

## Peramalan *Exponential Smoothing Holt-winters* Pada Data Jumlah Produksi Kelapa Sawit di Perkebunan Besar Swasta Provinsi Riau

Farhan Hardinata<sup>1\*</sup>, Noor Ell Goldameir<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi S1 Statistika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Kampus Bina Widya Pekanbaru

\*Correspondent email: [farhan.hardinata1102@student.unri.ac.id](mailto:farhan.hardinata1102@student.unri.ac.id)

Diterima: 29 September 2024 | Disetujui: 25 Oktober 2024 | Diterbitkan: 31 Oktober 2024

**Abstract:** *Palm oil is one of the largest plantation commodities in Indonesia, especially in the Riau province. The expansion of administrative coverage in palm oil companies is one of the factors affecting palm oil production. The data used in this study consists of palm oil production figures from large private estates in Riau province from January 2006 to December 2022. The methods used are the multiplicative and additive Holt-Winters Exponential Smoothing. This study aims to forecast using the multiplicative and additive Holt-Winters Exponential Smoothing models. Based on the results, the multiplicative Holt-Winters Exponential Smoothing model has a MAPE value of 13.99%, while the additive Holt-Winters Exponential Smoothing model has a MAPE value of 22.33%.*

**Keywords:** *Palm oil; Exponential smoothing holt-winters; Riau province*

### PENDAHULUAN

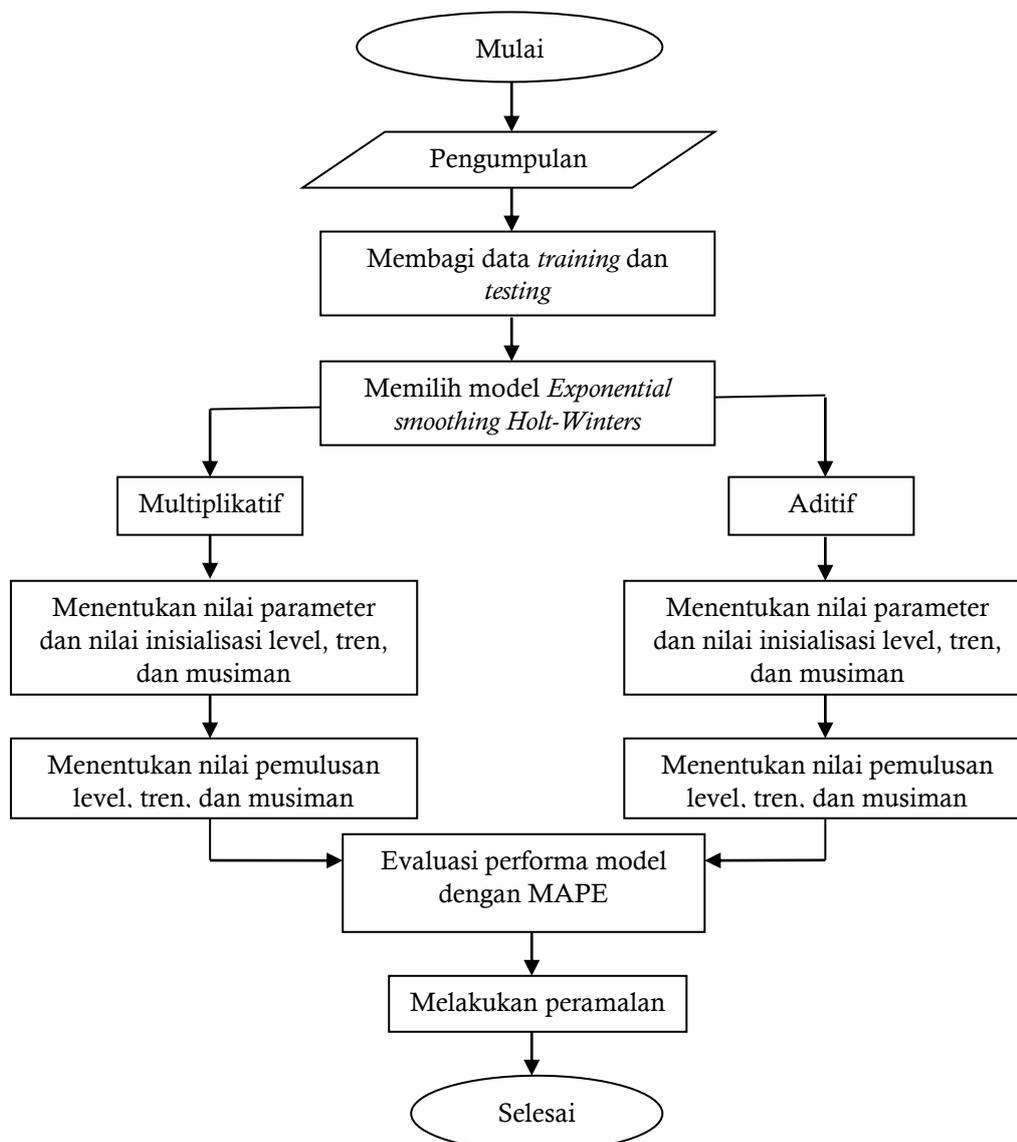
Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan terbesar di Indonesia, khususnya di provinsi Riau. Sebagai penghasil minyak nabati terbesar di dunia, industri kelapa sawit memiliki peran penting dalam perekonomian nasional dan daerah. Namun, di balik potensi ekonominya yang besar, industri ini juga menghadapi tantangan serius terkait dampak lingkungan dan keberlanjutan (Purba & Sipayung, 2018). Pada tahun 2018, luas perkebunan kelapa sawit berdasarkan penggunaan lahan dan produksi CPO mengalami peningkatan signifikan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Peningkatan ini disebabkan oleh perluasan cakupan administrasi perusahaan kelapa sawit, sehingga total luas perkebunan mencapai 14,33 juta hektar. Dari tahun 2019 hingga 2022, luas perkebunan kelapa sawit berdasarkan penggunaan lahan terus meningkat meskipun hampir tidak berubah banyak. Pada tahun 2022, diperkirakan luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,34 juta hektar (BPS, 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ismiasih & Afroda (2023) mengungkapkan berbagai faktor yang mempengaruhi produksi kelapa sawit di Provinsi Riau. Faktor-faktor tersebut mencakup jumlah dan umur tanaman, penggunaan pupuk, jumlah tenaga kerja, serta partisipasi dalam koperasi. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengelolaan yang efektif dan penerapan teknologi yang tepat untuk meningkatkan produksi kelapa sawit. Di Provinsi Riau sendiri, dampak lingkungan dari perkebunan kelapa sawit sangat terasa. Masganti et al. (2014) melaporkan bahwa sekitar 40% lahan gambut di Riau telah dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit, yang mengakibatkan penurunan fungsi hidrologis lahan gambut dan meningkatkan risiko kebakaran. Penelitian dari CIFOR (*Center for International Forestry Research*) pada tahun 2022 juga menunjukkan bahwa konversi lahan untuk kelapa sawit di Riau telah mengancam habitat spesies langka seperti harimau sumatera dan gajah sumatera.

Dalam konteks ini, peramalan yang akurat terhadap jumlah produksi kelapa sawit menjadi sangat penting. Metode *Exponential Smoothing Holt-Winters* merupakan teknik peramalan yang mampu menangkap pola tren dan musiman dalam data *time series*, yang sangat relevan dengan karakteristik produksi kelapa sawit yang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang telah disebutkan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode tersebut dalam meramalkan jumlah produksi kelapa sawit di perkebunan besar swasta provinsi Riau, dengan mempertimbangkan faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban yang secara signifikan mempengaruhi produktivitas tanaman. Menurut Darlan et al. (2016), variabilitas cuaca yang ekstrem seperti kemarau panjang dapat menurunkan produksi TBS (Tandan Buah Segar) hingga 30%, sementara curah hujan yang berlebihan dapat menghambat proses penyerbukan dan pemanenan. Selain itu, keberlanjutan produksi juga dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi tanaman terhadap perubahan iklim yang semakin tidak menentu, serta praktik-praktik pertanian berkelanjutan yang diterapkan dalam pengelolaan perkebunan. Faktor-faktor ini menjadi variabel penting yang perlu dipertimbangkan dalam model peramalan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan komprehensif, dengan mempertimbangkan kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan produksi, hasil peramalan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pembuat kebijakan, pelaku industri, dan pemangku kepentingan lainnya dalam merencanakan produksi kelapa sawit yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) provinsi Riau. Penelitian ini menggunakan data jumlah produksi kelapa sawit di perkebunan besar swasta provinsi Riau yang berjumlah sebanyak 204 data selama 17 tahun, yaitu dari Januari 2006 sampai dengan Desember 2022. Data dibagi menjadi dua bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Data *testing* diambil sebanyak 12 terakhir yaitu dari Januari 2022 sampai dengan Desember 2022, sementara sisa data lainnya digunakan sebagai data *training*. Kemudian data diolah dengan bantuan *software Python* melalui *Google Colaboratory*. Tahapan analisis pada penelitian ini secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan analisis metode *exponential smoothing holt-winters*

### Exponential Smoothing Holt Winters

Metode *Holt-Winters* menggunakan tiga persamaan *smoothing* yang masing-masing mengestimasi level, tren, dan musiman dari deret waktu. Metode ini merupakan perluasan dari metode *Holt* yang menambahkan satu persamaan untuk mengatasi musiman. Ada dua variasi dari metode *Holt-Winters*, yaitu mengasumsikan musiman bersifat multiplikatif dan aditif (Makridakis et al., 1998).

**Multiplikatif**

$$\text{Level:} \quad L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-n}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

$$\text{Tren:} \quad b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2)$$

$$\text{Musiman:} \quad S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-n} \quad (3)$$

$$\text{Peramalan:} \quad F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-n+m} \quad (4)$$

dengan

$L_t$  adalah level pada periode  $t$

$\alpha$  adalah parameter pemulusan level

$Y_t$  adalah data aktual pada periode  $t$

$S_{t-n}$  adalah faktor musiman pada periode  $t$

$b_{t-1}$  adalah tren pada periode  $t - 1$

$b_t$  adalah tren pada periode  $t$

$\beta$  adalah parameter pemulusan tren

$\gamma$  adalah parameter pemulusan musiman

$F_{t+m}$  adalah ramalan untuk periode  $t + m$

$m$  adalah jumlah periode yang akan diramalkan, dengan  $m = 1, 2, \dots, 12$

$n$  adalah panjang siklus periode, dengan  $n = 12$

Sama seperti *exponential smoothing* lainnya, diperlukan nilai awal dari komponen-komponen untuk memulai algoritma. Nilai level, tren, dan musiman diinisialisasi pada periode  $n$  ( $n = 12$ ). Level diinisialisasi dengan mengambil rata-rata dari siklus musiman pertama, yaitu:

$$L_n = \frac{1}{n} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n) \quad (5)$$

Untuk menginisialisasi tren, lebih mudah menggunakan dua musim lengkap sebagai berikut:

$$b_n = \frac{1}{n} \left( \frac{Y_{n+1} - Y_1}{n} + \frac{Y_{n+2} - Y_2}{n} + \dots + \frac{Y_{n+n} - Y_n}{n} \right) \quad (6)$$

Indeks musiman diinisialisasi menggunakan rasio dari beberapa nilai data awal terhadap rata-rata tahun pertama. Berikut adalah persamaannya:

$$S_n = \frac{Y_n}{L_n} \quad (7)$$

**Aditif**

$$\text{Level:} \quad L_t = \alpha(Y_t - S_{t-n}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$\text{Tren:} \quad b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (9)$$

$$\text{Musiman:} \quad S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-n} \quad (10)$$

$$\text{Peramalan:} \quad F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-n+m} \quad (11)$$

Pada musiman aditif nilai awal untuk level dan tren sama dengan musiman multiplikatif. Untuk menginisialisasi indeks musiman aditif digunakan persamaan berikut:

$$S_n = Y_n - L_n \quad (12)$$

**Mean Absolute percentage Error (MAPE)**

MAPE adalah metode yang umum digunakan dalam peramalan kuantitatif untuk mengukur akurasi peramalan. MAPE menghitung rata-rata dari persentase perbedaan antara nilai aktual dan nilai ramalan, tanpa memperhatikan apakah perbedaan tersebut positif atau negatif. Bentuk dari MAPE dapat dilihat pada persamaan 13 .

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad (13)$$

dengan

MAPE adalah *Mean Absolute Percentage Error*

n adalah jumlah observasi

$Y_t$  adalah nilai aktual pada waktu  $t$ , dengan  $t = 1, 2, \dots, n$

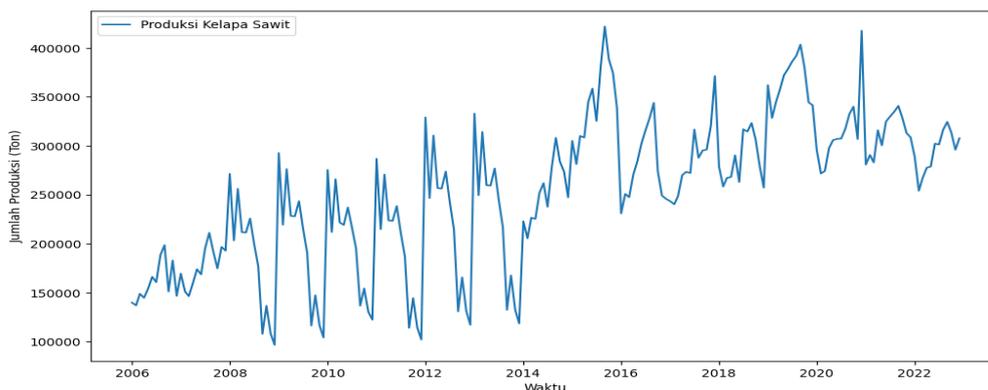
$F_t$  adalah nilai yang diprediksi oleh model pada waktu  $t$

Kategori dari nilai MAPE adalah sebagai berikut:

MAPE	KATEGORI
<10%	Sangat Baik
10%-20%	Baik
20-50%	Cukup Baik
>50%	Buruk

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data menunjukkan jumlah produksi kelapa sawit terus mengalami tren kenaikan dari Januari 2006 sampai dengan Desember 2022. Gambar 2 adalah plot jumlah produksi kelapa sawit di perkebunan besar swasta provinsi Riau.



**Gambar 2.** Plot anaisis runtun waktu jumlah produksi kelapa sawit dari tahun 2006-2022

Berdasarkan Gambar 2 pola produksi kelapa sawit di Provinsi Riau periode 2008-2014 yang menunjukkan karakteristik musiman berulang dan tren meningkat. Karakteristik musiman ditunjukkan dengan peningkatan produksi secara konsisten pada bulan Januari dan mengalami penurunan pada bulan-bulan berikutnya. Produksi tertinggi tercatat pada September 2015 dengan jumlah 421.697 ton.

Pola musiman yang terbentuk mencerminkan siklus curah hujan tahunan di Provinsi Riau. Penelitian Darlan et al. (2016) mengungkapkan bahwa produktivitas kelapa sawit mencapai optimal saat curah hujan berada pada kisaran 150-250 mm/bulan, dimana kondisi ini mendukung pembentukan bunga

dan proses pembentukan buah. Peningkatan produksi di awal tahun terjadi karena ketersediaan air yang optimal pada musim hujan (Oktober-Maret) mendukung penyerapan nutrisi dari pemupukan. Sebaliknya, produksi menurun ketika curah hujan berkurang atau berlebih karena menghambat proses penyerbukan dan pemanenan, sehingga menurunkan produksi TBS hingga 30%.

Masganti et al. (2014) memperkuat temuan tersebut melalui penelitiannya pada lahan gambut Riau yang menunjukkan bahwa kondisi hidrologi optimal pada musim hujan tidak hanya mendukung pertumbuhan vegetatif, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah dan efektivitas pemupukan. Saat musim kemarau, penurunan muka air tanah yang ekstrem mempengaruhi ketersediaan air bagi tanaman, sehingga menurunkan produktivitas dan meningkatkan potensi kebakaran lahan.

Tren peningkatan produksi yang teramati didukung oleh data BPS (2022) yang mencatat pertambahan luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,34 juta hektar. Penelitian Ismiasih & Afroda (2023) di Provinsi Riau mengidentifikasi bahwa tren positif ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah peningkatan jumlah tanaman produktif yang telah mencapai umur optimal, perbaikan teknik pemupukan yang disesuaikan dengan kondisi curah hujan, optimalisasi jumlah tenaga kerja terutama saat puncak produksi, dan penguatan peran koperasi dalam mendukung manajemen perkebunan.

Pemahaman terhadap keterkaitan faktor lingkungan dengan pola produksi ini mendorong adaptasi praktik pertanian sebagaimana direkomendasikan Darlan et al. (2016). Penyesuaian jadwal pemupukan mengikuti pola curah hujan, penerapan sistem manajemen air yang efisien terutama pada musim kemarau, dan pengaturan tenaga kerja sesuai dengan prediksi puncak produksi menjadi kunci dalam mengoptimalkan produktivitas kelapa sawit.

### Model *Exponential smoothing Holt-Winters Multiplikatif*

Langkah awal yang dilakukan dalam membuat model *exponential smoothing holt-winters* multiplikatif adalah menentukan nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , nilai inisialisasi komponen level, tren, dan musiman. Nilai  $\alpha$  sebesar 0,1110714,  $\beta$  sebesar 0,0001, dan  $\gamma$  sebesar 0,6913889. Nilai inisialisasi level ( $L_n$ ) sebesar 159.879,50, inisialisasi tren ( $b_n$ ) sebesar 1,0074, dan inisialisasi musiman ( $S_n$ ) multiplikatif dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Inisialisasi musiman multiplikatif

Nilai awal	Inisialisasi musiman ( $S_n$ )
$S_1$	1,2914
$S_2$	1,0068
$S_3$	1,2055
$S_4$	1,0579
$S_5$	1,0764
$S_6$	1,1341
$S_7$	1,0493
$S_8$	1,0375
$S_9$	0,8323
$S_{10}$	0,8071
$S_{11}$	0,7987
$S_{12}$	0,7030

Tahap selanjutnya adalah menentukan nilai pemulusan untuk komponen level ( $L_t$ ), tren ( $b_t$ ), dan musiman ( $S_t$ ) pada model multiplikatif. Model persamaan multiplikatif untuk pemulusan level ( $L_t$ ) adalah sebagai berikut.

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-n}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}), 13 \leq t \leq 192 \quad (14)$$

$$L_{13} = 0,1110714 \frac{Y_{13}}{S_1} + (1 - 0,1110714)(L_{12} + b_{12}) = 182.446,12 \quad (15)$$

$$L_{14} = 0,1110714 \frac{Y_{14}}{S_2} + (1 - 0,1110714)(L_{13} + b_{13}) = 181.718,83 \quad (16)$$

$$L_{15} = 0,1110714 \frac{Y_{15}}{S_3} + (1 - 0,1110714)(L_{14} + b_{14}) = 178.457,57 \quad (17)$$

⋮

$$L_{192} = 0,1110714 \frac{Y_{192}}{S_{180}} + (1 - 0,1110714)(L_{191} + b_{191}) \quad (18)$$

$$= 445.492,45$$

Model persamaan multiplikatif untuk pemulusan tren ( $b_t$ ) adalah sebagai berikut.

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, 13 \leq t \leq 192 \quad (19)$$

$$b_{13} = 0,0001 (L_{13} - L_{12}) + (1 - 0,0001 )b_{12} = 1,007505 \quad (20)$$

$$b_{14} = 0,0001 (L_{14} - L_{13}) + (1 - 0,0001 )b_{13} = 1,007503 \quad (21)$$

$$b_{15} = 0,0001 (L_{15} - L_{14}) + (1 - 0,0001 )b_{14} = 1,007501 \quad (22)$$

⋮

$$b_{192} = 0,0001 (L_{192} - L_{193}) + (1 - 0,0001 )b_{191} = 1,007465 \quad (23)$$

Dan model persamaan multiplikatif untuk pemulusan musiman ( $S_t$ ) adalah sebagai berikut.

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-n}, 13 \leq t \leq 192 \quad (24)$$

$$S_{13} = 0,6913889 \frac{Y_{13}}{L_{13}} + (1 - 0,6913889 )S_1 = 0,944 \quad (25)$$

$$S_{14} = 0,6913889 \frac{Y_{14}}{L_{14}} + (1 - 0,6913889 )S_2 = 0,851 \quad (26)$$

$$S_{15} = 0,6913889 \frac{Y_{15}}{L_{15}} + (1 - 0,6913889 )S_3 = 0,872 \quad (27)$$

⋮

$$S_{192} = 0,6913889 \frac{Y_{192}}{L_{192}} + (1 - 0,6913889 )S_{180} = 0,741 \quad (28)$$

### Model *Exponential smoothing Holt-Winters Aditif*

Langkah awal yang dilakukan dalam membuat model *exponential smoothing holt-winters* aditif adalah menentukan nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , nilai inisialisasi komponen level, tren, dan musiman. Nilai  $\alpha$  sebesar 0,7828571,  $\beta$  sebesar 0,0001, dan  $\gamma$  sebesar 0,1837363. Nilai inisialisasi level ( $L_n$ ) sebesar 159.879,50, inisialisasi tren ( $b_n$ ) sebesar 1.198,61, dan inisialisasi musiman ( $S_n$ ) model aditif dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Inisialisasi musiman aditif

Nilai awal	Inisialisasi musiman ( $S_n$ )
$S_1$	58.026,34
$S_2$	1.653,13
$S_3$	41.895,36
$S_4$	11.779,41
$S_5$	14.988,40
$S_6$	26.381,51
$S_7$	9.146,62
$S_8$	5.834,17
$S_9$	-34.274,77
$S_{10}$	-37.461,15
$S_{11}$	-40.269,11
$S_{12}$	-57.699,92

Tahap selanjutnya adalah menentukan nilai pemulusan untuk komponen level ( $L_t$ ), tren ( $b_t$ ), dan musiman ( $S_t$ ) pada model aditif. Model persamaan aditif untuk pemulusan level ( $L_t$ ) adalah sebagai berikut.

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-n}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}), 13 \leq t \leq 192 \quad (29)$$

$$L_{13} = 0,7828571(Y_{13} - S_1) + (1 - 0,7828571)(L_{12} + b_{12}) = 143.893,75 \quad (30)$$

$$L_{14} = 0,7828571(Y_{14} - S_2) + (1 - 0,7828571)(L_{13} + b_{13}) = 143.518,30 \quad (31)$$

$$L_{15} = 0,7828571(Y_{15} - S_3) + (1 - 0,7828571)(L_{14} + b_{14}) = 116.394,92 \quad (32)$$

⋮

$$L_{192} = 0,7828571(Y_{192} - S_{180}) + (1 - 0,7828571)(L_{191} + b_{191}) = 350.670,22 \quad (33)$$

Model persamaan aditif untuk pemulusan tren ( $b_t$ ) adalah sebagai berikut

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, 13 \leq t \leq 192 \quad (33)$$

$$b_{13} = 0,0001 (L_{13} - L_{12}) + (1 - 0,0001) b_{12} = 1.195,45 \quad (34)$$

$$b_{14} = 0,0001 (L_{14} - L_{13}) + (1 - 0,0001) b_{13} = 1.195,30 \quad (35)$$

$$b_{15} = 0,0001 (L_{15} - L_{14}) + (1 - 0,0001) b_{14} = 1.192,46 \quad (36)$$

⋮

$$b_{192} = 0,0001 (L_{192} - L_{193}) + (1 - 0,0001) b_{191} = 1.194,72 \quad (37)$$

Dan model persamaan multiplikatif untuk pemulusan musiman ( $S_t$ ) adalah sebagai berikut.

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_n, 13 \leq t \leq 192 \quad (38)$$

$$S_{13} = 0,1837363(Y_{13} - L_{13}) + (1 - 0,1837363)S_1 = 28.260,82 \quad (39)$$

$$S_{14} = 0,1837363(Y_{14} - L_{14}) + (1 - 0,1837363)S_2 = 7.744,72 \quad (40)$$

$$S_{15} = 0,1837363(Y_{15} - L_{15}) + (1 - 0,1837363)S_3 = 31.215,50 \quad (48)$$

⋮

$$S_{192} = 0,1837363(Y_{192} - L_{192}) + (1 - 0,1837363)S_{180} = -41.351,26 \quad (41)$$

### Keakuratan Peramalan

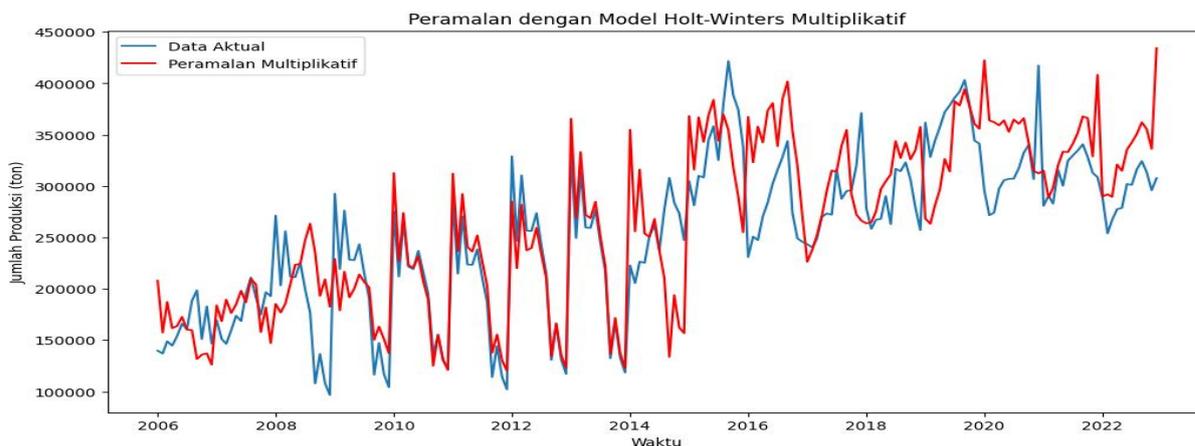
Untuk melihat keakuratan peramalan model, maka dilakukan perhitungan nilai akurasi peramalan menggunakan nilai MAPE yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil nilai MAPE

Model	MAPE	Kategori
<i>Holt-Winters</i> Multiplikatif	13,99%	Baik
<i>Holt-Winters</i> Aditif	22,33%	Cukup Baik

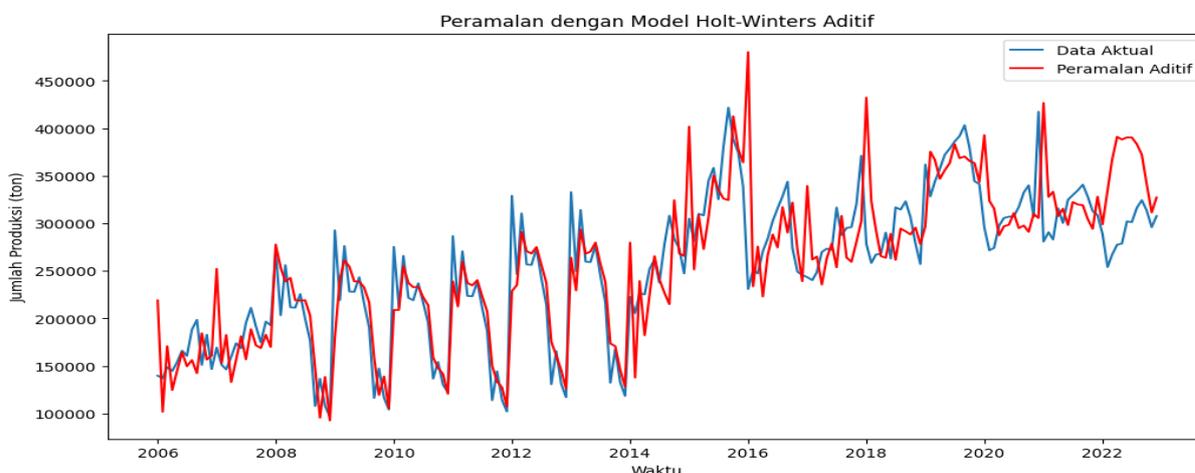
Tabel 4. menunjukkan hasil nilai MAPE pada model model *holt-winters* multiplikatif sebesar 13,99%, dan model *holt-winters* aditif sebesar 22,33%. Dapat dilihat bahwa model *holt-winters* multiplikatif lebih baik dalam meramalkan jumlah produksi kelapa sawit di perkebunan besar swasta provinsi Riau dibandingkan dengan model *holt-winters* aditif. Dengan kategori nilai MAPE baik dalam proses peramalan.

Berikut adalah hasil dari plot peramalan menggunakan model *exponential smoothing holt-winters* multiplikatif dan aditif.



**Gambar 3.** Plot peramalan menggunakan model *holt-winters* multiplikatif

Berdasarkan Gambar 3 kurva berwarna biru merupakan data aktual dan kurva berwarna merah merupakan data peramalan menggunakan model *exponential smoothing holt-winters* multiplikatif. Data peramalan pada model multiplikatif mendekati data aktual.



**Gambar 4.** Plot peramalan menggunakan model *holt-winters* aditif

Berdasarkan Gambar 4 kurva berwarna biru merupakan data aktual dan kurva berwarna merah merupakan data peramalan menggunakan model *exponential smoothing holt-winters* aditif. Data peramalan pada model aditif juga mendekati data aktualnya.

Hasil peramalan selama 12 bulan kedepan menggunakan model *holt-winters* multiplikatif adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hasil peramalan *holt-winters* multiplikatif

Bulan	Peramalan
Januari 2023	316.898,77
Februari 2023	319.290,48
Maret 2023	316.573,24
April 2023	350.995,09
Mei 2023	344.224,22
Juni 2023	366.854,41
Juli 2023	374.536,24
Agustus 2023	383.507,45
September 2023	395.885,39
Oktober 2023	388.804,86
November 2023	367.658,90
Desember 2023	474.914,65

Selanjutnya hasil peramalan selama 12 bulan kedepan menggunakan model *holt-winters* aditif dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil peramalan *holt-winters* aditif

Bulan	Peramalan
Januari 2023	313.386,82
Februari 2023	348.725,99
Maret 2023	380.936,72
April 2023	405.393,57
Mei 2023	402.524,57
Juni 2023	404.800,08
Juli 2023	404.684,35
Agustus 2023	397.725,89
September 2023	386.584,30
Oktober 2023	355.664,74
November 2023	325.750,41
Desember 2023	341.561,75

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data jumlah produksi kelapa sawit di perkebunan besar swasta Provinsi Riau menggunakan metode *Holt-Winters*, ditemukan pola musiman yang konsisten dengan peningkatan produksi di awal tahun dan penurunan pada bulan-bulan berikutnya. Model multiplikatif menghasilkan nilai MAPE sebesar 13,99% yang dikategorikan baik, mengindikasikan kemampuan model dalam menangkap variasi musiman yang dipengaruhi oleh siklus curah hujan tahunan. Model aditif menghasilkan nilai MAPE sebesar 22,33% yang dikategorikan cukup baik.

Tren peningkatan produksi yang teridentifikasi melalui model *Holt-Winters* multiplikatif sejalan dengan penambahan luas perkebunan dan perbaikan manajemen budidaya, meliputi optimalisasi pemupukan berdasarkan pola curah hujan, pengaturan tenaga kerja pada puncak produksi, dan penguatan peran koperasi. Hasil peramalan ini dapat mendukung perencanaan produksi yang lebih efisien dengan mempertimbangkan pola musiman dan tren jangka panjang, serta mendorong praktik pertanian berkelanjutan yang memperhatikan kondisi lingkungan di Provinsi Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2022). Statistik kelapa sawit Indonesia 2022. Retrieved January 7, 2024, from bps.go.id website: <https://bps.go.id/id/publication/2023/11/30/160f211bfc4f91e1b77974e1/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2022.html>.
- Darlan, N. H., Pradiko, I., & Siregar, H. H. (2016). Dampak el nino 2015 terhadap performa tanaman kelapa sawit di bagian selatan sumatera (effect of el nino 2015 on oil palm performance in southeastern part of sumatera). *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 40(2), 113–120. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jti/article/view/3183/3217>
- Ismiasih, I., & Afroda, H. (2023). Faktor Penentu Produksi Kelapa Sawit Rakyat Di Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(2), 211–218. <https://doi.org/10.25181/jppt.v23i2.2726>.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: methods and applications* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Masganti, M., Wahyunto, W., Dariah, A., Nurhayati, N., & Yusuf, R. (2014). Karakteristik dan potensi pemanfaatan lahan gambut terdegradasi di Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1), 133271. <https://media.neliti.com/media/publications/133271-ID-karakteristik-dan-potensi-pemanfaatan-la.pdf>
- Purba, J. H. V., & Sipayung, T. (2018). Perkebunan kelapa sawit indonesia dalam perspektif pembangunan berkelanjutan. *Masyarakat Indonesia*, 43(1): 81-94. <https://jmi.ipisk.lipi.go.id/index.php/jmiipisk/article/view/717>.