IMPLEMENTASI ALGORITMA *GATED RECURRENT UNIT* (GRU) UNTUK MEMPREDIKSI HARGA *CRUDE PALM OIL* (CPO) INDONESIA

DIAN ROBBIATI
NIM H1091211061

SKRIPSI

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GATED RECURRENT UNIT* (GRU) UNTUK MEMPREDIKSI HARGA *CRUDE PALM OIL* (CPO) INDONESIA

DIAN ROBBIATI
NIM H1091211061

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Statistika pada Program Studi Statistika

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: **Implementasi Algoritma *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk Memprediksi Harga *Crude Palm Oil* (CPO) Indonesia**
Nama Mahasiswa	: Dian Robbiati
NIM	: H1091211061
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	: 12 Juni 2025
SK Pembimbing	: No. 2635/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	: No. 1540/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 26 Mei 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hendra Perdana, M.Sc.	Shantika Martha, M.Si.
NIP 198810102019031020	NIP 198403082008122003

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Neva Satyahadewi, M.Sc.,CRA.,CRP.,CRMP.	Meliana Pasaribu, M.Sc.
NIP 198212042005012001	NIP 198710192019032006

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hendra Perdana, M.Sc.	Shantika Martha, M.Si.
NIP 198810102019031020	NIP 198403082008122003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M.Si
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Robbiati

NIM : H1091211061

Program Studi/ Jurusan : Statistika/Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 12 Juni 2025

Dian Robbiati

NIM H1091211061

Implementasi Algoritma *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk Memprediksi Harga *Crude Palm Oil* (CPO) Indonesia

Abstrak

Minyak sawit mentah atau *crude palm oil* (CPO) merupakan salah satu hasil olahan utama kelapa sawit dengan nilai ekonomis tinggi sebagai komoditas ekspor dan sumber devisa negara. Fluktuasi harga CPO menyebabkan ketidakstabilan harga Tandan Buah Segar (TBS), yang berdampak pada menurunnya pendapatan petani dan risiko kerugian perusahaan akibat biaya produksi yang tidak tertutupi serta penumpukan CPO yang tidak terjual. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga CPO Indonesia menggunakan algoritma *Gated Recurrent Unit* (GRU). GRU yang merupakan salah satu varian dari algoritma *Recurrent Neural Networks* (RNN) yang efisien dalam menangani data *time series*. Data yang digunakan adalah data harga harian CPO Indonesia dari Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti). *Dataset* kemudian dibagi menjadi data *training* yang terdiri dari periode 1 April 2023 – 31 Mei 2024 dan data *testing* yang terdiri dari periode 1 Juni – 31 Juli 2024. Penelitian ini dilakukan menggunakan *software* RStudio dengan *package* "*Tsdeeplearning*". Proses pelatihan model meliputi inisialisasi bobot dan bias, perhitungan *reset gate* dan *update gate* dengan fungsi aktivasi sigmoid, kandidat *hidden state* dengan fungsi aktivasi tanh, serta *hidden state*. Pelatihan model berhenti pada epoch ke-10 saat telah optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GRU memiliki kinerja yang sangat baik dalam memprediksi harga CPO Indonesia. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MAPE pada data *training* dan *testing* masing-masing sebesar 2,6% dan 2,7%. Hasil prediksi untuk satu bulan ke depan yaitu periode Agustus 2024 menunjukkan bahwa rata-rata harga CPO Indonesia sebesar Rp15.378.

Kata kunci: Agraris, Komoditas, Sawit

Implementation of Gated Recurrent Unit (GRU) Algorithm to Predict Indonesian Crude Palm Oil (CPO) Price

Abstract

Crude palm oil (CPO) is one of the main processed products of oil palm with high economic value as an export commodity and source of foreign exchange. Fluctuations in CPO prices cause instability in the price of Fresh Fruit Bunches (FFB), which has an impact on reducing farmers' income and the risk of company losses due to uncovered production costs and the accumulation of unsold CPO. This study aims to predict Indonesian CPO prices using the Gated Recurrent Unit (GRU) algorithm. GRU is a variant of the Recurrent Neural Networks (RNN) algorithm that is efficient in handling time series data. The data used is daily price data of Indonesian CPO from the Commodity Futures Trading Supervisory Agency (Bappebti). The dataset is then divided into training data consisting of the period April 1, 2023 - May 31, 2024 and testing data consisting of the period June 1 - July 31, 2024. This research was conducted using RStudio software with the package "Tsdeeplearning". The model training process includes weight and bias initialization, calculation of reset gate and update gate with sigmoid activation function, hidden state candidates with tanh activation function, and hidden state. The model training stopped at the 10th epoch when it was optimum. The results show that the GRU model has excellent performance in predicting Indonesian CPO prices. This is indicated by the MAPE value on training and testing data of 2.6% and 2.7%, respectively. The prediction results for the next one month, namely the August 2024 period, show that the average price of Indonesian CPO is IDR 15,378.

Keywords: *Agriculture, Commodities, Palm*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi ini berjudul **"Implementasi *Algoritma Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk Memprediksi Harga *Crude Palm Oil* (CPO) Indonesia"**. Skripsi ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa selama proses penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yaitu ibunda Rukmi Pujiani, ayahanda Danu Saputra, dan saudara Abdul Jabbar yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan motivasi serta dukungan moril dan material kepada penulis selama proses perkuliahan dan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Hendra Perdana, M.Sc. dan Ibu Shantika Martha, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak Fransiskus Fran, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, memberikan saran, masukan, dan motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan.
4. Ibu Neva Satyahadewi, M.Sc.,CRA.,CRP.,CRMP. dan Ibu Meliana Pasaribu, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
5. Teman-teman Statistika 2021 yang telah menemani dan memberikan motivasi serta semangat selama penulisan skripsi ini.
6. Nevil Sesilisvana dan Leanna Belva Calissta yang telah menemani, memberikan semangat, serta membantu penulis selama proses perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini.

7. Muhammad Tafif Qairawan Assiddiqi yang telah membantu penulis dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Grace Angel Rhena Saragih dan Nanda Kartika yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Maulisa Auliya, Aji Rahman Susilo, Indah Zahara, Rahma Juliariska, Amanda, Hardietya Surya Pratama, Muhammad Arasy Al-Hakim, dan Aditya Mafaza yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penulisan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sampaikan satu persatu atas dukungan dan bantuannya baik dari segi material maupun non material.

Semoga Allah membalas semua kebaikan atas segala bantuan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk menjadikan skripsi ini lebih baik.

Pontianak, 12 Juni 2025

Dian Robbiati

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR SIMBOL xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Tinjauan Pustaka 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
BAB II LANDASAN TEORI 8
2.1 Prediksi 8
2.2 Time Series 8
2.3 Machine Learning 10
2.4 Artificial Neural Network 10
2.5 Epoch dan Neuron 11
2.6 Data *Training* dan Data *Testing* 12
2.7 Kriteria Evaluasi 13
BAB III *GATED RECURRENT UNIT* 14
3.1 Algoritma *Gated Recurrent Unit* (GRU) 14
3.2 Fungsi Aktivasi 17
3.3 Normalisasi 18
3.4 Denormalisasi 18

3.5 *Accuracy Metric* 19
3.6 *Loss Function* 19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Analisis Statistik Deskriptif 20
4.2 Normalisasi Data 21
4.3 Pembentukan *Lag* Data *Time Series* 22
4.4 Pembagian Data *Training* dan Data *Testing* 23
4.5 Perhitungan Manual Algoritma *Gated Recurrent Unit* 23
4.6 Proses Algoritma *Gated Recurrent Unit* dengan RStudio 26
4.7 Denormalisasi Data 29
4.8 Evaluasi Model Prediksi 30
4.9 Prediksi Periode Agustus 2024 30
BAB V PENUTUP 32
5.1 Kesimpulan 32
5.2 Saran 32
DAFTAR PUSTAKA 33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Penilaian MAPE..... 13
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data Harian Harga CPO Indonesia 20
Tabel 4.2 Data Hasil Normalisasi..... 21
Tabel 4.3 Pembentukan *Lag* Data *Time Series*..... 22
Tabel 4.4 Pembagian Data *Training* dan *Testing*..... 23
Tabel 4.5 Inisialisasi Bobot dan Bias 23
Tabel 4.6 Perbandingan Data Hasil Prediksi dan Aktual 28
Tabel 4.7 Data Perbandingan Hasil Prediksi Setelah Denormalisasi dan Aktual 29
Tabel 4.8 Matriks Evaluasi Model 30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Flowchart* Algoritma *Gated Recurrent Unit* 7
Gambar 2.1 Pola Data *Time Series* (Arumsari & Dani, 2021) 9
Gambar 3.1 Arsitektur Algoritma GRU (Sachinsoni, 2024) 14
Gambar 4.1 Harga Harian CPO Indonesia (Rp/Kg) April 2023 – Juli 2024..... 20
Gambar 4.2 Proses Pelatihan Model..... 27
Gambar 4.3 *Mean Square Error* (MSE) *Function Loss* 28
Gambar 4.4 *Mean Absolute Error* (MAE) *Accuracy Metric*..... 28
Gambar 4.5 Perbandingan Data Prediksi dan Aktual Pada Data *Testing*..... 30
Gambar 4.6 Prediksi Harga CPO Indonesia Periode Agustus 2024..... 31

DAFTAR SIMBOL

t : periode

x_t : data periode ke-t

$\hat{x}_t$: hasil prediksi periode ke-t

x_t^* : hasil normalisasi data periode ke-t

x_{max} : data tertinggi

x_{min} : data terendah

n : banyak data

r_t : *reset gate* periode ke-t

z_t : *update gate* periode ke-t

σ : fungsi sigmoid

$tanh$: fungsi tanh (*hyperbolic tangent*)

h_{t-1} : *hidden state* periode ke-$(t-1)$

$\tilde{h}_t$: nilai kandidat *hidden state* periode ke-t

h_t : nilai *hidden state* periode ke-t

W_r : bobot pada *reset gate* untuk data

W_z : bobot pada *update gate* untuk data

W_h : bobot pada kandidat *hidden state* untuk data

U_r : bobot pada *reset gate* untuk *hidden state*

U_z : bobot pada *update gate* untuk *hidden state*

U_h : bobot pada kandidat *hidden state* untuk *hidden state*

U_y : bobot pada prediksi untuk *hidden state*

b_r : bias pada *reset gate*

b_z : nilai bias untuk *update gate*

b_h : nilai bias untuk kandidat *hidden state*

b_y : nilai bias untuk prediksi

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suburnya tanah ibu pertiwi menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki potensi tinggi dalam bidang pertanian. Hal tersebut sejalan dengan julukan negara agraris yang dimiliki oleh Indonesia, karena sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani. Sebagai negara agraris, perekonomian negara Indonesia disokong oleh beberapa sektor antara lain sektor perkebunan, kehutanan, tanaman pangan, perikanan, dan perternakan (Syahnaz et al., 2022). Dewasa ini, komoditas sub sektor perkebunan yang sedang berkembang yaitu, sawit, pinang, kopi, kelapa, dan kakao. Kelapa sawit adalah komoditas sub sektor perkebunan utama yang berperan penting dalam perekonomian negara saat ini (Herudin et al., 2021).

Perkebunan kelapa sawit memiliki dampak positif pada aspek lingkungan, sosial dan ekonomi komunitas lokal. Adapun dampak positif dari adanya budidaya kelapa sawit yaitu terciptanya lapangan kerja, peningkatan pendapatan petani dan masyarakat, menyokong peningkatan perekonomian di pedesaan, dan peningkatan pendapatan nasional melalui ekspor minyak sawit (Hutabarat, 2019). Salah satu hasil utama dari pengolahan buah kelapa sawit adalah *Crude Palm Oil* (CPO) atau minyak sawit mentah. Minyak kelapa sawit mentah merupakan bahan dasar yang diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit yang kemudian diolah menjadi berbagai macam produk turunannya (Mustafa, 2022).

Berdasarkan data yang diterbitkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat pada tahun 2022, Indonesia tercatat sebagai produsen minyak sawit dengan total produksi tertinggi di dunia, yakni 45,5 juta ton metrik (Febrina et al., 2024). Temuan tersebut menggambarkan peran strategis CPO dalam perekonomian Indonesia, khususnya sebagai penyumbang utama devisa negara, dengan kontribusi ekspor yang mencapai sekitar 80% dari total nilai ekspor sektor pertanian (Itamary

& Hendrati, 2022). Seiring dengan meningkatnya permintaan global terhadap CPO, terutama sebagai bahan baku bioenergi atau bahan bakar nabati, harga komoditas ini pun mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Fluktuasi harga tersebut memengaruhi ketidakstabilan harga Tandan Buah Segar (TBS), yang merupakan bahan dasar dalam produksi CPO. Dampaknya, pendapatan petani menjadi tidak seimbang dengan biaya produksi, sementara perusahaan menghadapi risiko kerugian karena tidak mampu menutup biaya operasional dan terjadinya penumpukan CPO yang tidak berhasil dipasarkan (Nurfadjri, 2023).

Berkenaan dengan uraian yang telah disajikan, tujuan utama penelitian ini adalah memprediksi harga CPO Indonesia dalam beberapa periode mendatang. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan Algoritma *Gated Recurrent Unit* (GRU). GRU diperkenalkan sebagai varian dari algoritma *Recurrent Neural Networks* (RNN) yang lebih efisien dan efektif dalam menangani data *time series* (Arwansyah et al., 2022). Selain itu, proses pelatihan dengan menggunakan GRU juga lebih efisien dibandingkan *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang merupakan algoritma turunan lain dari RNN karena arsitekturnya yang sederhana. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah *gate* yang dimiliki GRU hanya ada dua (*update gate* dan *reset gate*), sedangkan LSTM ada 3 (*input gate*, *update gate*, dan *output gate*) (Wijaya, 2025). Adapun manfaat yang diharapkan dengan dilakukan penelitian ini yaitu, dapat membantu produsen dalam perencanaan produksi dan memberikan informasi penting bagi pedagang dalam mengambil keputusan jual beli. Pemerintah juga dapat memanfaatkan prediksi harga CPO untuk merumuskan kebijakan yang tepat dalam sektor perkebunan kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, bagaimana penelitian ini adalah memprediksi harga CPO Indonesia pada bulan Agustus 2024?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah penelitian ini adalah memprediksi harga CPO Indonesia pada bulan Agustus 2024.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder harga harian komoditas CPO Indonesia yang diperoleh dari situs Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditas (Bappebti). Data tersebut hanya mencakup hari kerja tanpa hari libur nasional.
2. Dilakukan pembagian data di mana periode 1 April 2023 – 31 Mei 2024 sebagai *data training* dan periode 1 Juni 2024 – 31 Juli 2024 sebagai *data testing.*

1.5 Tinjauan Pustaka

Shahid, Zameer, dan Muneeb (2020) melakukan penelitian mengenai perbandingan model *Long Short-Term Memory* (LSTM), *Gated Recurrent Unit* (GRU), dan *Biderectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) untuk memprediksi kasus terkonfirmasi, kematian, dan pemulihan di sepuluh negara paling terdampak wabah COVID-19. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa model *Bidirectional Long Short-Term Memory* merupakan model dengan performa yang paling baik dalam memprediksi. Nilai MAE dan RMSE pada model Bi-LSTM memiliki nilai terkecil dibandingkan dua model yang lain, yaitu sebesar 0,0070 dan 0,0077. Sehingga, Bi-LSTM adalah model yang tepat untuk digunakan sebagai prediksi pandemik demi perencanaan dan manajemen yang lebih baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Khano, Saputro, Sutanto, dan Wibowo (2023) mengenai analisis sentimen menggunakan analisis *Machine Learning* yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) dilakukan dengan tujuan untuk mengatasi kelemahan dari *Recurrent Neural Network* (RNN) pada

masalah memori jangka panjang. Hasil yang diperoleh yaitu kombinasi dari *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) menghasilkan performa yang baik untuk mengatasi masalah memori jangka panjang.

Nilsen (2022) melakukan penelitian mengenai perbandingan model *Recurrent Neural Network* (RNN), model *Long Short-Term Memory* (LSTM), dan model *Gated Recurrent Unit* (GRU) dalam memprediksi harga saham-saham yang terdaftar di indeks LQ45. Pada penelitian digunakan *hyperparameter* yang sama untuk semua model yaitu *epoch* = 200, *batch size* = 32, dan *units* = 24. Dari rata-rata (RMSE), rata-rata MSE, MAE yang dihasilkan dari 3 model yang digunakan, disimpulkan bahwa model GRU memiliki akurasi yang lebih baik dari model *Recurrent Neural Network* (RNN) dan model *Long Short-Term Memory* (LSTM).

Penelitian yang dilakukan oleh Rifa'i (2020) menggunakan Optimasi *Fuzzy Artificial Neural Network* dengan Algoritma Genetika untuk memprediksi harga *Crude Palm Oil* (CPO) menggunakan data deret waktu dari tahun 2009 hingga tahun 2020. Dalam penelitian ini, prediksi harga CPO dilakukan dengan kombinasi konsep kecerdasan buatan, yaitu *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN), dan logika *fuzzy*. Kombinasi metode ini, yaitu *Fuzzy Radial Basis Function Neural Network* (FRBFNN), kemudian dioptimalkan menggunakan algoritma genetika. Hasil prediksi menunjukkan bahwa kesalahan berdasarkan nilai MAPE untuk prediksi FRBFNN pada data pelatihan adalah 11,7% dan nilai MAPE untuk data pengujian adalah 9,4%. Dalam prediksi FRBFNN yang dioptimalkan menggunakan algoritma genetika, nilai MAPE adalah 10,2% untuk data pelatihan dan 8,3% untuk data pengujian.

1.6 Metodologi Penelitian

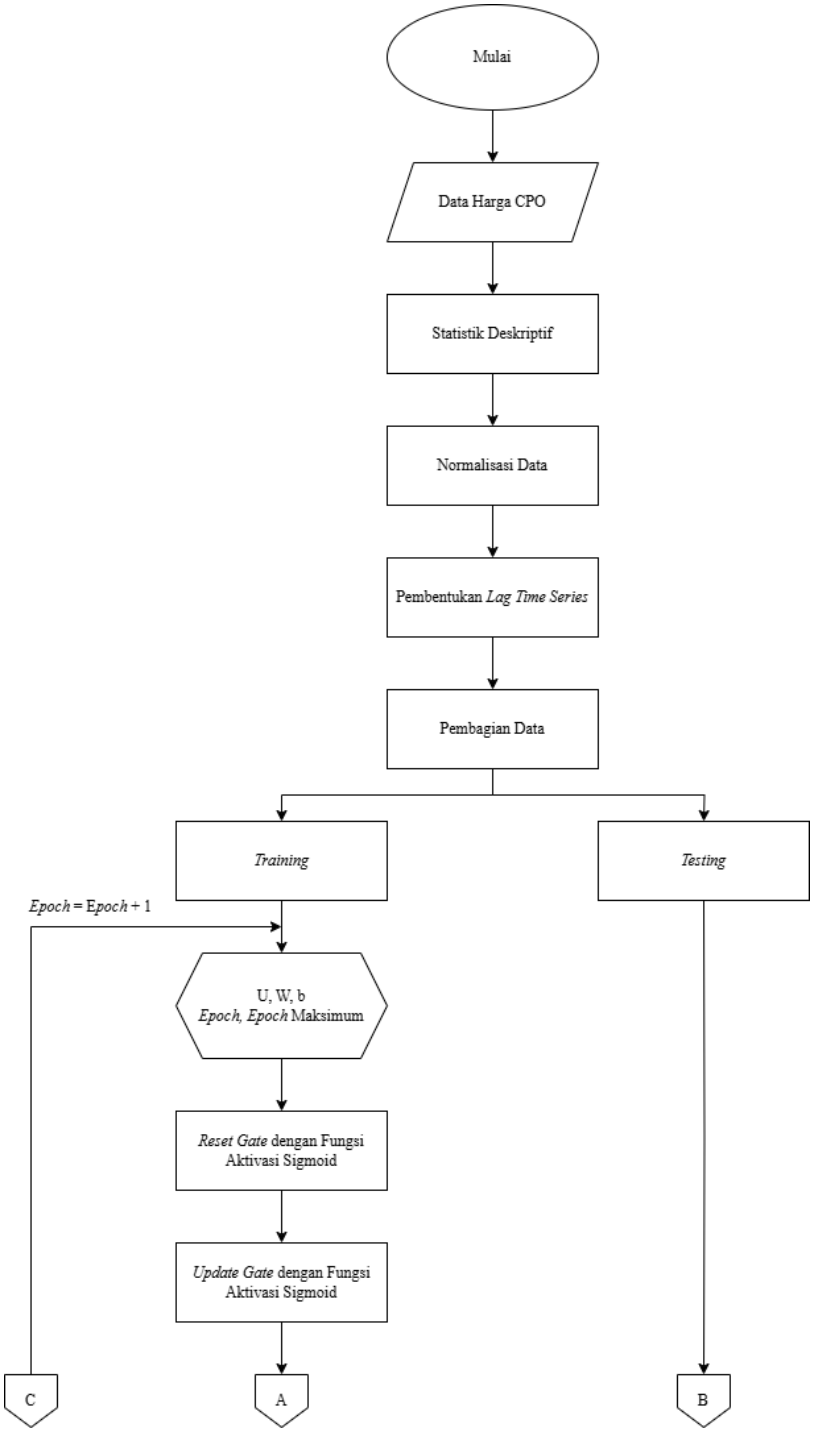
Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti). Data yang digunakan kemudian diolah dengan menggunakan bantuan *software* RStudio. Penelitian dimulai dengan studi literatur terkait prediksi menggunakan data deret waktu dalam bidang industri serta dilanjutkan dengan mencari ketersediaan data. Adapun data

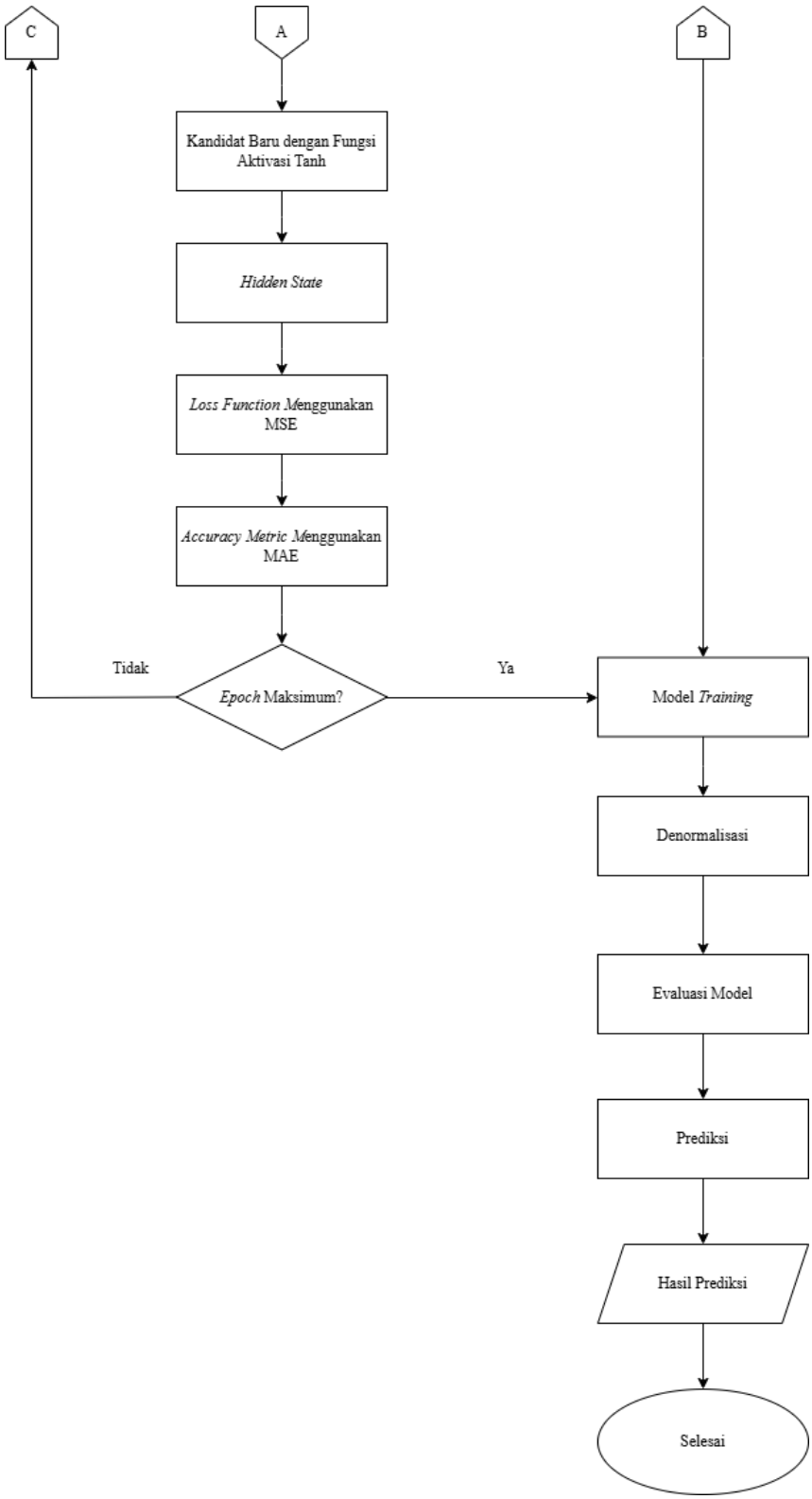
yang digunakan yaitu data deret waktu harga harian komoditas CPO Indonesia dalam rentang waktu April 2023 hingga Juli 2024. Proses analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Input data,
b. Statistik deskriptif,
c. Normalisasi data menggunakan *min-max normalization* untuk mengonversi nilai numerik pada suatu *dataset* ke dalam skala umum,
d. Pembentukan pola data *time series* dengan 3 *lag* yang merupakan *default* Rstudio,
e. Pembagian data di mana data periode 1 April 2023 – 31 Mei 2024 sebagai data *training* dan periode 1 Juni 2024 – 31 Juli 2024 sebagai data *testing*.
f. Melatih model hingga mencapai *epoch* maksimum sebesar 10 *epoch.*
g. Inisialisasi nilai bobot dan bias secara acak untuk masing-masing *gate*.
h. Menghitung nilai *reset gate* menggunakan fungsi aktivasi sigmoid,
i. Menghitung nilai *update gate* menggunakan fungsi aktivasi sigmoid,
j. Menghitung nilai kandidat *hidden state* menggunakan fungsi aktivasi tanh,
k. Menghitung nilai *hidden state* baru dengan memanfaatkan nilai *update gate* dan kandid*at hidden state,*
l. Proses perhitungan pada tiap *epoch* menghasilkan nilai *loss (*MSE *Loss Function)* dan nilai akurasi metrik MAE untuk mengevaluasi kinerja prediksi,
m. Apabila belum mencapai *epoch* maksimum, proses pelatihan model dilakukan kembali pada tahap (g) di mana nilai bobot dan bias diacak kembali,
n. Model yang didapatkan diuji menggunakan data *testing*,
o. Denormalisasi data dilakukan untuk untuk mengembalikan data menjadi skala awal,
p. Evaluasi model menggunakan MAPE untuk mengukur keakuratan hasil prediksi,
q. Prediksi harga CPO untuk periode Agustus 2024,
r. Hasil prediksi,

s. Selesai.

Adapun alur dari penelitian ini divisualisasikan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.1 berikut.





Gambar 1.1 *Flowchart* Algoritma *Gated Recurrent Unit*