigmoid
$\tanh$	fungsi tanh
$*$	<i>element-wise product</i>
W	bobot
b	bias
z_t	Update gate
r_t	Reset gate
x_t	input



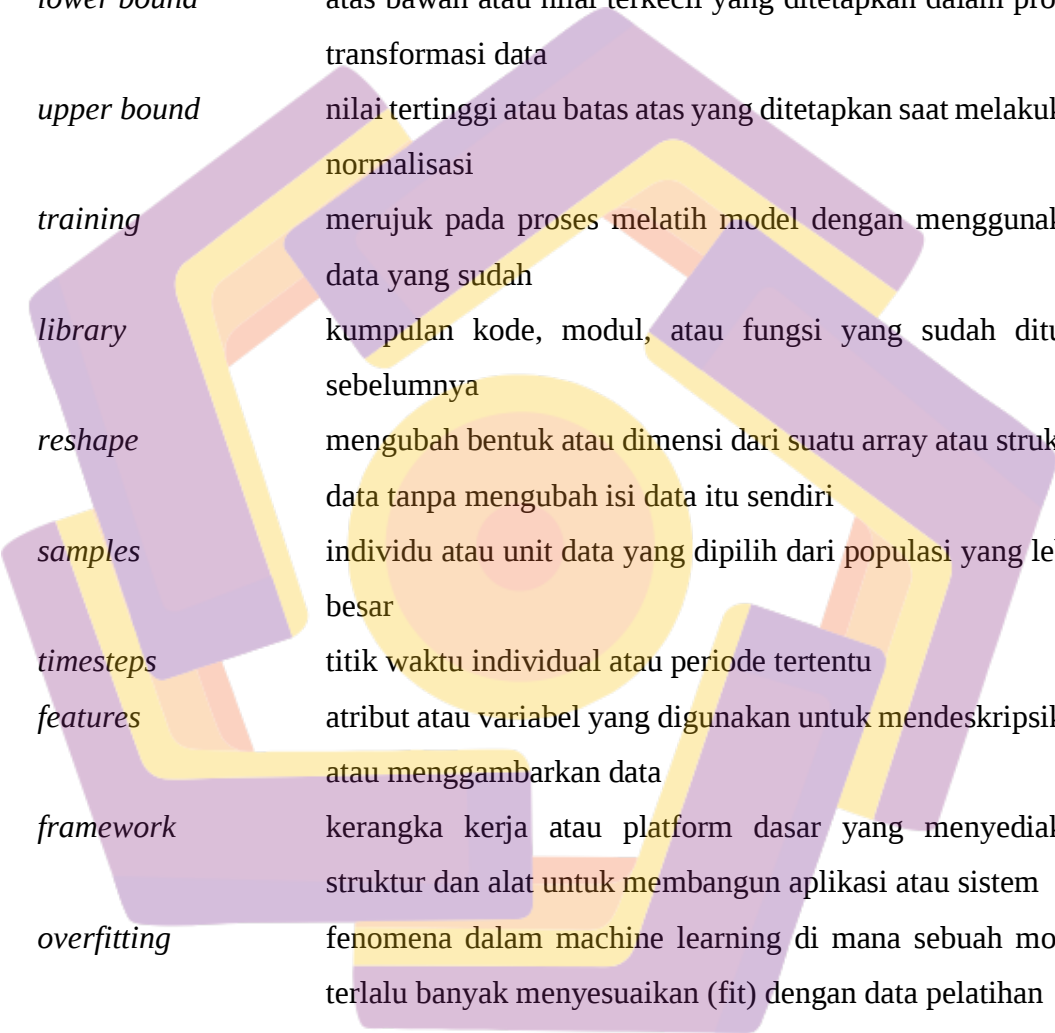
h_{t-1}	output sebelumnya
$\bar{h}_t$	nilai kandidat unit GRU
h_t	output akhir
$y^{\prime}$	predicted stock price
y	harga aktual
t	time atau waktu
n	lag maksimal
X_i	nilai aktual
$\hat{X}_i$	nilai prediksi
i	iterasi
n	jumlah observasi
Y_i	nilai prediksi
m	jumlah total data sampel
f_0	nilai aktual
$\hat{f}_0$	nilai prediksi model
K	jumlah total data sampel
CSV	Comma Separated Values
X_{new}	nilai baru dari hasil normalisasi
IQR	Interquartile Range
Q1	kuartil pertama
Q3	kuartil ketiga
ReLU	Rectified Linear Unit
$L_{original}$	fungsi loss asli (MSE)
λ	parameter regulasi

DAFTAR ISTILAH

<i>Crypto</i>	sebuah mata uang digital
<i>Blockchain</i>	teknologi digital terdesentralisasi yang mencatat transaksi dalam blok yang dihubungkan satu sama lain membentuk rantai blok
<i>Cryptocurrency</i>	aset digital yang didasarkan pada teknologi blockchain
<i>exploding gradient</i>	masalah pada proses pelatihan model neural network, yang muncul ketika nilai gradien yang dihitung selama proses backpropagation menjadi sangat besar
<i>vanishing gradient</i>	masalah pada proses pelatihan model neural network, Masalah ini muncul ketika gradien yang dihitung selama backpropagation menjadi sangat kecil mendekati nol
<i>batch</i>	sekumpulan data yang diproses sekaligus dalam satu iterasi selama pelatihan model
<i>epoch</i>	satu siklus penuh melalui seluruh dataset pelatihan
<i>investire</i>	berasal dari bahasa Italia, yang artinya investasi
<i>node</i>	merujuk pada sebuah unit atau titik yang berfungsi untuk menghubungkan atau menyimpan informasi dalam sistem
<i>whitepaper</i>	dokumen resmi yang berisi informasi penting tentang suatu proyek, produk, atau layanan
<i>peer to peer</i>	model jaringan di mana setiap perangkat atau entitas yang terhubung ke jaringan setara
<i>Deep Learning</i>	cabang dari Machine Learning yang berfokus pada penggunaan jaringan saraf tiruan
<i>Machine Learning</i>	teknik untuk membangun model matematis dan statistik yang memungkinkan komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu secara otomatis
<i>Neuron</i>	elemen dasar dari jaringan saraf tiruan
<i>Weight</i>	parameter yang mengatur seberapa besar pengaruh suatu input terhadap output yang dihasilkan oleh neuron



<i>artificial neuron</i>	unit komputasi dasar dalam jaringan saraf tiruan
<i>image processing</i>	teknik memanipulasi atau mengolah gambar digital
<i>Time series</i>	sekumpulan data yang dikumpulkan atau diukur secara berurutan dalam waktu yang tetap
<i>gated cell</i>	gate pada LSTM yang berfungsi untuk memfasilitasi proses penyaringan atau pengaturan informasi yang relevan dalam proses pelatihan jaringan saraf
<i>vector</i>	objek matematis yang memiliki arah dan besar
<i>cell state</i>	saluran utama yang memungkinkan informasi untuk mengalir secara lebih stabil melalui waktu
<i>Alt Coin</i>	istilah yang digunakan untuk merujuk pada semua cryptocurrency selain Bitcoin
<i>Open</i>	harga pembuka dalam pasar saham
<i>High</i>	harga tertinggi yang terjadi dalam satuan waktu
<i>Low</i>	harga terendah yang terjadi dalam satuan waktu
<i>Close</i>	harga penutupan dalam satuan waktu tertentu
<i>Volume</i>	jumlah saham atau unit sekuritas lainnya yang berpindah tangan selama periode waktu tertentu
<i>date time</i>	catatan waktu dalam data
<i>null</i>	nilai kosong/hilang/tidak ada
<i>drop</i>	dalam konteks pengolahan data, dapat diartikan menghapus
<i>outlier</i>	sebuah nilai atau data dalam suatu set data yang berbeda secara signifikan dari nilai-nilai lainnya
<i>splitting</i>	proses membagi data atau dataset menjadi bagian-bagian yang lebih kecil
<i>dropout</i>	teknik regulasi yang digunakan dalam deep learning untuk mencegah overfitting
<i>Batch Normalization</i>	teknik yang digunakan untuk mempercepat pelatihan, meningkatkan stabilitas, dan meningkatkan kinerja model deep learning
<i>missing value</i>	nilai yang hilang atau tidak tersedia dalam dataset



<i>false</i>	dapat diartikan tidak/no/atau nilai berupa 0 (nol)
<i>true</i>	dapat diartikan ya/yes/atau nolai berupa 1
<i>object</i>	merujuk pada entitas yang terdiri dari data
<i>datetime64</i>	sebuah tipe data di Python merepresentasikan tanggal dan waktu
<i>lower bound</i>	atas bawah atau nilai terkecil yang ditetapkan dalam proses transformasi data
<i>upper bound</i>	nilai tertinggi atau batas atas yang ditetapkan saat melakukan normalisasi
<i>training</i>	merujuk pada proses melatih model dengan menggunakan data yang sudah
<i>library</i>	kumpulan kode, modul, atau fungsi yang sudah ditulis sebelumnya
<i>reshape</i>	mengubah bentuk atau dimensi dari suatu array atau struktur data tanpa mengubah isi data itu sendiri
<i>samples</i>	individu atau unit data yang dipilih dari populasi yang lebih besar
<i>timesteps</i>	titik waktu individual atau periode tertentu
<i>features</i>	atribut atau variabel yang digunakan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan data
<i>framework</i>	kerangka kerja atau platform dasar yang menyediakan struktur dan alat untuk membangun aplikasi atau sistem
<i>overfitting</i>	fenomena dalam machine learning di mana sebuah model terlalu banyak menyesuaikan (fit) dengan data pelatihan
<i>loss</i>	sebuah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik prediksi model dalam pembelajaran mesin
<i>inverse scaling</i>	teknik untuk membalikkan atau mengembalikan proses skala atau normalisasi yang telah diterapkan pada data sebelumnya

INTISARI

Uang elektronik mulai digunakan banyak orang terutama para investor, pebisnis dan pengusaha. Karena digadang-gadang uang elektronik akan bisa menggantikan uang fisik dimasa mendatang. Perkembangan teknologi keuangan berbasis *blockchain* telah melahirkan berbagai jenis mata uang *crypto*, salah satunya adalah Aave. Dengan tingkat volatilitas yang tinggi, berinvestasi pada *cryptocurrency* dapat memberikan keuntungan atau kerugian signifikan bagi para investor. Maka dari itu untuk berinvestasi pada *cryptocurrency* diperlukan analisis prediksi untuk menentukan harga *cryptocurrency* kedepannya.

Pada Penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU). Dengan menggunakan data historis harga Aave yang diambil dari pasar *cryptocurrency* sebagai dataset. Dataset tersebut kemudian diolah dan dibagi menjadi data latih dan data uji untuk mengevaluasi performa model. Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa metrik, diantaranya Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan Mean Squared Error (MSE).

Hasil Penelitian Menunjukkan kedua algoritma mampu memprediksi harga Aave dengan cukup baik dengan skenario pengujian yang diberikan. Namun algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan Gated Recurrent Unit (GRU). Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan tentang keunggulan antara kedua algoritma. Serta dapat menjadi acuan bagi pengembang sistem prediksi keuangan dalam memilih algoritma yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan sistem.

Kata kunci: cryptocurrency, lstm, gru, prediksi harga, deep learning.

ABSTRACT

Electronic money is starting to be used by many people, especially investors, businessmen and entrepreneurs. Because it is predicted that electronic money will be able to replace physical money in the future. The development of *blockchain*-based financial technology has given birth to various types of cryptocurrencies, one of which is Aave. With a high level of volatility, investing in cryptocurrency can provide significant benefits or losses for investors. Therefore, to invest in cryptocurrency, predictive analysis is needed to determine the future price of cryptocurrency.

In this study, a comparison will be made between the Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) algorithms. Using historical Aave price data taken from the cryptocurrency market as a dataset. The dataset is then processed and divided into training data and test data to evaluate model performance. The evaluation is carried out based on several metrics, including Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Squared Error (MSE).

The results of the study showed that both algorithms were able to predict the price of Aave quite well with the given test scenario. However, the Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm shows better results when compared to the Gated Recurrent Unit (GRU). Thus, this study provides insight into the advantages between the two algorithms. And can be a reference for financial prediction system developers in choosing an algorithm that suits the needs of system development.

Keyword: cryptocurrency, lstm, gru, price prediction, deep learning.