

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERAMALAN PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK AUTOREGRESSIVE* (NNAR)

FARHAN ABDILLAH HARAHAP



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Peramalan Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Pulau Sumatera Menggunakan *Neural Network Autoregressive* (NNAR)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Farhan Abdillah Harahap
G1401211007

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

FARHAN ABDILLAH HARAHAHAP. Peramalan Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Pulau Sumatera Menggunakan *Neural Network Autoregressive* (NNAR). Dibimbing oleh RAHMA ANISA dan ANIK DJURAIDAH.

Sektor kelapa sawit memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia. Pada 2023, ekspor CPO (*Crude Palm Oil*) mencapai USD 25,61 miliar atau 9,90% dari total ekspor nasional. Pulau Sumatera menjadi wilayah penghasil utama, menghasilkan 25,69 juta ton (54,56% dari produksi nasional) dari 8,74 juta hektare (54,86% dari luas perkebunan nasional). Dominasi produksi CPO di Pulau Sumatera menunjukkan perlunya dukungan proyeksi yang sistematis dan terukur. Penelitian ini memanfaatkan data produksi bulanan CPO dan luas areal dari sepuluh provinsi di Sumatera selama Januari 2012 hingga Desember 2023 untuk membangun model peramalan tahun 2024. Metode *Neural Network Autoregressive* (NNAR) dipilih karena kemampuannya menangkap pola non-linear dalam data deret waktu. Model dikombinasikan dengan kerangka *expanding window*, penentuan *lag* optimal menggunakan *Partial Autocorrelation Function* (PACF), dan *hyperparameter tuning* dengan *grid search* terhadap jumlah neuron, *learning rate decay*, dan *maxit*. Evaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menunjukkan kinerja baik, dengan 9 dari 10 provinsi mencatat MAPE di bawah 20% dan MAPE tingkat pulau sebesar 7,49%. Produksi CPO tahun 2024 diproyeksikan mencapai 25,32 juta ton, dengan Provinsi Riau sebagai kontributor terbesar.

Kata kunci: *crude palm oil*, *neural network autoregressive*, peramalan, produksi, pulau sumatera.

ABSTRACT

FARHAN ABDILLAH HARAHAHAP. Forecasting of Crude Palm Oil (CPO) Production in Sumatra Island Using Neural Network Autoregressive (NNAR). Supervised by RAHMA ANISA and ANIK DJURAI DAH.

The palm oil sector played a strategic role in Indonesia's economy. In 2023, CPO (Crude Palm Oil) exports reached USD 25.61 billion or 9.90% of total national exports. Sumatra Island was the main production area, producing 25.69 million tons (54.56% of national production) from 8.74 million hectares (54.86% of national plantation area). The dominance of CPO production in Sumatra Island indicated the need for systematic and measurable projection support. This study used monthly CPO production and plantation area data from ten provinces in Sumatra from January 2012 to December 2023 to develop a forecasting model for 2024. The Neural Network Autoregressive (NNAR) method was chosen for its ability to capture non-linear patterns in time series data. The model was combined with an expanding window framework, optimal lag selection using the Partial Autocorrelation Function (PACF), and hyperparameter tuning using grid search for the number of neurons, learning rate decay, and maxit. Evaluation using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) showed good performance, with 9 out of 10 provinces recording MAPE below 20% and island-level MAPE of 7.49%. CPO production in 2024 was projected to reach 25.32 million tons, with Riau Province as the largest contributor.

Keywords: crude palm oil, forecasting, neural network autoregressive, production, sumatera island.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PERAMALAN PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO)
DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN *NEURAL
NETWORK AUTOREGRESSIVE* (NNAR)**

FARHAN ABDILLAH HARAHAAP

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Peramalan Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Pulau Sumatera
Menggunakan *Neural Network Autoregressive* (NNAR)

Nama : Farhan Abdillah Harahap

NIM : G1401211007

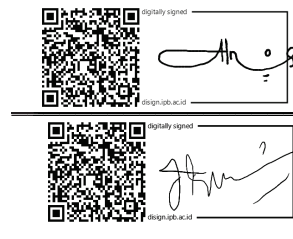
Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Rahma Anisa S.Stat., M.Si., M.Act.Sc.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:

Dr. Bagus Sartono, S. Si., M.Si.

NIP 197804112005011002



Tanggal Ujian:
08 Juli 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini bertema peramalan data deret waktu yang dilaksanakan dari Januari hingga Juli 2025, dengan judul “Peramalan Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Pulau Sumatera Menggunakan *Neural Network Autoregressive* (NNAR)”. Penyusunan karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Rahma Anisa, S.Stat., M.Si., M.Act.Sc. dan Ibu Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.
2. Ibu Laily Nissa Atul Mualifah, S.Si., M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si. selaku moderator Kolokium dan Seminar Hasil, serta Bapak Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing, atas saran dan masukan yang membangun dalam penyempurnaan karya ilmiah ini.
3. Seluruh dosen dan staf Departemen Statistika IPB yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan bantuan administratif selama masa studi.
4. Kepada keluarga tercinta — Papa, Mama, dan Kakak, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus selama perjalanan akademik ini, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberi semangat dan nasihat yang berarti.
5. Kepada sahabat terdekat — Oktavia, Fajar, Vita, Farrel, Much, Farras, Angel, Arfiah, Alyka, “Survey and Research GSB 2024”, “Volans”, “DA Team Bank Saqu”, rekan-rekan seperbimbingan dengan Ibu Rahma dan Ibu Anik yang selalu memberikan semangat, mendengarkan cerita, dan membantu penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini.
6. Kepada sahabat jauh — Sheilla dan Feby, yang terus memberikan dukungan dan semangat dari kejauhan selama proses penulisan karya ini berlangsung.
7. Kepada seluruh rekan Statistika Angkatan 58 atas keceriaan, dukungan, dan kebersamaan selama masa kuliah.
8. Kepada diri sendiri — atas ketekunan dalam menjalani setiap proses, keberanian untuk menghadapi tantangan, dan komitmen untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih telah bertahan, belajar dari kegagalan, dan terus melangkah meskipun tidak selalu mudah.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Farhan Abdillah Harahap



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Neural Network Autoregressive</i>	4
2.2 <i>Hyperparameter Tuning</i>	6
2.3 <i>Expanding Window Forecasting</i>	7
2.4 Metrik Evaluasi	8
III METODE	10
3.1 Bahan dan Data	10
3.2 Prosedur Analisis	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Eksplorasi Data Level Pulau Sumatera	13
4.2 Eksplorasi Data Level Provinsi	14
4.3 Pemilihan Ordo <i>Autoregressive</i>	18
4.4 Evaluasi Performa Model NNAR pada Data Pelatihan	19
4.5 Pemilihan <i>Hyperparameter</i> Terbaik	21
4.6 <i>Overfitting</i> Ordo <i>Autoregressive</i>	22
4.7 Evaluasi Model Terbaik pada Data Pengujian	24
4.8 Evaluasi Model Terbaik Tingkat Pulau	25
4.9 Peramalan Produksi CPO Tahun 2024	26
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	48



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi dan fungsi <i>hyperparameter</i> yang digunakan	7
2	Kategori interpretasi nilai MAPE (Lewis 1982)	9
3	Data yang digunakan dalam penelitian	10
4	Skema pengujian <i>hyperparameter</i>	12
5	Kontribusi relatif produksi CPO tiap provinsi terhadap total produksi Pulau Sumatera	14
6	<i>Lag</i> optimal terpilih di setiap provinsi	19
7	Jumlah eksperimen model NNAR per provinsi	19
8	Ringkasan <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan hasil evaluasi RMSE terendah dan ρ	22
9	Hasil evaluasi <i>overfitting</i> terhadap ordo <i>autoregressive</i>	23
10	Ringkasan <i>hyperparameter</i> terbaik setelah proses <i>overfitting</i> berdasarkan RMSE terendah dan ρ	24
11	Evaluasi model tingkat pulau	26
12	Hasil peramalan produksi CPO (ton) tingkat provinsi	27
13	Hasil peramalan produksi tingkat pulau	28

DAFTAR GAMBAR

1	Perkembangan nilai ekspor CPO di Indonesia (BPS 2024d)	1
2	Luas areal dan produksi CPO di Indonesia Tahun 2014-2023 (BPS 2024c)	2
3	Luas areal dan produksi CPO di Pulau Sumatera dan Indonesia Tahun 2014-2023 (BPS 2024c)	2
4	Struktur Jaringan saraf <i>feedforward</i> tiga lapisan (Zhang dan Qi (2003))	4
5	Ilustrasi metode <i>expanding window forecasting</i> (Dimodifikasi dari Bera <i>et al.</i> 2023)	8
6	Skema penerapan <i>expanding window</i> dalam penelitian	11
7	Tren produksi CPO di Pulau Sumatera (a) bulanan, (b) tahunan	13
8	Tren luas areal perkebunan kelapa sawit di Pulau Sumatera	14
9	Tren produksi CPO per provinsi di Pulau Sumatera	15
10	Hubungan antara luas areal dan produksi CPO tahunan di Pulau Sumatera	16
11	Tren luas areal perkebunan sawit per provinsi di Pulau Sumatera	16
12	Sebaran rata-rata <i>yield</i> CPO di Pulau Sumatera (peta tidak berskala)	17
13	Tren <i>yield</i> CPO per provinsi di Pulau Sumatera	17
14	Grafik PACF pada masing-masing Provinsi (a) Aceh, (b) Sumatera Utara, (c) Sumatera Barat, (d) Riau, (e) Jambi, (f) Kepulauan Riau, (g) Sumatera Selatan, (h) Bengkulu, (i) Lampung, dan (j) Bangka Belitung	18
15	Evaluasi performa model NNAR per- <i>windows</i> berdasarkan RMSE	20
16	Evaluasi performa model NNAR per- <i>windows</i> berdasarkan ρ	20
17	Evaluasi kombinasi <i>hyperparameter</i> berdasarkan RMSE	21
18	Evaluasi kombinasi <i>hyperparameter</i> berdasarkan ρ	21

19	Perbandingan hasil peramalan dan data aktual <i>yield</i> CPO (kg/ha)	24
20	Evaluasi model NNAR di tingkat provinsi berdasarkan MAPE	25
21	Perbandingan aktual dan peramalan produksi CPO (ribu ton) tingkat provinsi	25
22	Perbandingan aktual dan peramalan produksi CPO (juta ton) tingkat Pulau Sumatera	26
23	Visualisasi hasil peramalan produksi CPO (ribu ton) per provinsi	27
24	Visualisasi hasil peramalan produksi CPO (juta ton) di tingkat pulau	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dominasi komoditas perkebunan di Indonesia tahun 2023 berdasarkan luas areal	34
2	Sebaran produksi CPO di Indonesia tahun 2023	34
3	Tren produksi CPO tahunan (ton)	35
4	Tren rata-rata produksi CPO bulanan tingkat provinsi (ton)	35
5	Tren rata-rata produksi CPO bulanan tingkat pulau (ton)	35
6	Tren luas areal tahunan (ha)	36
7	Tren rata-rata <i>yield</i> tahunan (kg/ha)	36
8	Gambaran integrasi <i>hyperparameter</i> dan skema <i>expanding window forecasting</i> dalam pemodelan	36
9	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Aceh	37
10	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Sumatera Utara	38
11	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Sumatera Barat	39
12	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Riau	40
13	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Jambi	41
14	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Kepulauan Riau	42
15	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Sumatera Selatan	43
16	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Bengkulu	44
17	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Lampung	45
18	Hasil uji <i>hyperparameter</i> Provinsi Bangka Belitung	46
19	Evaluasi model NNAR di tingkat provinsi berdasarkan MAPE (%)	47