

**PENERAPAN GATED RECURRENT UNIT UNTUK
PREDIKSI PERGERAKAN HARGA SAHAM PADA BURSA
EFEK INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Joseph Axel Ripto
1118032**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG
TAHUN 2022**

**PENERAPAN GATED RECURRENT UNIT UNTUK
PREDIKSI PERGERAKAN HARGA SAHAM PADA BURSA
EFEK INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana dalam bidang Informatika**

**Joseph Axel Ripto
1118032**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG
TAHUN 2022**

ABSTRAK

Nama : Joseph Axel Ripto
Program Studi : Informatika
Judul : Penerapan Gated Recurrent Unit untuk Prediksi Pergerakan Harga Saham pada Bursa Efek Indonesia

Prediksi harga saham yang merupakan *time series data* adalah proses yang tidak mudah. Hal ini dikarenakan karakteristik data saham yang mempunyai *noise* yang tinggi, kompleksitas yang tinggi, dan struktur nonlinier. Faktor anomali dalam pasar saham juga memengaruhi hasil prediksi harga saham. Penelitian ini menguji model GRU untuk memprediksi harga saham di Bursa Efek Indonesia.

Penelitian ini menggunakan empat indikator, yaitu *training period*, *unit*, *batch size*, dan *epoch*. Penelitian ini memperlihatkan pengaruh dari setiap indikator terhadap masing-masing *dataset*. Alat ukur yang digunakan untuk menghitung akurasi dalam penelitian ini adalah *Root Mean Square Error* (RMSE). Penelitian ini dilakukan terhadap enam *dataset*, yaitu PT. Aneka Tambang, PT. Vale Indonesia, PT. Indofood, PT. Japfa Comfeed Indonesia, PT. XL Axiata, dan PT. Telkom.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, nilai akurasi terbaik sebesar 0.009977 didapatkan melalui percobaan terhadap *dataset* PT. Japfa Comfeed Indonesia. PT. Aneka Tambang menghasilkan akurasi terbaik sebesar 0.012138. Percobaan yang dilakukan pada *dataset* PT. Vale Indonesia menghasilkan akurasi terbaik sebesar 0.019060. Percobaan pada PT. XL Axiata menghasilkan akurasi terbaik sebesar 0.024266. Percobaan yang dilakukan pada PT. Indofood menghasilkan akurasi terbaik sebesar 0.029635. Terakhir, percobaan pada PT. Telkom memiliki akurasi terbaik sebesar 0.031479. Hasil pengujian membuktikan bahwa semua indikator yang digunakan dalam pengujian memiliki pengaruh terhadap nilai akurasi.

Kata kunci: *Gated Recurrent Unit* (GRU), *Recurrent Neural Network*, *Deep learning*, *Stock prediction*, *Time series forecasting*.

ABSTRACT

Name : Joseph Axel Ripto
Department : Informatics
Title : Application of Gated Recurrent Units for Predicting Stock Price Movements on the Bursa Efek Indonesia

Predicting stock prices which are time series data was not an easy process. This is due to the characteristics of the data that have high noise, high complexity, and nonlinear structure. Anomaly factors in the stock market also affect the results of stock price predictions. This study tested the GRU model to predict stock prices on the Bursa Efek Indonesia.

This study uses four indicators, namely training period, unit, batch size, and epoch. This study shows the effect of each indicator on each dataset. The measuring instrument used to calculate accuracy in this study is the Root Mean Square Error (RMSE). This study was conducted on three main datasets, namely PT. Aneka Tambang, PT. Indofood, and PT. Telkom.

Based on the results of the tests carried out in this study, the best accuracy value of 0.009977 was obtained through experiments on the dataset PT. Japfa Comfeed Indonesia. PT. Aneka Tambang produces the best accuracy of 0.012138. Experiments conducted on the PT. Vale Indonesia produced the best accuracy of 0.019060. An experiment at PT. XL Axiata produces the best accuracy of 0.024266. Experiments conducted at PT. Indofood produced the best accuracy of 0.029635. Finally, the experiment on PT. Telkom has the best accuracy of 0.031479. The test results prove that all the indicators used in the test have an influence on the accuracy value.

Keyword: Gated Recurrent Unit (GRU), Recurrent Neural Network, Deep learning, Stock prediction, Time series forecasting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Penerapan *Gated Recurrent Unit* untuk Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Bursa Efek Indonesia". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan di Institut Teknologi Harapan Bangsa (ITHB). Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa, karena oleh-Nya penulis selalu mendapat pengharapan dan penguatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Hery Heryanto, M.Kom., selaku pembimbing utama Tugas Akhir yang senantiasa memberi saran, ilmu dan dukungan kepada penulis selama proses pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Ventje Jeremias Lewi Engel, S.T., M.T. selaku penguji satu yang telah memberikan ilmu, masukan dan dukungan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Inge Martina, M.T. selaku penguji dua yang telah memberikan ilmu, masukan dan dukungan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Informatika ITHB yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh staf dan karyawan ITHB yang turut membantu kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Orang tua yang selalu menyediakan waktu untuk memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Hanjaya Suryalim, Daniel Christianto dan Daniel Alexander yang sudah mendukung dan memberikan semangat serta berjuang bersama untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran untuk membangun kesempurnaan tugas akhir ini sangat diharapkan. Semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat membantu pihak yang membutuhkan.

Bandung, 2 Juli 2022

Hormat penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Ripto' or similar, written in a cursive style.

Joseph Axel Ripto

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Rumusan Masalah	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Batasan Masalah	1-3
1.5 Kontribusi Penelitian	1-3
1.6 Metodologi Penelitian	1-3
1.7 Sistematika Pembahasan	1-5
BAB 2 LANDASAN TEORI	2-1
2.1 Tinjauan Pustaka	2-1
2.1.1 Pembelajaran Mesin	2-1
2.1.2 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	2-2
2.1.2.1 <i>Perceptron</i>	2-2
2.1.2.2 <i>Multi Layer Perceptron</i> (MLP)	2-3
2.1.3 Fungsi Aktivasi	2-4
2.1.3.1 Fungsi <i>Sigmoid</i>	2-4
2.1.3.2 Fungsi <i>Hyperbolic Tangent</i> (tanh)	2-4
2.1.4 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	2-5
2.1.5 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	2-7
2.1.6 Normalisasi <i>Min-max</i>	2-7
2.1.7 <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU)	2-8
2.1.8 <i>Library</i> yang digunakan	2-10
2.1.8.1 <i>Library</i> Pandas	2-10

2.1.8.2	<i>Library NumPy</i>	2-11
2.1.8.3	<i>Library Matplotlib</i>	2-12
2.1.8.4	<i>Library Keras</i>	2-12
2.1.8.5	<i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i> dalam <i>Library Keras</i>	2-14
2.2	Tinjauan Studi	2-17
2.3	Tinjauan Objek	2-20
2.3.1	Jenis-jenis Saham	2-20
2.3.1.1	Berdasarkan Hak Kepemilikan Saham	2-20
2.3.1.2	Berdasarkan Cara Peralihan Saham	2-21
2.3.1.3	Berdasarkan Kinerja Perdagangan	2-21
2.3.2	Teori Prediksi Saham	2-21
2.3.3	Penjelasan Tentang Dataset	2-23
BAB 3	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	3-1
3.1	Analisis Masalah	3-1
3.2	Kerangka Pemikiran	3-2
3.3	Urutan Proses Global	3-3
3.4	Analisis Manual	3-4
3.4.1	<i>Dataset</i>	3-4
3.4.2	Normalisasi <i>Min-max</i>	3-5
3.4.3	<i>Split Data</i>	3-6
3.4.4	Perhitungan <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	3-7
3.4.4.1	Analisis Parameter pada Model GRU	3-8
3.4.4.2	Contoh Perhitungan Inisialisasi <i>U</i>	3-9
3.4.4.3	Contoh Perhitungan Inisialisasi <i>W</i>	3-10
3.4.4.4	Perhitungan <i>t</i> Pertama	3-11
3.4.4.5	Perhitungan <i>t</i> Kedua	3-14
3.4.5	Perhitungan <i>Perceptron</i> pada Lapisan Keluaran	3-18
3.4.6	Perhitungan <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	3-19
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	4-1
4.1	Lingkungan Implementasi	4-1
4.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras	4-1
4.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak	4-1
4.2	Implementasi Perangkat Lunak	4-1
4.2.1	Implementasi <i>Class</i>	4-2
4.2.1.1	<i>Class Dataset</i>	4-2
4.2.1.2	<i>Class Preprocessing</i>	4-2

4.2.1.3	<i>Class DataSplit</i>	4-3
4.2.1.4	<i>Class Training</i>	4-4
4.2.1.5	<i>Class Visualization</i>	4-4
4.2.2	Penggunaan Jupyter Notebook	4-5
4.2.3	Penggunaan <i>Dataset</i>	4-6
4.3	Implementasi Aplikasi	4-7
4.4	Pengujian	4-8
4.4.1	Pengujian <i>Training Period</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-9
4.4.2	Pengujian <i>Unit</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-9
4.4.3	Pengujian <i>Batch Size</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-9
4.4.4	Pengujian <i>Epoch</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-9
4.4.5	Pengujian Kombinasi Parameter Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-10
4.4.6	Pengujian <i>Dataset</i> Pembanding Menggunakan Parameter Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-10
4.5	Hasil Pengujian	4-10
4.5.1	Hasil Pengujian <i>Training Period</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-10
4.5.2	Hasil Pengujian <i>Unit</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-11
4.5.3	Hasil Pengujian <i>Batch Size</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-12
4.5.4	Hasil Pengujian <i>Epoch</i> pada <i>Dataset</i> Utama	4-13
4.5.5	Hasil Pengujian Kombinasi Parameter Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-14
4.5.6	Hasil Pengujian <i>Dataset</i> Pembanding Menggunakan Parameter Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-16
4.6	Analisis Kesalahan	4-18
4.6.1	Validasi untuk Mendeteksi Masalah <i>Overfitting</i> atau <i>Underfitting</i>	4-18
4.6.2	<i>Dataset</i> yang Digunakan	4-18
4.6.3	<i>Seleksi Fitur</i>	4-18
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-1

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Fungsi <i>Library Pandas</i>	2-10
2.2	Tabel Fungsi <i>Library Numpy</i>	2-11
2.3	Tabel Fungsi <i>Library Matplotlib.Pyplot</i>	2-12
2.4	Tabel Fungsi <i>Library Keras</i>	2-13
2.5	Tinjauan Studi	2-17
2.6	Tabel Karakteristik <i>Dataset</i> Utama	2-24
2.7	Tabel Karakteristik <i>Dataset</i> Pembanding	2-26
3.1	Tabel Contoh Matriks Data Saham	3-5
3.2	Tabel Contoh Matriks Data Saham Sebelum Normalisasi	3-5
3.3	Tabel Contoh Matriks Data Saham Sesudah Normalisasi	3-6
3.4	Tabel Contoh Matriks Data Latihan	3-7
3.5	Tabel Penjelasan Parameter Model GRU	3-8
4.1	Atribut pada <i>Class Dataset</i>	4-2
4.2	Daftar <i>Method Class Dataset</i>	4-2
4.3	Daftar <i>Method Class Preprocessing</i>	4-3
4.4	Atribut pada <i>Class DataSplit</i>	4-3
4.5	Daftar <i>Method Class DataSplit</i>	4-4
4.6	Atribut pada <i>Class Training</i>	4-4
4.7	Daftar <i>Method Class Training</i>	4-4
4.8	Daftar <i>Method Class Visualization</i>	4-5
4.9	Tabel Pembagian <i>Dataset</i>	4-7
4.10	Tabel Nilai RMSE Berdasarkan <i>Training Period</i>	4-10
4.11	Tabel Nilai RMSE Berdasarkan <i>Unit</i>	4-11
4.12	Tabel Nilai RMSE Berdasarkan <i>Batch Size</i>	4-12
4.13	Tabel Nilai RMSE Berdasarkan <i>Epoch</i>	4-14
4.14	Tabel Model dengan RMSE Terbaik	4-15
4.15	Tabel Hasil Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-16
4.16	Tabel Pengujian <i>Dataset</i> Pembanding Menggunakan Parameter Terbaik pada <i>Dataset</i> Utama	4-17
4.17	Tabel Model dengan RMSE Terbaik pada <i>Dataset</i> Pembanding	4-17

DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Threshold logic unit</i> : Sebuah neuron buatan yang menghitung jumlah bobot dari setiap masukan lalu diterapkan ke dalam <i>step function</i> [9]	2-2
2.2	Contoh arsitektur <i>Multi Layer Perceptron</i> (MLP)	2-3
2.3	Fungsi <i>sigmoid</i> dengan keluaran dalam skala 0 sampai 1 [8]	2-4
2.4	Fungsi <i>Hyperbolic Tangent</i> (tanh) dengan keluaran dalam skala -1 sampai 1 [8]	2-5
2.5	(a) sistematis dari sebuah sel RNN; (b) sel RNN (<i>unrolled</i>)	2-6
2.6	Struktur Gated Recurrent Unit	2-9
3.1	Diagram Kerangka Pemikiran	3-2
3.2	Flowchart Urutan Proses Global	3-4
3.3	Arsitektur perhitungan GRU	3-8
4.1	Halaman Utama	4-8
4.2	Tampilan Hasil Prediksi	4-8
4.3	Model Terbaik ANTM	4-15
4.4	Model Terbaik INDF	4-16
4.5	Model Terbaik TLKM	4-16
4.6	Korelasi Fitur pada <i>Dataset</i> ANTM	4-19
4.7	Korelasi Fitur pada <i>Dataset</i> INDF	4-19
4.8	Korelasi Fitur pada <i>Dataset</i> TLKM	4-19

DAFTAR REFERENSI

- [1] Setiani Widiarti, ANALISA PENILAIAN DAN PERHITUNGAN HARGA SAHAM. April 2020. Available https://www.researchgate.net/publication/340595378_ANALISA_PENILAIAN_DAN_PERHITUNGAN_HARGA_SAHAM [Accessed: 11 May 2022]
- [2] Yuneita Anisma, Maret 2012. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham perusahaan perbankan yang listing di Bursa Efek Indonesia, Vol 2, No. 5. [Accessed: 11 October 2021]
- [3] Fama, E. F., Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. The Journal of Finance 25 (2), 383-417. 1970. [Accessed: 11 October 2021]
- [4] Guizhu Shen, Qingping Tan, Haoyu Zhang, Ping Zeng, Jianjun Xu, Deep Learning with Gated Recurrent Unit Networks for Financial Sequence Predictions, Procedia Computer Science, Volume 131, Pages 895-903, May 2018, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.298>. [Accessed: 27 September 2021]
- [5] R. Ren, D. D. Wu and T. Liu, "Forecasting Stock Market Movement Direction Using Sentiment Analysis and Support Vector Machine," in IEEE Systems Journal, vol. 13, no. 1, pp. 760-770, March 2019, doi: 10.1109/JSYST.2018.2794462. [Accessed: 4 October 2021]
- [6] S. Chen and C. Zhou, "Stock Prediction Based on Genetic Algorithm Feature Selection and Long Short-Term Memory Neural Network," in IEEE Access, vol. 9, pp. 9066-9072, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3047109. [Accessed: 4 October 2021]
- [7] Sethia A., Raut P. Application of LSTM, GRU and ICA for Stock Price Prediction. In: Satapathy S., Joshi A. (eds) Information and Communication Technology for Intelligent Systems. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 107. Springer, Singapore. 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1747-7_46 [Accessed: 4 October 2021]
- [8] A. Gulli, A. Kapoor, and S. Pal, Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras: Regression, ConvNets, GANs, RNNs, NLP, and more with TensorFlow 2 and the Keras API, 2nd Edition, 2nd ed. Birmingham, England: Packt Publishing, 2019. [Accessed: 12 March 2022]

- [9] A. Geron, Hands-on machine learning with scikit-learn, keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019. [Accessed: 12 March 2022]
- [10] Pandas Development Team, "Getting started - pandas 1.4.1 documentation," Pandas documentation, Feb 12, 2022. [Online]. Available: https://pandas.pydata.org/docs/getting_started/index.html. [Accessed: 26 March 2022]
- [11] NumPy community, "NumPy: the absolute basics for beginners," NumPy documentation, Jan 14, 2022. [Online]. Available: https://numpy.org/doc/1.22/user/absolute_beginners.html. [Accessed: 26 March 2022]
- [12] John Hunter, Darren Dale, Eric Firing, Michael Droettboom and the Matplotlib development team, "Pyplot function overview," matplotlib.pyplot. [Online]. Available: https://matplotlib.org/stable/api/pyplot_summary.html. [Accessed: 26 March 2022]
- [13] Keras team on Google, "Keras API Reference," Keras documentation. [Online]. Available: <https://keras.io/api/>. [Accessed: 26 March 2022]
- [14] Y. Ji, A. W. -C. Liew and L. Yang, "A Novel Improved Particle Swarm Optimization With Long-Short Term Memory Hybrid Model for Stock Indices Forecast," in IEEE Access, vol. 9, pp. 23660-23671, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3056713. [Accessed: 4 October 2021]
- [15] Rahman, M.O., Hossain, M.S., Junaid, T.S., Forhad, M.S.A. and Hossen, M.K., "Predicting prices of stock market using gated recurrent units (GRUs) neural networks," Int. J. Comput. Sci. Netw, Secur, 19(1), pp.213-222, 2019 [Accessed: 12 March 2022]
- [16] Achelis, S.B., Technical analysis from A to Z: covers every trading tool from the absolute breath index to the zig zag (No. E70 70). McGraw-Hill. 2001.[Accessed: 12 May 2022]