



**MODEL *DEEP LEARNING* LSTM DAN GRU UNTUK
PREDIKSI VALUTA ASING**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika**

**Oleh:
SANTI AMALIA
NIM. 2111011220025**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

SKRIPSI

MODEL DEEP LEARNING LSTM DAN GRU UNTUK PREDIKSI VALUTA ASING

Oleh:
SANTI AMALIA
2111011220025

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 21 Februari 2025

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Oni Soesanto, S.Si., M.Si.
NIP. 197301262005011003

Dosen Penguji:

1. Akhmad Yusuf, S.Si., M.Kom. (Akh)
2. Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si. (Aprida)

Pembimbing II



Hermei Lissa, S.Pd., M.Si.
NIP. 199005222022032012



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, Februari 2025

Santi Amalia
NIM. 2111011220025

ABSTRAK

MODEL DEEP LEARNING LSTM DAN GRU UNTUK PREDIKSI VALUTA ASING (Oleh: Santi Amalia; Pembimbing: Oni Soesanto, Hermei Lissa, 51 halaman)

Nilai tukar mata uang merupakan salah satu variabel penting dalam ekonomi makro karena perubahan nilai tukar dapat memengaruhi stabilitas dan aktivitas ekonomi. Ketidakpastian nilai tukar ini merupakan permasalahan yang penting dalam bidang keuangan, sehingga diperlukan prediksi yang akurat untuk merancang langkah strategis dalam menghadapi fluktuasi valuta asing. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses pengimplementasian model *deep learning* LSTM dan GRU dalam memprediksi valuta asing terhadap nilai tukar Rupiah dan US Dolar serta menganalisis hasil evaluasi dan hasil prediksi model LSTM dan GRU. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pengimplementasian model LSTM dan GRU memiliki performa yang semakin baik selama proses *training* berdasarkan penurunan nilai *loss* dan RMSE. Saat pengukuran akurasi model pada proses *testing*, model LSTM dan GRU menunjukkan akurasi yang baik. Model LSTM menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,159; MAE sebesar 0,133 dan R^2 sebesar 0,932. Model GRU menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,124; MAE sebesar 0,102 dan R^2 sebesar 0,958. Diperoleh model GRU yang paling optimal karena menghasilkan nilai RMSE dan MAE terkecil serta nilai R^2 yang paling mendekati 1.

Kata kunci: LSTM, GRU, Prediksi, Valuta Asing

ABSTRACT

DEEP LEARNING LSTM AND GRU MODELS FOR FOREIGN EXCHANGE PREDICTION (By: Santi Amalia; Supervisors: Oni Soesanto, Hermei Lissa, 51 pages)

Currency exchange rates are one of the most important variables in macroeconomics because changes in exchange rates can affect economic stability and activity. The uncertainty of exchange rates is an important problem in finance, so accurate predictions are needed to design strategic steps in dealing with foreign exchange fluctuations. This research aims to explain the process of implementing the LSTM and GRU deep learning models in predicting foreign exchange against the Rupiah and US Dollar exchange rates and analyzing the evaluation results and prediction results of the LSTM and GRU models. Based on the results obtained, the implementation of the LSTM and GRU models has a better performance during the training process based on the decrease in loss and RMSE values. During the model evaluation process in the testing process, the LSTM and GRU models show good performance. The LSTM model produces an RMSE value of 0.159; MAE of 0.133 and R^2 of 0.932. The GRU model produced an RMSE value of 0.124; MAE of 0.102 and R^2 of 0.958. The most optimal GRU model is obtained because it produces the smallest RMSE and MAE values and the R^2 value that is closest to 1.

Keywords: LSTM, GRU, Prediction, Foreign Exchange

PRAKATA

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Skripsi dengan judul "Model *Deep Learning* LSTM dan GRU untuk Prediksi Valuta Asing" merupakan hasil dari perjalanan akademik penulis untuk memenuhi salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Pendidikan Strata 1 pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Proses penyusunan skripsi ini tak terlepas dari bantuan, dukungan, serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Ibu Dr. Na'imah Hijriati, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Matematika beserta seluruh dosen dan staf Jurusan Matematika.
3. Bapak Oni Soesanto, S.Si., M.Si. dan Ibu Hermei Lissa, S.Pd., M.Si. selaku Dosen pembimbing penulis yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Akhmad Yusuf, S.Si., M.Kom. dan Ibu Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si. selaku Dosen penguji atas segala saran, kritik, dan masukan yang telah diberikan selama proses penulisan skripsi ini.
5. Bapak Nurul Huda, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala arahan dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Matematika FMIPA ULM.
6. Cinta pertamaku, Abah tercinta Alm. H. Mulyadi yang paling ku rindukan terima kasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, serta segala bentuk tanggung jawab atas kehidupan yang telah yang telah diberikan semasa Abah hidup. Terima kasih telah menjadi alasan penulis untuk tetap semangat berjuang meraih gelar sarjana yang Abah impikan, walaupun berat sekali harus melewati kerasnya kehidupan tanpa didampingi Abah, rasa iri dan rindu sering kali membuat penulis terjatuh. Maaf Abah, penulis belum sempat

membahagiakan Abah semoga Abah bangga dengan usaha dan perjuanganku selama ini dan bahagia di surga-Nya. Penulis sangat merindukanmu.

7. Pintu surgaku, Ibu tercinta Hj. Kurniati tidak ada kata yang sepenuhnya menggambarkan rasa syukur ini. Namun, dengan penuh cinta dan ketulusan terima kasih atas segalanya, terima kasih sudah melahirkan, merawat, dan membesarkanku dengan penuh cinta, terima kasih doa-doa tulus yang selalu menyertai setiap pijakan langkah kaki ini, menjadi Ibu yang selalu mendukung penuh terhadap anaknya, selalu mengorbankan banyak waktu, tenaga dan upaya untuk berjuang menghidupi anak-anaknya. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak sambung yaitu Bapak IPDA Daryadi atas segala doa dan dukungannya selama ini. Terima kasih karena selalu hadir sebagai garda terdepan dalam menjaga, melindungi, dan memberikan rasa aman kepada penulis dan tidak pernah ragu menunjukkan keberpihakan saat penulis disakiti oleh orang lain. Sosok Bapak yang tegas namun penuh perhatian telah menjadi sumber kekuatan dan motivasi bagi penulis. Suatu kebanggaan memiliki orang tua hebat yang selalu mendukung anaknya untuk mencapai cita-cita. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa memberikan Ibu dan Bapak kesehatan, kebahagiaan, keberkahan, dan umur yang panjang.
8. Ketiga saudara penulis, Zainab, Zahra, dan Dimas terima kasih telah senantiasa memberikan semangat, doa, serta dukungan moril di setiap langkah perjuangan penulis. Terima kasih atas perhatian, pengertian, dan kebersamaan yang menjadi pelengkap berarti dalam perjalanan hidup penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis, Alfia, Devi, Naifa, Ilma, Caca, Adzra, Audi, Dika, Nurul, Davina, Cinta, Bagus, Yasir, Oci, Yenni, Putri, Gina, Mika, Eka, Dila, Abiy, Uswa, Agatha, Akhdan, Riski, dan Tyo. Terima kasih atas dukungan moral, candaan di tengah kejenuhan serta motivasi yang senantiasa menguatkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Kehadiran kalian menjadi sumber energi yang luar biasa dan membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan bermakna.

10. Seluruh rekan dan teman-teman mahasiswa Matematika angkatan 2021, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, baik berupa motivasi, saran, dan dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
11. Dan terakhir untuk diri sendiri, Santi Amalia. Terima kasih atas keteguhan hati, semangat yang tak pernah padam, dan kesabaran dalam menghadapi setiap tantangan selama proses penulisan skripsi ini. Terima kasih sudah tetap bertahan meskipun lelah, tetap melangkah meskipun ragu, dan tetap percaya bahwa segala usaha akan membuahkan hasil. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa usaha dan keyakinan pada diri sendiri tidak pernah sia-sia.

Akhir kata, penulis mengucapkan Alhamdulillah semoga setiap langkah selanjutnya selalu diberikan kemudahan dan ridho dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis sadar skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa depan. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, Februari 2025

Santi Amalia

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Valuta Asing.....	5
2.2 Prediksi atau Peramalan	5
2.3 <i>Data Mining</i>	6
2.4 <i>Artificial Neural Network (ANN)</i>	7
2.5 <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	12
2.6 <i>Deep Learning</i>	14
2.7 <i>Long Short Term Memory (LSTM)</i>	14
2.8 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	19
2.9 Normalisasi.....	22
2.10 Pengukuran Akurasi Model.....	23

2.10.1	Root Mean Square Error (RMSE).....	23
2.10.2	Mean Absolute Error (MAE)	23
2.10.3	R-Squared (R^2).....	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Deskripsi Data	25
3.2	Prosedur Penelitian.....	25
3.3	Diagram Alur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Karakteristik Data.....	28
4.1.1	Preprocessing Data.....	28
4.1.2	Pembagian Data Training dan Data Testing	30
4.1.3	Normalisasi Data.....	30
4.2	Implementasi Model.....	31
4.2.1	Model LSTM.....	32
4.2.2	Model GRU.....	37
4.3	Perbandingan Model LSTM dan GRU.....	43
4.4	Hasil Prediksi Model LSTM dan GRU	45
BAB V PENUTUP		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4.1 Data Nilai Tukar IDR terhadap USD.....	28
Tabel 4.2 Data Nilai Tukar IDR terhadap USD yang Sudah Diurutkan dari Tanggal Terlama ke Terbaru	29
Tabel 4.3 Normalisasi Data.....	31
Tabel 4.4 Bobot dan Bias GRU.....	38
Tabel 4.5 Data untuk Contoh Kasus	38
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Akurasi Model LSTM DAN GRU	43
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Model LSTM dan GRU44	
Tabel 4.8 Hasil Prediksi Model LSTM dan GRU.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 <i>Single-Layer Feedforward Architecture</i>	8
Gambar 2.2 <i>Multiple-Layer Feedforward Architecture</i>	9
Gambar 2.3 <i>Recurrent or Feedback Architecture</i>	9
Gambar 2.4 <i>Mesh Architecture</i>	10
Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Sigmoid	10
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi TanH	11
Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi ReLU	11
Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi <i>Linear</i>	12
Gambar 2.9 <i>Recurrent Neural Network Looping</i>	13
Gambar 2.10 Pengiriman Sebuah Informasi pada RNN	13
Gambar 2.11 Arsitektur LSTM (Olah, 2015)	15
Gambar 2.12 Pembagian Arsitektur LSTM	15
Gambar 2.13 Langkah Pertama LSTM	16
Gambar 2.14 Langkah Kedua Bagian Pertama LSTM	17
Gambar 2.15 Langkah Kedua Bagian Kedua LSTM	18
Gambar 2.16 Langkah Ketiga LSTM	18
Gambar 2.17 Arsitektur GRU	20
Gambar 2.18 <i>Reset Gate</i> pada GRU	20
Gambar 2.19 <i>Update Gate</i> pada GRU	21
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	27
Gambar 4.1 Grafik Data Harga Penutupan Nilai Tukar IDR terhadap USD	29
Gambar 4.2 <i>Boxplot</i> Data Harga Penutupan Nilai Tukar IDR terhadap USD	30
Gambar 4.3 Grafik Perubahan Nilai <i>Loss</i> Model LSTM pada Proses <i>Traning</i>	36
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Model LSTM pada Proses <i>Training</i>	36
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Model LSTM pada Proses <i>Testing</i>	37
Gambar 4.6 Grafik Perubahan Nilai <i>Loss</i> Model GRU pada Proses <i>Training</i>	41

Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai aktual dan Nilai Prediksi Model GRU pada Proses <i>Training</i>	42
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai aktual dan Nilai Prediksi Model GRU pada Proses <i>Testing</i>	42
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Model LSTM dan GRU pada Proses <i>Testing</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. Data Nilai Tukar IDR terhadap USD

Lampiran 2. Data Nilai Tukar IDR terhadap USD yang Sudah Diurutkan dari

Lampiran 3. Normalisasi Data

Lampiran 4. Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Model LSTM dan
GRU

Lampiran 5. Program Model LSTM dan GRU

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

ANN	: <i>Artificial Neural Network</i>
RNN	: <i>Recurrent Neural Network</i>
LSTM	: <i>Long short term memory</i>
GRU	: <i>Gated Recurrent Unit</i>
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i>
MAE	: <i>Mean Absolute Error</i>
$J(\theta)$: <i>loss function</i>
n	: banyaknya data
\hat{y}_i	: nilai prediksi
y_i	: nilai aktual
\bar{Y}	: nilai <i>mean</i> dari nilai aktual
f_t	: <i>forget gate</i>
σ	: fungsi sigmoid
W_f	: nilai <i>weight</i> untuk <i>forget gate</i>
x_t	: nilai <i>input</i> pada waktu t
b_f	: nilai bias pada <i>forget gate</i>
W	: <i>weight</i>
d	: jumlah data
i_t	: <i>input gate</i> pada waktu t
W_i	: nilai <i>weight</i> untuk <i>input gate</i>
h_{t-1}	: nilai <i>output</i> sebelum waktu t
b_i	: nilai bias pada <i>input gate</i>
\tilde{C}_t	: nilai baru yang dapat ditambahkan ke <i>cell state</i> pada waktu t
tanh	: fungsi tanh
$W_{\tilde{C}_t}$: nilai <i>weight</i> untuk <i>cell state</i>
$b_{\tilde{C}_t}$: nilai bias pada <i>cell state</i>
C_t	: <i>cell state</i> pada waktu t
C_{t-1}	: <i>cell state</i> sebelum waktu t
o_t	: <i>output gate</i> pada waktu t

W_o	: nilai <i>weight</i> untuk <i>output gate</i>
b_o	: nilai bias pada <i>output gate</i>
h_t	: nilai <i>output</i> pada waktu t
z_t	: <i>update gate</i> pada waktu t
U_z	: bobot <i>update gate</i>
W_z	: bobot <i>update gate</i>
b_z	: bias <i>update gate</i>
r_t	: <i>reset gate</i> pada waktu t
U_r	: bobot <i>reset gate</i>
W_r	: bobot <i>reset gate</i>
b_r	: bias <i>reset gate</i>
\tilde{h}_t	: kandidat aktivasi pada waktu t
$U_{\tilde{h}}$: bobot kandidat aktivasi
$W_{\tilde{h}}$: bobot kandidat aktivasi
$b_{\tilde{h}}$: bias kandidat aktivasi
h_t	: nilai aktivasi pada waktu t
h_{t-1}	: nilai aktivasi sebelum waktu t
x_t	: nilai pada waktu t
x_t'	: nilai pada waktu t setelah dilakukan normalisasi
$\text{mean}(x)$: nilai rata-rata dari keseluruhan data x
$\text{std}(x)$: nilai standar deviasi dari keseluruhan data x