PENERAPAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DALAM PERAMALAN HARGA *CRUDE PALM OIL* DI INDONESIA

LEANNA BELVA CALISSTA
NIM H1091211050

SKRIPSI

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

PENERAPAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DALAM PERAMALAN HARGA *CRUDE PALM OIL* DI INDONESIA

LEANNA BELVA CALISSTA
NIM H1091211050

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Penerapan *Long Short-Term Memory* dalam Peramalan Harga *Crude Palm Oil* di Indonesia
Nama Mahasiswa	: Leanna Belva Calissta
NIM	: H1091211050
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	: 11 Juni 2025
SK Pembimbing	: No. 2625/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	: No. 1539/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
Nurfitri Imro'ah, M.Si.	Drs. Helmi, M.Si.
NIP 198907182019032021	NIP 196410171998021001

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 : Leanna Belva Calissta

NIM : H1091211050

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 pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 11 Juni 2025

Leanna Belva Calissta

NIM H1091211050

Penerapan *Long Short-Term Memory* dalam Peramalan Harga *Crude Palm Oil* di Indonesia

Abstrak

Crude Palm Oil (CPO) atau juga dikenal sebagai minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari buah tanaman kelapa sawit. Di Indonesia, CPO sendiri memegang peranan penting di industri perdagangan ekspor. Akan tetapi, harga CPO yang fluktuatif dapat menimbulkan risiko untuk pihak terlibat, sehingga peramalan dilakukan untuk meminimalisir risiko tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan pengembangan atau modifikasi dari *Recurrent Neural Network*. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode LSTM untuk meramalkan harga CPO di Indonesia. Data yang digunakan yaitu data harian harga CPO di Indonesia dengan jangka waktu dari April 2023 hingga Juli 2024 yang diperoleh dari *website* Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi. Pada penelitian ini, dilakukan pembagian data dimana data *training* sebanyak 260 data yang digunakan untuk proses pelatihan model dan *testing* sebanyak 41 data yang digunakan untuk proses evaluasi model. Parameter yang digunakan yaitu *epoch*, dimana jumlah *epoch* sebanyak 10. Penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan *software* RStudio dengan *package* yang digunakan yaitu "*Tsdeeplearning*". Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa metode LSTM mampu melakukan peramalan harga CPO di Indonesia dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,69% untuk data *training* dan 4,74% untuk data *testing*. Dengan nilai MAPE tersebut, akurasi peramalan dapat dikategorikan sangat baik dalam meramalkan harga CPO di Indonesia. Dari hasil peramalan, diperoleh bahwa harga tertinggi ada pada tanggal 5 Agustus 2024 sebesar Rp16.006 per kg dan harga terendah pada tanggal 16 Agustus 2024 sebesar Rp14.960 per kg.

Kata Kunci: LSTM, CPO, MAPE.

Application of Long Short-Term Memory in Forecasting Crude Palm Oil Prices in Indonesia

Abstract

Crude Palm Oil (CPO) also known as palm oil is a vegetable oil produced from the fruit of the oil palm plant. In Indonesia, CPO itself plays an important role in the export trade industry. However, fluctuating CPO prices can pose a risk to the parties involved, so forecasting is done to minimize this risk. One of the methods that can be used is Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM is a development or modification of the Recurrent Neural Network. This research aims to apply the LSTM method to forecast CPO prices in Indonesia. The data used is daily data on CPO prices in Indonesia with a period from April 2023 to July 2024 obtained from the website of the Commodity Futures Trading Supervisory Agency. In this study, data splitting is carried out where 260 training data will be used for the model training process and 41 testing data used for the model evaluation process. The parameter used is epoch, where the number of epochs is 10. This research was conducted using the help of RStudio software with the package used was "Tsdeeplearning". From the research that has been done, it is found that the LSTM method is able to forecast CPO prices in Indonesia with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 3.69% for training data and 4.74% for testing data. With this MAPE value, the forecasting accuracy can be categorized as very good in forecasting CPO prices in Indonesia. From the forecasting results, it is obtained that the highest price is on August 5, 2024 at IDR 16,006 per kg and the lowest price is on August 16, 2024 at IDR 14,960 per kg.

Keywords: *LSTM, CPO, MAPE.*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **"Penerapan *Long Short-Term Memory* dalam Peramalan Harga *Crude Palm Oil* di 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 menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta 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. selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan skripsi ini.
3. Ibu Shantika Martha, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Yundari, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, memberikan saran, masukan, dan motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan.
5. Ibu Nurfitri Imro'ah, M.Si. selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
6. Bapak Drs. Helmi, M.Si. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
7. Nevil Sesilisvana dan Dian Robbiati yang telah memberi semangat, menemani, dan membantu penulis selama proses perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini.

8. Teman-teman Statistika 2021 yang telah menemani dan memberikan motivasi serta semangat selama penulisan skripsi ini.
9. 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, 11 Juni 2025

Leanna Belva Calissta

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
DAFTAR SIMBOL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Tinjauan Pustaka 4
1.6 Metodologi Penelitian 5
BAB II LANDASAN TEORI 8
2.1 Peramalan 8
2.2 *Time Series* 8
2.3 *Machine Learning* 10
2.4 *Artificial Neural Network* 11
2.5 *Epoch* dan Neuron 12
2.6 Data Training dan Testing 12
2.7 Evaluasi Model 13
BAB III *LONG SHORT-TERM MEMORY* 14
3.1 *Long Short-Term Memory* 14
3.2 Fungsi Aktivasi 18
3.3 Normalisasi 19
3.4 Denormalisasi 19

3.5 *Accuracy Metrics* 19
3.6 *Loss Function* 20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 21
4.1 Deskripsi Data 21
4.2 Normalisasi Data 22
4.3 Pembentukan *Lag* Data *Time Series* 22
4.4 Pembagian Data *Training* dan Data *Testing* 23
4.5 Perhitungan Manual dengan Metode *Long Short-Term Memory* 24
4.6 Proses *Long Short-Term Memory* dengan RStudio 27
4.7 Denormalisasi Data 30
4.8 Evaluasi Model Peramalan 31
4.9 Hasil Peramalan 32
BAB V KESIMPULAN 34
DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Flowchart Long Short-Term Memory* 7
Gambar 2.1 Pola Data Horizontal..... 9
Gambar 2.2 Pola Data Musiman..... 9
Gambar 2.3 Pola Data *Trend*..... 9
Gambar 2.4 Pola Data Siklus..... 10
Gambar 3.1 Arsitektur LSTM..... 14
Gambar 3.2 *Forget Gate*..... 15
Gambar 3.3 *Input Gate* 16
Gambar 3.4 *Cell State*..... 17
Gambar 3.5 *Output Gate* 17
Gambar 4.1 Grafik Harga CPO 22
Gambar 4.2 Proses Pelatihan Model..... 28
Gambar 4.3 *Plot Loss* 29
Gambar 4.4 *Plot* MAE..... 29
Gambar 4.5 Perbandingan Aktual dan Peramalan Data *Testing* 31
Gambar 4.6 Grafik Data Aktual dan Hasil Peramalan..... 33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE 13
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif 21
Tabel 4.2 Pembentukan *Lag* Data *Time Series* 23
Tabel 4.3 Pembagian Data *Training* dan Data *Testing* 23
Tabel 4.4 Inisialisasi Bobot dan Bias 24
Tabel 4.5 Hasil Peramalan untuk Data *Testing* 30
Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Model 32
Tabel 4.7 Hasil Peramalan 32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Normalisasi 41
Lampiran 2 Hasil Denormalisasi 43

DAFTAR SIMBOL

x_t : data ke-*t*

$\hat{x}_t$: data peramalan ke-*t*

x_t^* : hasil normalisasi data ke-t

x_{min} : data terendah

x_{max} : data tertinggi

n : banyak data

f_t : *forget gate* ke-t

i_t : *input gate* ke-t

C_{t-1} : nilai *cell state* ke-$(t-1)$

$\tilde{C}_t$: nilai kandidat baru ke-t

C_t : nilai *cell state* ke-t

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

h_t : *hidden state* ke-t

O_t : *output gate* ke-t

σ : fungsi sigmoid

$tanh$: fungsi *hyperbolic tangent*

U_f : bobot pada *forget gate* untuk data

U_i : bobot pada *input gate* untuk data

U_c : bobot pada kandidat baru untuk data

U_o : bobot pada *output gate* untuk data

U_y : bobot pada peramalan untuk *hidden state*

W_f : bobot pada *forget gate* untuk *hidden state*

W_i : bobot pada *input gate* untuk *hidden state*

W_c : bobot pada kandidat baru untuk *hidden state*

W_o : bobot pada *output gate* untuk *hidden state*

b_f : bias pada *forget gate*

b_i : bias pada *input gate*

b_c : bias pada kandidat baru

b_o : bias pada *output gate*

b_y : bias pada peramalan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki kekayaan alam yang melimpah, salah satu diantaranya yaitu tanah yang subur. Dengan tanah yang subur serta iklim tropis, menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian maupun perkebunan. Hal tersebut menyebabkan sebagian besar penduduk Indonesia bekerja sebagai petani dan Indonesia mendapatkan julukan sebagai negara agraris. Sebagai negara agraris, selain berperan untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional, sektor pertanian di Indonesia juga berperan sebagai tulang punggung bagi sebagian besar penduduk pedesaan (Hasibuan et al., 2024). Di Indonesia, pertanian mencakup tujuh subsektor, yaitu tanaman pangan, perkebunan, tanaman hortikultura, peternakan, kehutanan, perikanan dan jasa pertanian (Bramantara et al., 2024).

Perkebunan merupakan salah satu subsektor yang memberikan kontribusi penting terhadap perekonomian (Pratama et al., 2023). Di Indonesia terdapat banyak jenis perkebunan yang dibudidayakan seperti kelapa sawit, karet, kopi, teh, dan kakao. Kelapa sawit adalah salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang banyak dibudidayakan (Himmah et al., 2020). Buah dari kelapa sawit menghasilkan minyak mentah yang dikenal sebagai minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). Tanaman kelapa sawit bisa tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki iklim tropis (Sarbini & Khadela, 2015). Oleh karena itu, kelapa sawit banyak dibudidayakan di daerah beriklim tropis seperti Indonesia.

Indonesia telah menjadi negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia sejak tahun 2006 (Hendrawati et al., 2023). Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya jumlah kebun kelapa sawit yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit tertinggi di dunia (Huda et al., 2022). CPO dapat diolah menjadi berbagai produk seperti minyak goreng dan margarin, biodiesel, sampo, sabun, dan lain-lain. Saat ini CPO

memegang peranan penting dalam industri perdagangan ekspor Indonesia (Krismawanti et al., 2019). Namun, fluktuasi harga dan ketidakpastian pasar dapat menimbulkan risiko untuk berbagai pihak yang terlibat.

Fluktuasi harga CPO menimbulkan risiko yang besar bagi para petani kelapa sawit dan investor (Rifa'i, 2020). Akibat dari harga CPO yang selalu mengalami naik turun dan cenderung tidak tetap dapat berdampak pada penurunan harga Tandan Buah Segar (TBS). TBS adalah produk awal dari kelapa sawit yaitu buah kelapa sawit. Naik turunnya dari harga TBS dapat mempengaruhi perekonomian para petani kelapa sawit dikarenakan ketidaksesuaian antara pendapatan mereka dengan biaya produksinya. Berdasarkan dampak dari fluktuasi harga CPO, maka dilakukanlah peramalan harga CPO di Indonesia dengan harapan dapat membantu para petani kelapa sawit serta pemerintah dalam menentukan kebijakan yang akan diambil seperti pajak ekspor.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan harga CPO di Indonesia. Peramalan merupakan suatu kegiatan memperkiraan kejadian dimasa yang akan datang dengan menggunakan data pada masa lalu. Dalam peramalan terdapat beberapa metode antara lain yaitu *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Tujuan utama peramalan yaitu untuk meramalkan atau memperkirakan permintaan dimasa yang akan datang, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan sebenarnya (Gea et al., 2024).

Saat ini terdapat kemajuan besar dalam teknologi, salah satunya *Artificial Intelligence* (AI) dan robotika di dua dekade terakhir dan diperkirakan teknologi ini akan mengubah beberapa pekerjaan di seluruh dunia (Pratama et al., 2023). Penggunaan algoritma dan model matematika dilibatkan dalam AI sehingga memungkinkan bagi komputer dan sistem lainnya untuk belajar dari data, mengenali pola, serta membuat keputusan yang cerdas (Eriana & Zein, 2023). Secara garis besar, *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan dalam pengaplikasiannya memiliki tujuh cabang (Budiman et al., 2022). *Machine learning* termasuk salah satu dari cabang AI. Teknologi *machine learning* merupakan mesin yang dirancang untuk dapat belajar sendiri tanpa memerlukan arahan dari

penggunanya. *Machine learning* dikembangkan atas dasar ilmu matematika, statistika, dan data *mining* yang memungkinkan mesin dapat belajar dengan menganalisis data tanpa harus melakukan pemrograman ulang (Anggeli et al., 2021).

Artificial Neural Network (ANN) atau yang juga dikenal sebagai Jaringan Saraf Tiruan (JST) bisa digunakan untuk peramalan atau prediksi. ANN merupakan sebuah model komputasi yang cara kerjanya terinspirasi dari cara kerja otak manusia saat memproses informasi. Salah satu metode yang banyak digunakan antara lain yaitu *Recurrent Neural Network* (RNN), *Long Short-Term Memory* (LSTM), dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) (Alkahfi et al., 2024). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM).

LSTM merupakan modifikasi dari *Recurrent Neural Network* (RNN) untuk mengatasi masalah terjadinya *vanishing* atau *exploding gradients* pada RNN dengan menambahkan *memory cell* yang bisa mempertahankan informasi untuk jangka waktu yang lama (Manaswi, 2018). *Vanishing gradients* merupakan masalah yang mengacu pada kondisi ketika *long term component* bergerak cepat secara eksponensial mendekati ke nilai 0, sehingga tidak mungkin bagi model untuk mempelajari korelasi antara kejadian yang jauh (Husada & Toba, 2020). LSTM dapat memberikan hasil peramalan yang cukup akurat karena bisa mengatasi ketergantungan jangka panjang dari data *time series* (Lasijan et al., 2023). Ketergantungan jangka panjang pada data *time series* adalah kejadian dimana data *time series* memiliki dependensi jangka panjang, artinya jika di antara observasi-observasi yang terpisah jauh masih memiliki korelasi yang tinggi (Akbar & Kharisudin, 2020). Maka dari itu, digunakanlah metode LSTM untuk meramalkan harga CPO di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana penerapan metode LSTM dalam peramalan harga CPO di Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini yaitu menerapkan metode LSTM untuk meramalkan harga CPO di Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan pada penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari *website* Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti). Data ini merupakan data harian dengan jangka waktu dari 3 April 2023 sampai dengan 31 Juli 2024 pada yang meliputi lima hari kerja, kecuali hari Sabtu, Minggu, dan hari libur nasional.
2. Penelitian ini dilakukan tanpa memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan maupun penurunan harga CPO di Indonesia.
3. Pembagian data *training* dan data *testing* pada penelitian ini yaitu data bulan April 2023 hingga Mei 2024 digunakan sebagai data *training* dan data bulan Juni hingga Juli 2024 digunakan sebagai data *testing*.

1.5 Tinjauan Pustaka

Lasijan, Santoso, dan Hakim (2023) melakukan analisis menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk memprediksi harga emas dunia. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* RStudio. Hasil yang diperoleh yaitu model LSTM terbaik untuk memprediksi harga emas adalah model dengan nilai MAPE sebesar 2,70601. Model tersebut menggunakan pembagian data *training* dan *testing* sebesar 70:30 dan *hyperparameter batch size* 1, *units* 1, AdaGrad *optimizer*, dan *learning rate* 0,1 dengan 500 *epochs*.

Siregar dan Widyasari (2023) menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk melakukan peramalan harga *crude oil*. Penelitian tersebut bertujuan untuk meramalkan harga minyak mentah di masa mendatang berdasarkan data historis dan meningkatkan efisiensi pasar dalam mengalokasikan sumber daya. Hasil dari penelitian ini yaitu pada data tahun 2018-2023 didapatkan akurasi RMSE sebesar 2,665 serta MAPE sebesar 2,7%, sedangkan pada data tahun 2020-2023

didapatkan nilai akurasi RMSE dan MAPE secara berurutan yaitu sebesar 2,630 dan 2,9%.

Puteri (2023) melakukan prediksi harga saham syariah menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM). Penelitian tersebut menggunakan data histori harga penutupan dari tiga saham syariah. Model prediksi terbaik dalam penelitian tersebut diperoleh berdasarkan *tuning* parameter seperti *epoch*, *batch*, *neurons*, serta *optimizer*. Hasil penelitian membandingkan model LSTM dan Bi-LSTM dan didapatkan model Bi-LSTM sebagai model terbaik dengan nilai MAPE terkecil.

1.6 Metodologi Penelitian

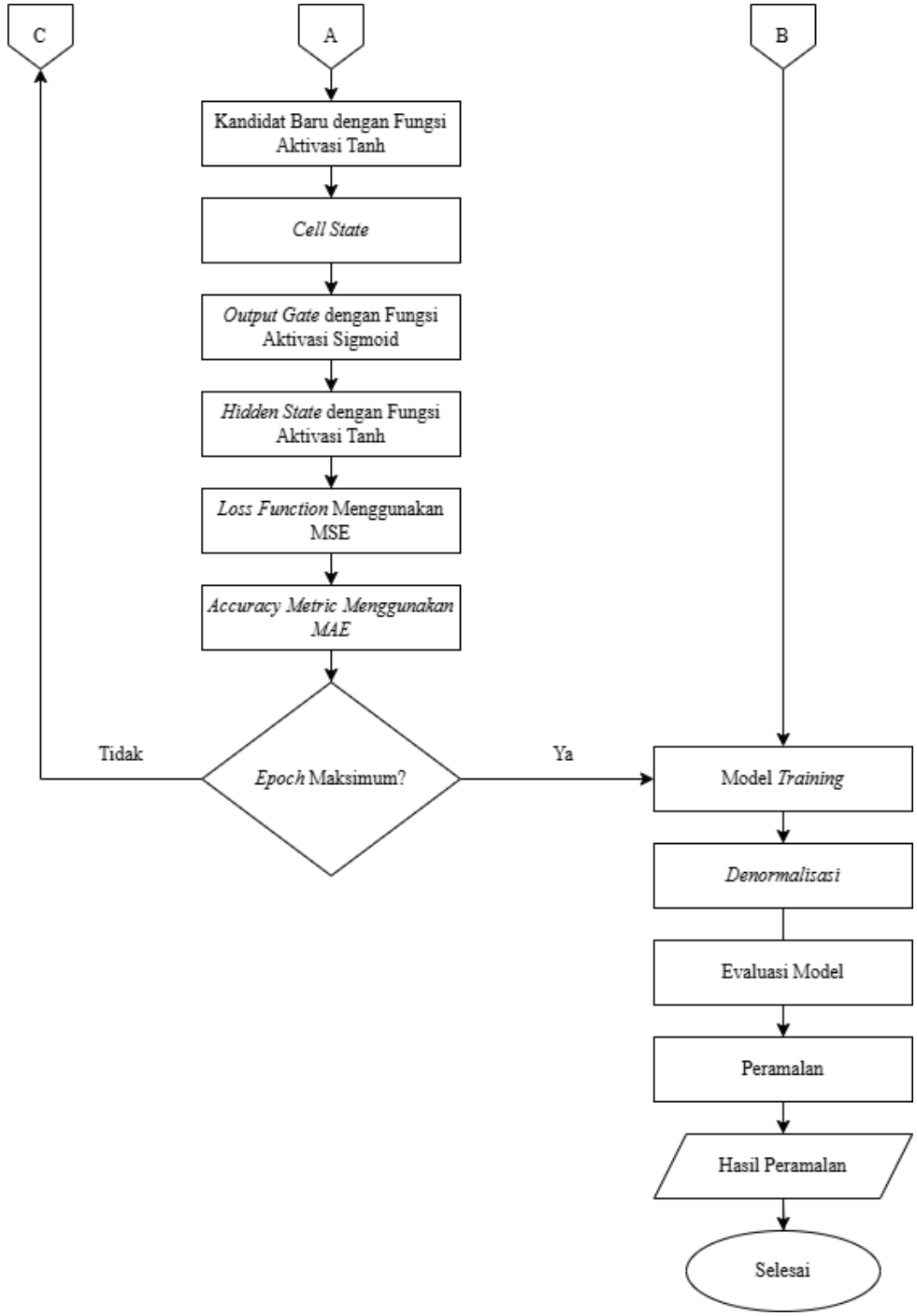
Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari *website* Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti). Data yang digunakan diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dan RStudio. Penelitian dimulai dengan studi literatur terkait peramalan data deret waktu serta mencari data harga *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia. Kemudian, dilanjutkan dengan mempelajari metode yang digunakan yaitu analisis *Long Short-Term Memory* (LSTM).

Tahapan pertama dari proses analisis yaitu melakukan penginputan data yang akan digunakan. Setelah penginputan data, tahapan selanjutnya yaitu statistik deskriptif. Selanjutnya, dilakukan normalisasi data yang kemudian dilanjutkan dengan pembentukan pola *lag time series*. Tahapan berikutnya yaitu *split data* atau pembagian data yang dimana data dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Setelah data dibagi, tahap selanjutnya yaitu inisialisasi bobot dan bias secara *random* serta penentuan *epoch*. Kemudian pada data *training* dilakukan perhitungan *forget gate*, *input gate*, kandidat baru, *cell state*, *output gate*, dan *hidden state* yang dimana *forget gate, input gate,* dan *output gate* menggunakan fungsi aktivasi sigmoid sedangkan kandidat baru dan *hidden state* menggunakan fungsi aktivasi tanh.

Tahap selanjutnya yaitu menghitung *loss function* untuk memperoleh nilai *loss* yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung *accuracy metric*. Jika proses belum mencapai *epoch* maksimum maka akan dilakukan iterasi selanjutnya, apabila

sudah mencapai *epoch* maksimum maka diperoleh model dari *epoch* terakhir. Setelah itu, data *testing* diproses menggunakan model *training* untuk didapatkan hasil peramalan menggunakan data *testing*. Hasil peramalan tersebut kemudian didenormalisasi untuk mengembalikan bentuk data ke semula. Selanjutnya model dievaluasi dengan menghitung nilai keakuratan model atau tingkat kebaikan model menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Setelah evaluasi model, dilakukan peramalan untuk periode ke depan dan selesai. Tahapan yang dilakukan pada penelitian menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dapat dilihat dari alir penelitian (*flowchart*) pada Gambar 1.1 berikut.





Gambar 1.1 *Flowchart Long Short-Term Memory*