

Available online at: <http://inventory.poltekatiptdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Komparasi Metode Regresi Linier, *Exponential Smoothing* dan ARIMA Pada Peramalan Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit di Indonesia

Trisna Yuniarti ¹, Juli Astuti ¹, Irfan Rusmar ², Ika Widiana ³, Fajar Ciputra Daeng Bani ¹

¹ Politeknik APP Jakarta, Jalan Timbul No.34, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

² Politeknik Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara VII, Medan, 20228, Indonesia

³ Politeknik AKA Bogor, Jl. Pangeran Sogiri No.283, Bogor, 16154, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: May, 23, 2022

Revised: June 27, 2022

Available online: June 30, 2022

KEYWORDS

ARIMA, Export, Exponential Smoothing, Forecasting, Linear Regression

CORRESPONDENCE

Name: Trisna Yuniarti

E-mail: trisna.yuniarti@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to compare several methods to get the best methods on forecasting the volume of Indonesian palm oil exports. In addition, this study also aims to estimate the volume of Indonesian palm oil exports for the next five years. Some of the forecasting methods used in this study are linear regression, exponential smoothing, and ARIMA. The data used is historical data on the volume of palm oil exports from 1981 to 2020. The results of calculations and analysis show that the exponential smoothing model of the damped trend method produces the smallest error value compared to other methods, the MAD value is 860,353, the MSE value is 1,707,738,707,222, the RSME value is 1,306,805, and the MAPE value is 20.6%. This method has chosen to be the best forecasting method for the next five years. The forecast results obtained that the volume of Indonesian palm oil exports for the next five years are 28.864.223,31 tons, 28.967.062,92 tons, 29.064.976,80 tons, 29.158.200,89 tons, and 29.246.959,81 tons.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan produk ekspor Indonesia yang menghasilkan minyak kelapa sawit mentah/*Crude Palm Oil* (CPO) dan inti kelapa sawit. Beberapa keunggulan dari produk tersebut adalah sebagai bahan dasar pada berbagai industri kimia maupun industri makanan dalam menghasilkan produk akhir maupun produk turunan. Beberapa kelompok minyak sawit yang diekspor terdiri dari: *Crude Palm Oil* (Kode HS 15111000), *Other Palm Oil* (Kode HS 15119000), *Crude Oil of Palm Kernel* (Kode HS 15132110), dan *Other Palm Oil Kernel* (Kode HS 15132900). Pada tahun 2020, kelompok minyak sawit yang banyak diekspor adalah jenis *Other Palm Oil Kernel* (Kode HS 15132900). Tabel 1. Merincikan jenis *Other Palm Oil* (Kode HS 15132900) yang mendeskripsikan setiap kodenya [1].

Berdasarkan Gambar 1. Dapat diketahui bahwa ekskalasi pertumbuhan ekspor minyak sawit di Indonesia terlihat pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019. Pada tahun

2020, ekspor mengalami penurunan karena adanya pandemi Covid 19 yang mengakibatkan terjadinya penurunan produksi CPO dibandingkan tahun sebelumnya. Minyak sawit diekspor ke berbagai negara belahan benua dengan tujuan ekspor terbesar adalah Negara India, yaitu sebesar 86,7% dari total ekspor CPO [1].

Pemenuhan permintaan CPO dunia harus diperhatikan mengingat Indonesia merupakan negara penyuplai CPO terbesar di dunia. Selain itu, harus dilakukan penjabaran lebih rinci dalam membuat kebijakan ekspor CPO karena berkaitan dengan perekonomian negara [2]. Teknik atau metode yang bisa digunakan dalam memenuhi permintaan CPO adalah dengan melakukan peramalan. Dengan data historis volume ekspor CPO yang berbentuk *time series* tahunan, maka prediksi permintaan CPO pada masa yang akan datang dapat diprediksi serta menemukan pola dari data historis tersebut. Dengan demikian, pemerintah dapat membuat konsep atau suatu kebijakan dalam melakukan ekspor CPO ke negara lain.

Tabel 1. Kode HS Ekspor-Impor Minyak Sawit Jenis *Other Palm Oil*

Kode HS	Jenis <i>Other Palm Oil</i>
15119020	<i>Refined palm oil</i>
15119031	<i>Solid fractions of refined palm oil, with iodine value 30 or more, but less than 40</i>
15119032	<i>Solid fractions of refined palm oil, with iodine value exceeding 40</i>
15119036	<i>Liquid fractions of refined palm oil, in packing of a net weight not exceeding 25 kg</i>
15119037	<i>Liquid fractions of refined palm oil, with iodine value 55 or more but less than 60</i>
15119039	<i>Liquid fractions of refined palm oil, in packing of a net weight exceeding 25 kg, with iodine value more than 60</i>
15119041	<i>Solid fractions of unrefined palm oil</i>
15119042	<i>Solid fractions of unrefined palm oil, with packing of a net weight</i>
15119049	<i>Solid fractions of unrefined palm oil, with packing of a net weight >25 kg</i>

(Sumber: BPS, 2020)



Gambar 1. Volume Ekspor Minyak Sawit Tahun 2016-2020

Banyak metode atau teknik peramalan yang digunakan untuk memprediksi permintaan suatu produk atau jasa, baik dalam bentuk linier maupun nonlinier. Pada saat ini, metode peramalan dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu: secara statistik dan kecerdasan buatan. Walaupun pendekatan yang dilakukan berbeda, akan tetapi sangat tergantung pada data historis dan variabel eksogen lainnya dalam melakukan peramalan. Pada metode statistik, metode peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier, Teknik Kalman Filter, *multiple regression*, *Autoregressive Moving Average Model* (ARMA), dan Model Box-Jenkins. Pada pendekatan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), seperti *Neural Network*, *Support Vector Machine*, dan *Grey Model* digunakan peneliti untuk mendapatkan akurasi peramalan yang lebih baik. Beberapa penelitian telah melakukan peramalan untuk memprediksi permintaan suatu produk. Pendekatan statistik, seperti metode tren analysis, yaitu tren kuadratik digunakan dalam peramalan triwulan pada volume ekspor melon PT Bumi Sari Lesatari [3]. Metode *Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, dan *Trend Analysis* digunakan untuk melakukan peramalan permintaan produksi *art board*. Hasil yang didapatkan bahwa Metode *Moving Average* merupakan metode terbaik dalam melakukan peramalan permintaan produksi *art board* dengan tingkat kesalahan rendah [4]. Selain itu, metode ARIMA dan *Exponential Smoothing*

digunakan untuk memenuhi kebutuhan obat pada salah satu rumah sakit di Indramayu dan didapatkan metode ARIMA menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing* [5].

Pendekatan dengan *Artificial Intelligence*, seperti metode *Artificial Neural Networks* telah dilakukan untuk membuat pemodelan peramalan pada volume ekspor CPO di Indonesia dan dihasilkan jaringan terbaik untuk mendapatkan model peramalan yang memiliki akurasi yang tinggi [2]. Selain itu ada metode kombinasi yang menggunakan pendekatan statistik dan AI, yaitu metode gabungan ARIMA-*Neural Networks*. Penggabungan metode dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan peramalan, namun kelemahan pada metode ini memperlihatkan bahwa tidak semua bentuk pola data yang digunakan dapat mengurangi nilai kesalahan peramalan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan beberapa metode peramalan dalam memprediksi volume ekspor minyak kelapa sawit di Indonesia dan melakukan peramalan menggunakan metode terbaik/terpilih. Data yang digunakan merupakan data historis berupa *time series* tahunan pada volume ekspor minyak kelapa sawit di Indonesia. Berdasarkan data historis tersebut diketahui bahwa data memiliki pola tren yang meningkat. Oleh karena itu, penentuan metode atau teknik peramalan harus disesuaikan dengan pola datanya. Pada penelitian ini, metode regresi linier, *Exponential Smoothing*, dan *Autoregressive Moving Average* (ARIMA) digunakan untuk melakukan peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit di Indonesia. Selanjutnya, ketiga metode tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui metode peramalan yang terbaik dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

METODOLOGI

Penelitian komparasi metode peramalan menggunakan metode penelitian kuantitatif yang menggunakan data historis *time series* tahunan dan penelitian komparatif

dengan membandingkan satu metode dengan metode lainnya untuk mendapatkan hasil peramalan yang terbaik.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan data historis volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia tahun 1981 sampai dengan 2020. Penelitian dilakukan untuk meramalkan volume ekspor minyak kelapa sawit untuk Negara Indonesia. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Maret 2022 sampai dengan Mei 2022.

Pengumpulan Data

Data penelitian menggunakan data sekunder yang berbentuk *time series* tahunan yang didapatkan dari website Badan Pusat Statistik, yaitu melalui link: <https://www.bps.go.id/>. Data yang digunakan dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020. Data tersebut merupakan hasil publikasi yang dapat diakses oleh masyarakat publik. Selain itu, studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan berbagai jurnal yang berkaitan dengan tema penelitian

Teknik Peramalan

Metode atau teknik yang digunakan untuk peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia menggunakan tiga jenis, yaitu: regresi linier, *Exponential Smoothing*, dan *Autoregressive Moving Average* (ARIMA). Perhitungan atau pengujian dilakukan dengan bantuan *software excel* dan SPSS.

Metode regresi linier merupakan metode ramalan yang didapatkan atas dasar pola data di masa lampau. Hasil peramalan dipengaruhi berdasarkan variabel yang ada. Model peramalan regresi linier berdasarkan variabel acak y dan variabel umum $x_1, x_2, \dots, x_p$ adalah [6]:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon \quad (1)$$

Keterangan

β_0 = Konstanta
 $\beta_1, \dots, \beta_p$ = Koefisien regresi
 y = variabel terikat
 x = variabel bebas
 ε = error acak

Metode *Exponential Smoothing* sering dikenal dengan metode musiman Holt Winters adalah metode peramalan yang sangat cocok untuk peramalan data yang tidak menunjukkan tren atau pola musiman yang jelas. Rata-rata data mengalami perubahan secara perlahan dari waktu ke waktu. Rumus yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut [7]:

Simple Exponential Smoothing

$$\text{Level: } Lt = \alpha y_t + (1 - \alpha)Lt-1 \quad (2)$$

$$\text{Forecasting: } Ft+m = Lt \quad (3)$$

Double Exponential smoothing method (Holt's linear trend method)

$$\text{Level: } Lt = \alpha y_t + (1 - \alpha)(Lt-1 + bt-1) \quad (4)$$

$$\text{Trend: } bt = \beta(Lt - Lt-1) + (1 - \beta)bt-1 \quad (5)$$

$$\text{Forecasting: } Ft+m = Lt + bt \ m \quad (6)$$

Holt-Winter Multiplicative method formulation

$$\text{Level: } Lt = \alpha (y_t St-m) + (1 - \alpha)(Lt-1 + bt-1) \quad (7)$$

$$\text{Trend: } bt = \beta(Lt - Lt-1) + (1 - \beta)bt-1 \quad (8)$$

$$\text{Seasonal: } St = \gamma (y_t Lt) + (1 - \gamma)St-m \quad (9)$$

$$\text{Forecasting: } Ft+m = (Lt + Ttm)St-s+ m \quad (10)$$

Keterangan

Y_t = Data aktual pada waktu t ,
 Lt = *Level forecasting* pada waktu t ,
 Bt = *Tren Smoothing* pada waktu t ,
 St = *Seasonal smoothing* pada waktu t ,
 $Ft+m$ = Hasil peramalan pada waktu t *forecasting* pada waktu t ,
 α = adalah *smoothing constant* untuk data awal, nilainya adalah $0 < \alpha < \beta < \gamma < 1$,
 m = Jumlah peramalan beberapa periode ke depan.

Metode ARIMA memiliki asumsi bahwa data *time series* bersifat stasioner. Walaupun data yang didapatkan berbentuk nonstasioner, maka dilakukan *differencing* untuk mengubahnya menjadi stasioner [8]. Rumus model ARIMA (p,d,q) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \alpha_1 - \theta_1 \alpha_{t-1} - \alpha_2 - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \alpha_q - \theta_q \alpha_{t-q}, \quad (11)$$

Keterangan

Φ = Nilai parameter berhubungan dengan operator AR
 α_q = Koefisien *error*
 θ_q = Nilai parameter berhubungan dengan operator MA
 Y_t = deret waktu yang telah distasionerkan

Teknik Perhitungan Kesalahan

Pada penelitian ini, beberapa metode peramalan yang digunakan akan dihitung tingkat kesalahannya. Metode yang digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan dari hasil peramalan regresi linier, *Exponential Smoothing*, dan *Autoregressive Moving Average* (ARIMA) dilakukan dengan melihat nilai dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Square Error* (MSE), *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil kesalahan yang paling kecil akan dipilih sebagai metode terbaik dalam melakukan peramalan ekspor minyak kelapa sawit Indonesia. Teknik perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut [8; 9; 10]:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \quad (12)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (13)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (14)$$

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right| \quad (15)$$

Keterangan:

n = jumlah data

t = waktu t

e_t = error pada waktu t

y_t = observasi pada waktu t

Analisis Data

Analisis pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan deskriptif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan menggunakan teknik peramalan regresi, ekponensial, dan ARIMA dengan bantuan software excel dan SPSS. Sedangkan pendekatan deskriptif dilakukan untuk membahas hasil peramalan yang telah dihitung. Tujuan peramalan adalah menghasilkan akurasi yang baik, oleh karena itu langkah-langkah dalam perhitungannya harus diperhatikan sesuai dengan prosedurnya. Secara umum, langkah-langkahnya dalam melakukan analisis data untuk peramalan adalah sebagai berikut [11]:

- 1) Kumpulkan data historis volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia tahun 1981 sampai dengan tahun 2020;
- 2) Tentukan pola data volume ekspor minyak sawit yang terjadi pada masa lalu berdasarkan data historis yang didapatkan;
- 3) Tentukan metode atau teknik berdasarkan pola yang didapatkan. Pada kasus ini teknik peramalan regresi, ekponensial, dan ARIMA digunakan untuk melakukan peramalan;
- 4) Lakukan perhitungan kesalahan atau error untuk setiap metode atau teknik peramalan yang digunakan.
- 5) Pilih metode atau teknik peramalan yang terbaik berdasarkan hasil perhitungan kesalahan atau error terkecil;
- 6) Metode terbaik digunakan untuk melakukan peramalan volume ekspor minyak sawit untuk beberapa tahun ke depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan volume ekspor minyak sawit Indonesia menggunakan metode/teknik regresi linier, *exponential smoothing*, dan ARIMA dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada metodologi di bagian analisis data, yaitu pengumpulan data historis, identifikasi pola, melakukan peramalan, perhitungan kesalahan peramalan, dan pemilihan metode terbaik. Langkah-langkah tersebut dijabarkan dengan prosedur sebagai berikut:

Data Historis Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit

Data historis volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia memiliki bentuk *time series* tahunan. Sumber data sekunder didapatkan dari hasil publikasi Badan Pusat Statistik untuk periode volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020. Tabel 2. merupakan data historis yang dikumpulkan untuk diolah ke tahap berikutnya.

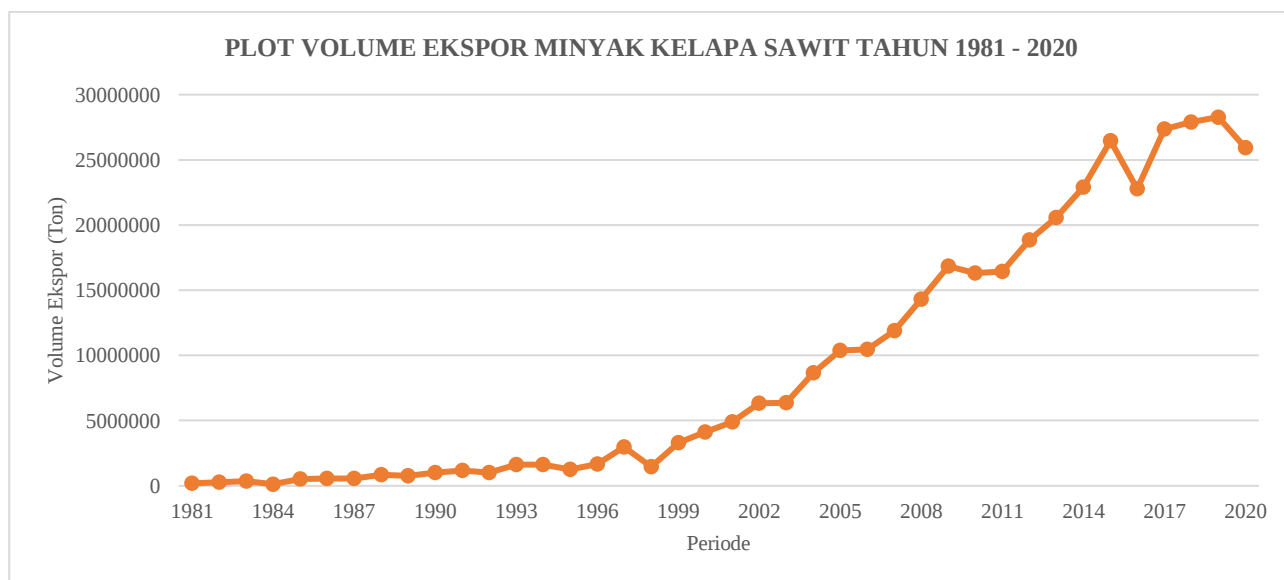
Tabel 2. Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit

Periode	Volume Ekspor (Ton)	Periode	Volume Ekspor (Ton)
1981	196361	2001	4903218
1982	259476	2002	6333708
1983	345777	2003	6386409
1984	127938	2004	8661647
1985	518760	2005	10375792
1986	566885	2006	10471915
1987	551118	2007	11875418
1988	852843	2008	14290687
1989	781844	2009	16829205
1990	1015580	2010	16291856
1991	1167689	2011	16436202
1992	1030272	2012	18850836
1993	1632012	2013	20577976
1994	1631203	2014	22892387
1995	1265024	2015	26467564
1996	1671957	2016	22761814
1997	2967589	2017	27353337
1998	1479278	2018	27898875
1999	3298987	2019	28279350
2000	4110027	2020	25935257

(Sumber: BPS, 2020)

Pola Data Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit

Hal pertama yang dilakukan sebelum melakukan peramalan adalah melakukan identifikasi pola data volume ekspor minyak kelapa sawit yang telah dikumpulkan dari tahun 1981 sampai dengan 2020. Selanjutnya, data tersebut diolah dengan menggunakan software Ms. Excel. Sebanyak 40 data ditampilkan berupa grafik yang tampil pada Gambar 2. Berdasarkan grafik tersebut diketahui pola data volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia mengalami tren atau terjadi kenaikan setiap tahunnya.



Gambar 2. Grafik Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit Tahun 1981 - 2020

Peramalan Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit

Berdasarkan hasil pola yang terbentuk dari data historis volume ekspor minyak sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 dapat diketahui bahwa data dalam bentuk tren. Dari hasil pola tersebut, transformasi data digunakan dan disesuaikan dengan metode atau teknik peramalan yang akan digunakan. Berikut hasil dan pembahasan untuk metode atau teknik peramalan regresi linier, *exponential smoothing*, dan ARIMA:

Peramalan dengan Metode Regresi Linier

Pada metode regresi linier, variabel terikat dan variabel bebas harus ditentukan. Berdasarkan data yang diperoleh volume ekspor minyak kelapa sawit merupakan variabel terikat (y) dan periode merupakan variabel bebasnya (x). Sebelum melakukan perhitungan dengan regresi linier, terlebih dahulu periksa normalitas data yang digunakan menggunakan tes Kolmogorov-Smirnov.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Vol Ekspor
N		40
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9233601.83
	Std. Deviation	9774099.766
Most Extreme Differences	Absolute	.205
	Positive	.205
	Negative	-.176
Kolmogorov-Smirnov Z		1.299
Asymp. Sig. (2-tailed)		.068

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar 3. Screenshot Uji Kolmogorov-Smirnov

Hasil tes yang terdapat pada Gambar 3. menunjukkan nilai signifikansi yang didapatkan sebesar 0,068. Hal ini memiliki arti bahwa variabel volume ekspor minyak

kelapa sawit berdistribusi normal dengan $p > 0,05$. Data tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk perhitungan peramalan menggunakan regresi linier. Perhitungan peramalan pada metode ini menggunakan SPSS dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.933 ^a	.870	.866	3571386.141

a. Predictors: (Constant), Periode

b. Dependent Variable: Vol_Ekspor

Gambar 4. Screenshot Output Model Summary pada SPSS

Gambar 4. merupakan *model summary* yang memperlihatkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,933 yang memberikan informasi bahwa hubungan antara variabel periode dan variabel volume ekspor minyak kelapa sawit sangat kuat. Pada gambar tersebut juga dapat diketahui informasi lainnya, yaitu koefisien determinasi (R^2) yang memiliki nilai sebesar 0,87 yang menyatakan bahwa 87% variabel periode memiliki pengaruh kontribusi sebesar 87% terhadap variabel volume ekspor, sedangkan sebesar 13% lainnya dipengaruhi faktor/variabel yang lain.

ANOVA ^b					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	3.241E15	1	3.241E15	254.109	.000 ^a
Residual	4.847E14	38	1.275E13		
Total	3.726E15	39			

a. Predictors: (Constant), Periode

b. Dependent Variable: Vol_Ekspor

Gambar 5. Screenshot Output ANOVA pada SPSS

Gambar 5. menjelaskan bahwa ada pengaruh yang nyata antara variabel periode terhadap variabel volume ekspor minyak kelapa sawit. Hal ini diketahui dari hasil tingkat signifikansi yang memiliki nilai lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, model regresi ini dapat digunakan untuk melakukan peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia.

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-6752289.319	1150885.231		-5.867	.000
Periode	779799.568	48918.508	.933	15.941	.000

a. Dependent Variable: Vol_Ekspor

Gambar 6. Screenshot Output Coefficient pada SPSS

Gambar 6. memberikan informasi model regresi linier yang diperoleh dari hasil kolom *Unstandardized Coefficients B* dengan nilai konstanta sebesar -6752289,3 dan nilai periode sebesar 779799,5. Persamaan regresi linier untuk melakukan peramalan adalah:

$$y = -6752289,319 + 779799,568 + \varepsilon \quad (16)$$

Berdasarkan rumus di atas (16), maka akan didapatkan hasil prediksi untuk volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia untuk beberapa periode ke depan. Tabel 3. merupakan hasil perhitungan peramalan pada rentang waktu tahun 1981 sampai dengan 2020. Prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit pada tahun 1981 sampai dengan 1988 memiliki nilai minus. Namun, setelah tahun 1988 ke atas hasil prediksi memiliki nilai positif.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Prediksi Regresi Linier

Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	-5972490
1982	259476	-5192690
1983	345777	-4412891
1984	127938	-3633091
1985	518760	-2853291
1986	566885	-2073492
1987	551118	-1293692
1988	852843	-513893
1989	781844	265906,8
1990	1015580	1045706
1991	1167689	1825506
1992	1030272	2605305
1993	1632012	3385105
1994	1631203	4164905
1995	1265024	4944704
1996	1671957	5724504
1997	2967589	6504303
1998	1479278	7284103
1999	3298987	8063902
2000	4110027	8843702
2001	4903218	9623502
2002	6333708	10403301

2003	6386409	11183101
2004	8661647	11962900
2005	10375792	12742700
2006	10471915	13522499
2007	11875418	14302299
2008	14290687	15082099
2009	16829205	15861898
2010	16291856	16641698
2011	16436202	17421497
2012	18850836	18201297
2013	20577976	18981096
2014	22892387	19760896
2015	26467564	20540696
2016	22761814	21320495
2017	27353337	22100295
2018	27898875	22880094
2019	28279350	23659894
2020	25935257	24439693

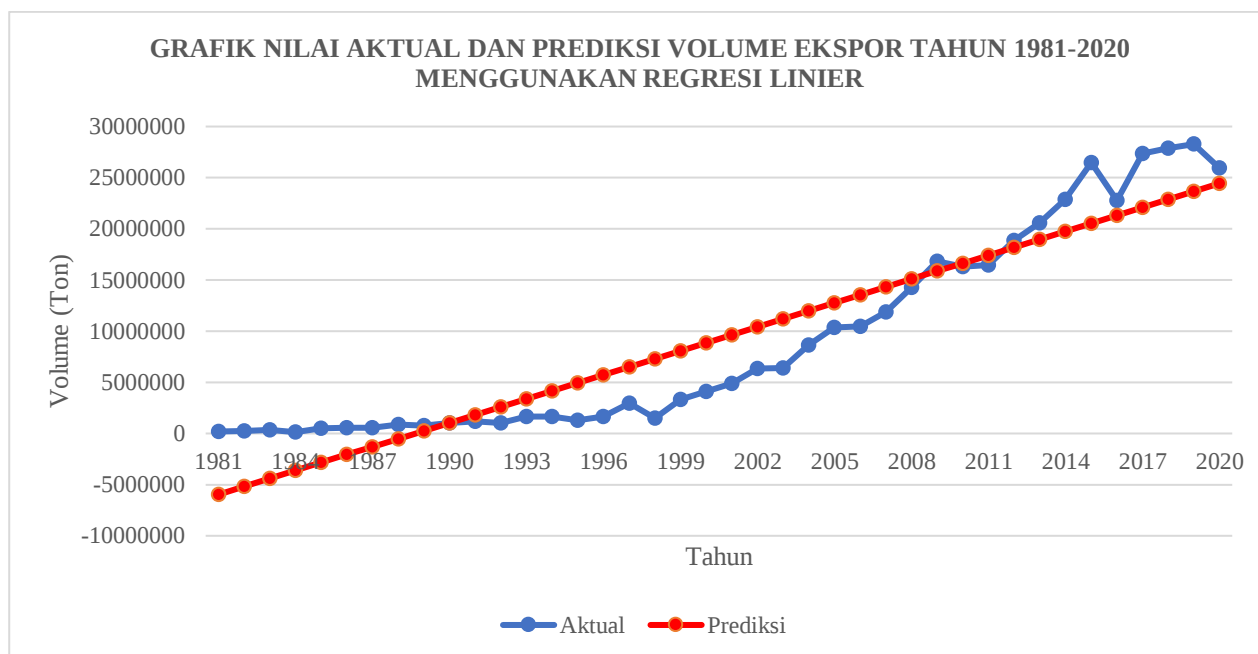
(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Gambar 7. memperlihatkan perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan garis berwarna merah. Metode regresi linier menghasilkan plot garis lurus dengan tren mengalami kenaikan setiap tahunnya. Terlihat bahwa plot prediksi belum mengikuti pola aktual volume ekspor minyak kelapa sawit. Hal tersebut terjadi karena data volume ekspor minyak kelapa sawit pada metode ini diasumsikan bersifat tren linier.

Peramalan dengan Metode Exponential Smoothing

Peramalan menggunakan metode *exponential smoothing* dilakukan dengan menggunakan model *Simple Exponential Smoothing*, *Holt's Linear Trend*, *Brown Linier Trend*, dan *Damped Trend*. Hasil perhitungan peramalan dilakukan dengan bantuan SPSS dan hasilnya disajikan pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 4. memberikan informasi bahwa hasil peramalan menggunakan *simple exponential smoothing* mengalami kenaikan setiap tahunnya. Hal ini terlihat juga pada Gambar 8. yang menggambarkan perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan garis berwarna merah. Metode *simple exponential smoothing* menghasilkan plot dengan nilai prediksi berfluktuasi secara konsisten mengikuti pola data aktual.



Gambar 7. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Regresi Linier

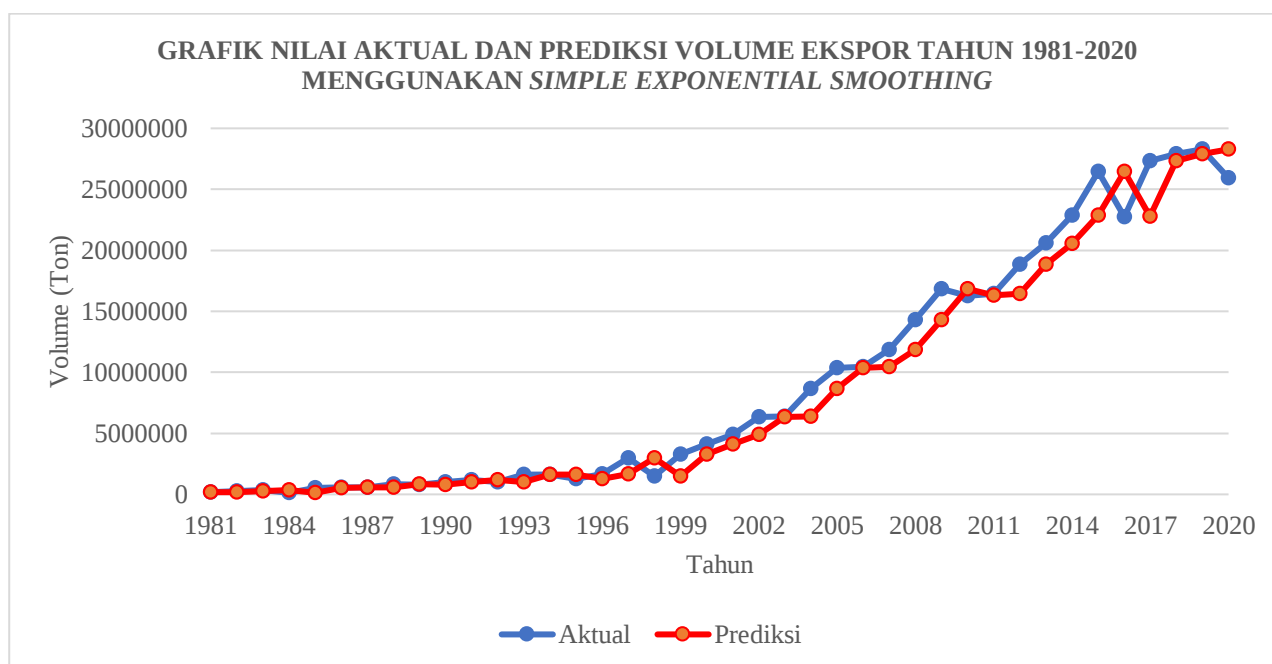
Tabel 4. Hasil Peramalan dengan *Simple Exponential Smoothing*

Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	196567
1982	259476	196362
1983	345777	259271
1984	127938	345496
1985	518760	128646
1986	566885	517491
1987	551118	566724
1988	852843	551169
1989	781844	851862
1990	1015580	782072
1991	1167689	1014820
1992	1030272	1167192
1993	1632012	1030717
1994	1631203	1630056
1995	1265024	1631199
1996	1671957	1266215
1997	2967589	1670637
1998	1479278	2963370
1999	3298987	1484106
2000	4110027	3293083
2001	4903218	4107369
2002	6333708	4900629
2003	6386409	6329046
2004	8661647	6386222
2005	10375792	8654244
2006	10471915	10370191
2007	11875418	10471584
2008	14290687	11870851
2009	16829205	14282814
2010	16291856	16820921

2011	16436202	16293577
2012	18850836	16435738
2013	20577976	18842979
2014	22892387	20572331
2015	26467564	22884839
2016	22761814	26455908
2017	27353337	22773832
2018	27898875	27338438
2019	28279350	27897052
2020	25935257	28278106

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Tabel 5. memberikan informasi yang tidak jauh berbeda dengan Tabel 4. dimana hasil peramalan menggunakan *Holt's Linier Trend* mengalami kenaikan setiap tahunnya. Hal ini terlihat juga pada Gambar 9. yang menggambarkan perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan garis berwarna merah. Metode *Holt's Linier Trend* menghasilkan plot dengan nilai prediksi mengikuti pola data aktual dengan hasil yang lebih *smoothing* dan tidak terlihat tren musiman.

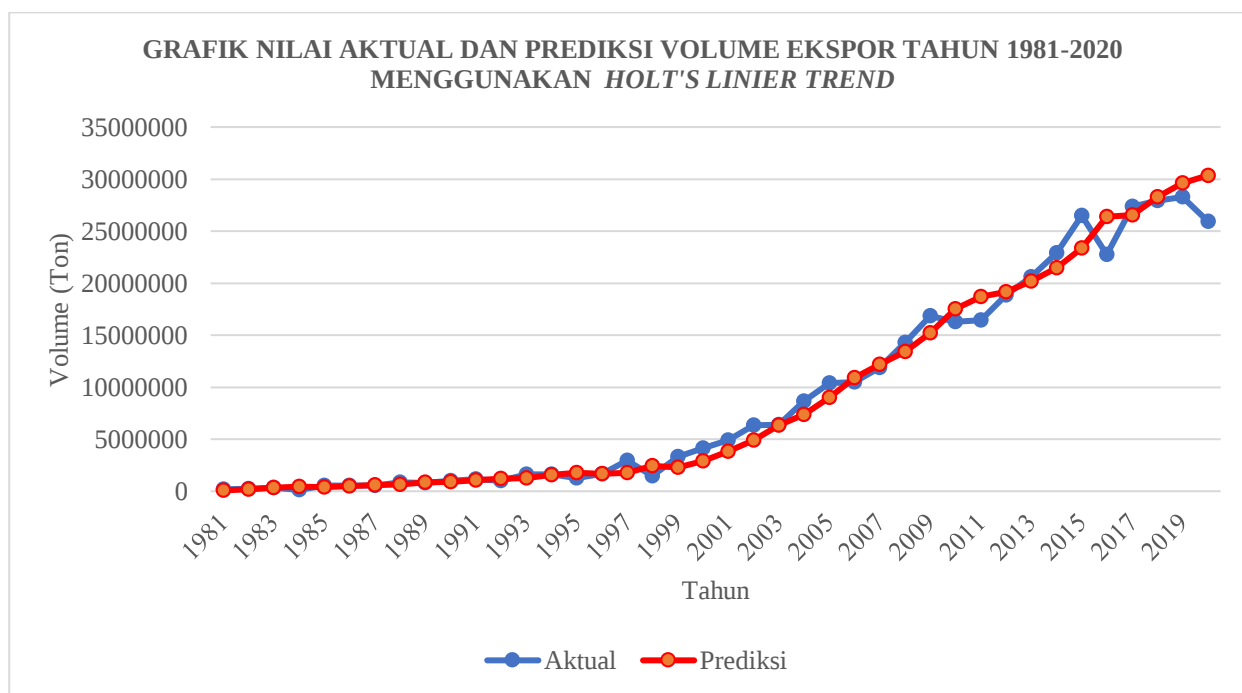
Gambar 8. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Metode *Simple Exponential Smoothing*Tabel 5. Hasil Peramalan dengan *Holt's Linier Trend*

Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	82275
1982	259476	206811
1983	345777	321145
1984	127938	430930
1985	518760	381030
1986	566885	497290
1987	551118	604247
1988	852843	662271
1989	781844	832801
1990	1015580	916691
1991	1167689	1066461
1992	1030272	1235230
1993	1632012	1268862
1994	1631203	1550143
1995	1265024	1755576
1996	1671957	1689269
1997	2967589	1771600
1998	1479278	2458622
1999	3298987	2271504
2000	4110027	2913168
2001	4903218	3824912
2002	6333708	4893032
2003	6386409	6337076
2004	8661647	7343837
2005	10375792	8994944
2006	10471915	10915200
2007	11875418	12170577
2008	14290687	13420245

2009	16829205	15200620
2010	16291856	17517711
2011	16436202	18698445
2012	18850836	19139001
2013	20577976	20160657
2014	22892387	21483781
2015	26467564	23378730
2016	22761814	26369340
2017	27353337	26562202
2018	27898875	28308255
2019	28279350	29595524
2020	25935257	30354726

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Tabel 6. memberikan informasi hasil peramalan menggunakan Brown Linear Trend mengalami nilai yang turun naik dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2001, namun setelah tahun 2001 nilai prediksi mengalami kenaikan setiap tahunnya. Hal ini terlihat juga pada Gambar 10. yang menggambarkan perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan garis berwarna merah. Metode Brown Linear Trend menghasilkan plot dengan nilai prediksi hampir mengikuti pola data aktual dengan hasil yang lebih smoothing.

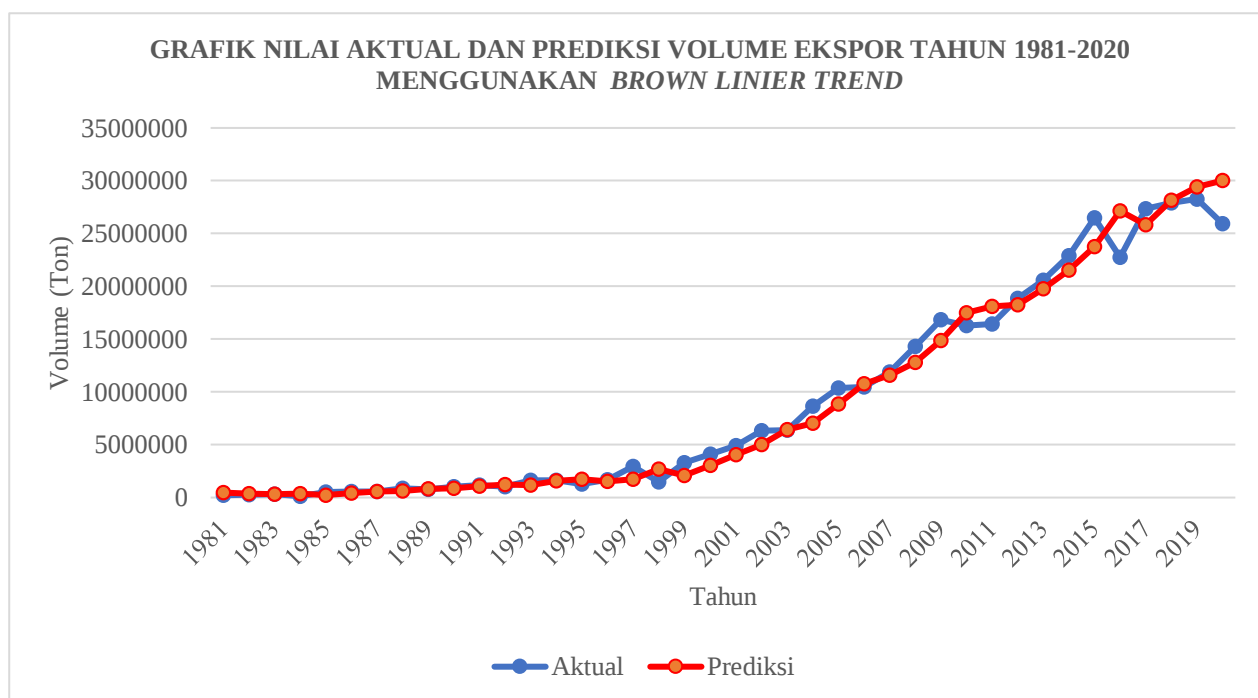
Gambar 9. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Metode *Holt's Linier Trend*Tabel 6. Hasil Peramalan dengan *Brown Linear Trend*

Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	459346
1982	259476	355674
1983	345777	337140
1984	127938	380784
1985	518760	240346
1986	566885	444413
1987	551118	572955
1988	852843	614660
1989	781844	837756
1990	1015580	882454
1991	1167689	1054006
1992	1030272	1228479
1993	1632012	1196344
1994	1631203	1588228
1995	1265024	1756651
1996	1671957	1551893
1997	2967589	1718660
1998	1479278	2699864
1999	3298987	2088896
2000	4110027	3046150
2001	4903218	4051566
2002	6333708	5040068
2003	6386409	6448321
2004	8661647	7058840
2005	10375792	8840436
2006	10471915	10775200

2007	11875418	11600441
2008	14290687	12797147
2009	16829205	14891227
2010	16291856	17487261
2011	16436202	18107399
2012	18850836	18240755
2013	20577976	19780049
2014	22892387	21528844
2015	26467564	23778200
2016	22761814	27137347
2017	27353337	25830767
2018	27898875	28152289
2019	28279350	29407055
2020	25935257	30010940

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Tabel 7. memberikan informasi hasil peramalan menggunakan *Damped Trend* mengalami nilai naik secara konsisten dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2001. Hal ini terlihat juga pada Gambar 11. yang menggambarkan perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan garis berwarna merah. Metode *Damped Trend* menghasilkan plot dengan nilai prediksi lebih mengikuti pola data aktual dengan hasil yang lebih *smoothing*.

Gambar 10. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Metode *Brown Linier Trend*Tabel 7. Hasil Peramalan dengan *Damped Trend*

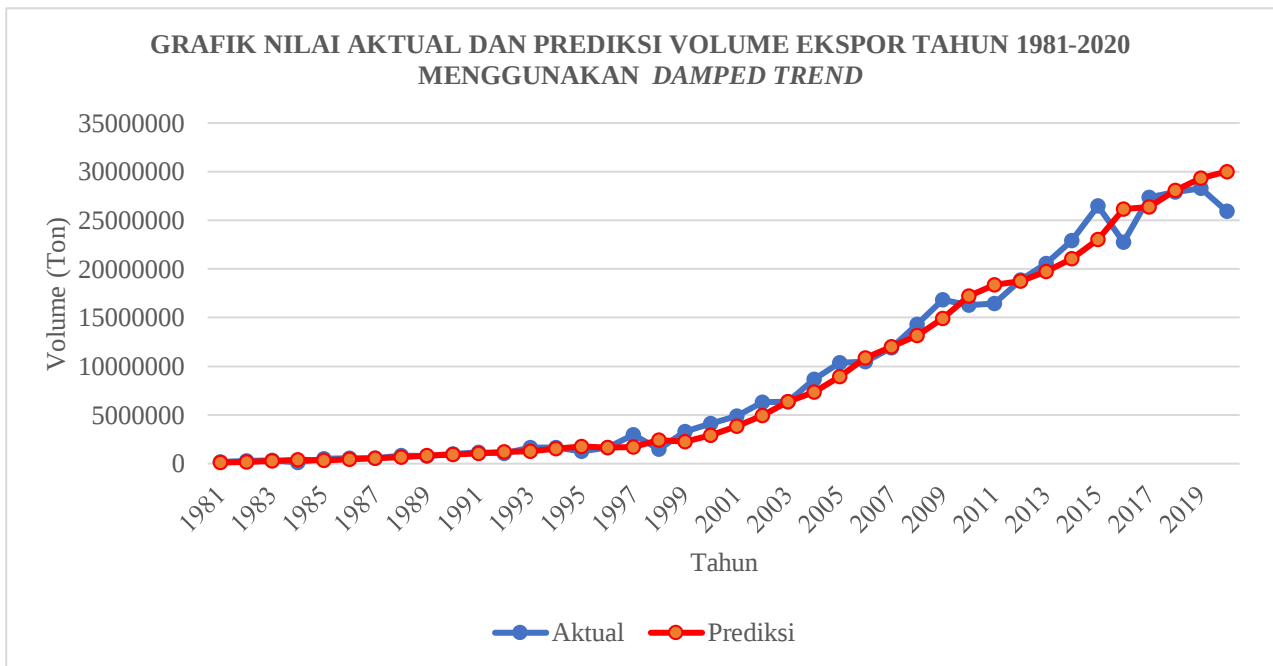
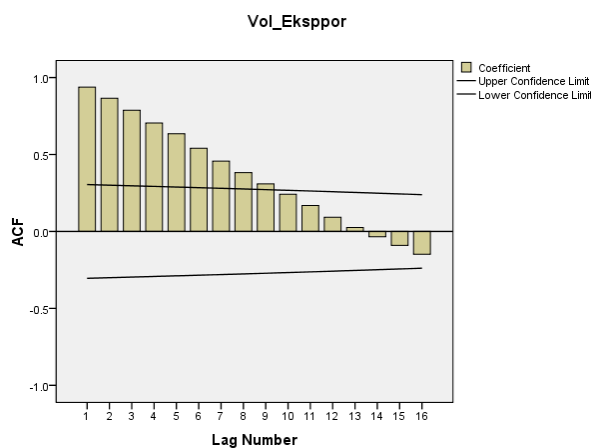
Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	114563
1982	259476	184961
1983	345777	266661
1984	127938	363647
1985	518760	310467
1986	566885	437059
1987	551118	563862
1988	852843	639898
1989	781844	826532
1990	1015580	918577
1991	1167689	1069658
1992	1030272	1235921
1993	1632012	1258750
1994	1631203	1534500
1995	1265024	1737740
1996	1671957	1657578
1997	2967589	1727373
1998	1479278	2433180
1999	3298987	2246408
2000	4110027	2894581
2001	4903218	3833691
2002	6333708	4926312
2003	6386409	6383218
2004	8661647	7359188
2005	10375792	8963349
2006	10471915	10841591
2007	11875418	12023747
2008	14290687	13180742
2009	16829205	14901800

2010	16291856	17215032
2011	16436202	18373075
2012	18850836	18741348
2013	20577976	19716912
2014	22892387	21060458
2015	26467564	23037715
2016	22761814	26162755
2017	27353337	26367270
2018	27898875	28071227
2019	28279350	29314903
2020	25935257	30012195

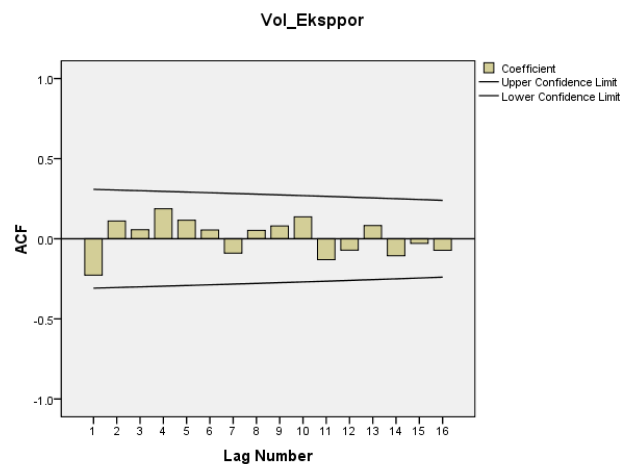
(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Peramalan dengan ARIMA

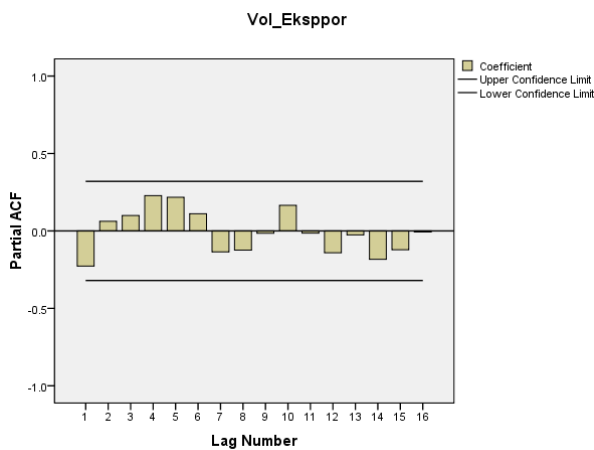
Metode Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) menjadi salah satu alat terpenting untuk peramalan karena jangkauan penggunaannya lebih luas dan bersifat fleksibilitas. Metode ini merupakan kombinasi teknik Auto-Regression dan Moving-Average dengan penambahan modul Integrative [12]. Sebelum melakukan perhitungan peramalan, hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan uji stasioner dengan bantuan software SPSS. Hasil uji stasioner disajikan pada Gambar 12.

Gambar 11. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Metode *Damped Trend*Gambar 12. ACF Volume Ekspor Sebelum *Differencing*

Dari hasil *Autocorrelation Function* (ACF) yang terdapat pada Gambar 12, diketahui bahwa data masih berbentuk non stasioner. Hal ini ditandai adanya 9 lag berada pada luar batas penerimaan yang berarti ada autokorelasi dan data volume ekspor minyak kelapa sawit bersifat non stasioner dalam *mean*. Adanya unsur tren naik pada data mengakibatkan data juga menjadi berbentuk non stasioner. Oleh karena itu, data ditransformasi dengan melakukan *differencing* agar data menjadi bentuk stasioner sehingga dibutuhkan ACF yang baru. Pada data *differencing* tingkat 1 ($d=1$) dihasilkan data telah stasioner. Hasil plot ACF dan *Partial AutoCorrelation Function* (PACF) memperlihatkan tidak ada lag yang melewati batas penerimaan garis.

Gambar 13. ACF Volume Ekspor Setelah *Differencing*

Setelah dilakukan *differencing*, data volume ekspor minyak kelapa sawit sudah berbentuk stasioner. Hal ini dapat dilihat dari nilai *Autocorrelation Function* (ACF) yang berada dalam interval batas penerimaan seperti yang terlihat pada Gambar 13. Data yang telah stasioner tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk peramalan menggunakan metode ARIMA dengan terlebih dahulu menampilkan hasil *partial correlation* (PACF). Hasil PACF yang terdapat pada Gambar 13, memperlihatkan bahwa nilainya masih dalam batas penerimaan. Model ARIMA secara umum dinotasikan berbentuk ARIMA (p,d,q) yang dapat dilihat dari hasil ACF, *differencing*, dan PACF. Berdasarkan Gambar 14, setiap lag berada pada batas penerimaan sehingga tidak ada autokorelasi lagi.

Gambar 14. PACF Volume Ekspor Setelah *Differencing*

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14, maka dapat diketahui Model ARIMA yang akan digunakan. Hasil *differencing* 1 ($d=1$), plot ACF dan PACF dengan lag yang tidak melewati batas penerimaan dengan model sementara adalah ARIMA ($p,1,q$). Berdasarkan prinsip Parsimony yang menyatakan bahwa model dibuat sederhana dengan parameter sedikit dan menghasilkan model yang stabil [13], dan jika model banyak, maka

dipilih yang memiliki MSE yang paling kecil [14], maka berdasarkan ACF dan PACF didapatkan alternatif model ARIMA yang dapat digunakan, yaitu ARIMA (2,1,0), ARIMA (0,1,2) dan ARIMA (1,1,2), ARIMA (2,1,1), ARIMA (2,1,2), ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1), dan ARIMA (0,1,1). Model ARIMA (0,1,0) tidak digunakan karena tidak terdapat parameter AR dan parameter MA.

Dari Tabel 8. dapat diketahui hasil perbandingan untuk setiap model ARIMA. Model ARIMA (1,1,2) memiliki nilai RSME yang paling kecil, yaitu 1.389.389 dan nilai *p-value* pada model tersebut $< \alpha = 0,05$, uji residual dan distribusi normal menggunakan Ljung-Box dan Kolmogorov Smirnov didapatkan *p value* $> \alpha = 0,05$, sehingga menjadi model ARIMA yang terpilih. Model ini selanjutnya akan digunakan untuk peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia dan akan dibandingkan dengan hasil peramalan metode regresi linier dan *exponential smoothing*. Tabel 9. merupakan hasil peramalan menggunakan metode ARIMA (1,1,2). Hasil peramalan rata-rata mengalami kenaikan setiap tahunnya.

Tabel 8. Perbandingan Model Arima

Model	Variabel	Estimate	SE	t	Sig.	RMSE
ARIMA (2,1,0)	Constant	672922.988	203734.777	3.303	.002	1489327
	AR (1)	-.233	.178	-1.313	.197	
	MA (1)	.056	.178	.313	.756	
ARIMA (0,1,2)	Constant	670044.964	207396.197	3.231	.003	1482765
	MA (1)	.280	.180	1.561	.127	
	MA (2)	-.150	.180	-.837	.408	
ARIMA (1,1,2)	Constant	561534.775	362912.574	1.547	.131	1389389
	AR (1)	.841	.185	4.557	.000	
	MA (1)	1.311	.244	5.380	.000	
	MA (2)	-.595	.179	-3.325	.002	
ARIMA (2,1,1)	Constant	611903.419	348627.596	1.755	.088	1468241
	AR (1)	.497	.403	1.233	.226	
	AR (2)	.347	.170	2.045	.048	
	MA (1)	.759	.443	1.715	.095	
ARIMA (2,1,2)	Constant	568895.747	345063.957	1.649	.108	1406734
	AR (1)	.905	.354	2.556	.015	
	AR (2)	-.118	.398	-.297	.768	
	MA (1)	1.327	.310	4.281	.000	
	MA (2)	-.671	.359	-1.866	.071	
ARIMA (1,1,0)	Constant	678580.630	189735.101	3.576	.001	1490138
	AR (1)	-.249	.169	-1.474	.149	
ARIMA (1,1,1)	Constant	675524.010	198777.554	3.398	.002	1490138
	AR (1)	-.394	.637	-.618	.541	
	MA (1)	-.154	.686	-.225	.823	
ARIMA (0,1,1)	Constant	679508.745	191764.076	3.543	.001	1479742
	MA (1)	.198	.172	1.149	.258	

Tabel 9. Hasil Peramalan dengan ARIMA

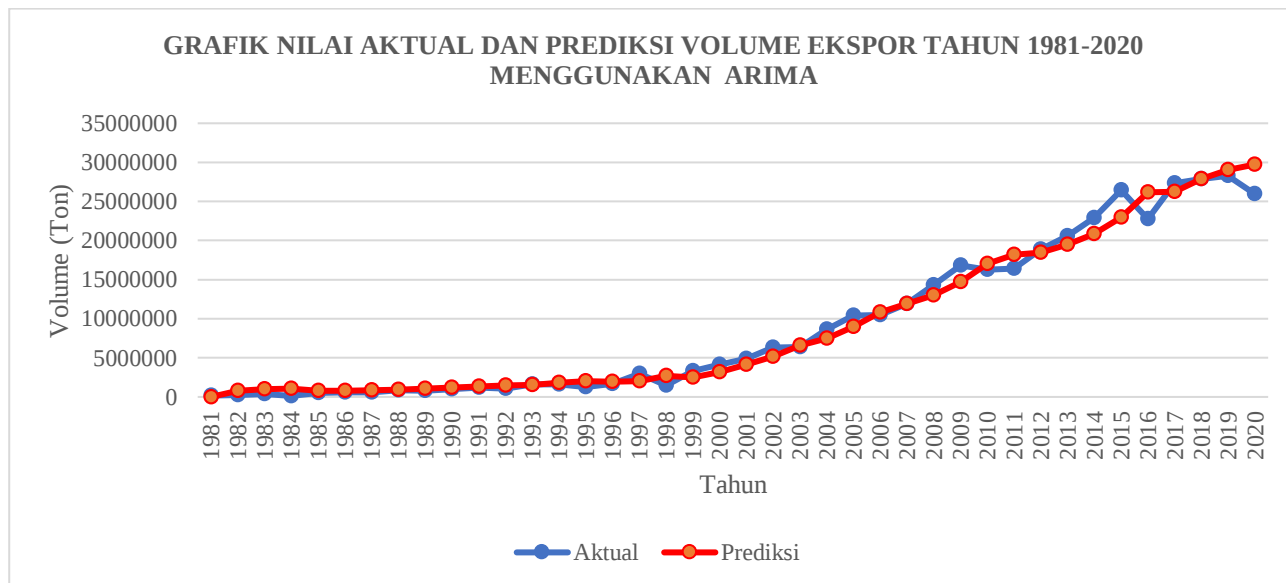
Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)
1981	196361	-
1982	259476	757896
1983	345777	985803
1984	127938	1027042
1985	518760	767326
1986	566885	797041
1987	551118	860432
1988	852843	900958
1989	781844	1079096
1990	1015580	1170619
1991	1167689	1328244
1992	1030272	1503180
1993	1632012	1528131
1994	1631203	1810663
1995	1265024	2016563
1996	1671957	1924349
1997	2967589	1987441
1998	1479278	2711872
1999	3298987	2514867
2000	4110027	3158108

2001	4903218	4099893
2002	6333708	5172666
2003	6386409	6582003
2004	8661647	7466773
2005	10375792	8982198
2006	10471915	10790731
2007	11875418	11888669
2008	14290687	12973081
2009	16829205	14676596
2010	16291856	17015661
2011	16436202	18158000
2012	18850836	18473487
2013	20577976	19452714
2014	22892387	20869407
2015	26467564	22945841
2016	22761814	26150839
2017	27353337	26270586
2018	27898875	27870358
2019	28279350	29053522
2020	25935257	29720428

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Gambar 15. Memberikan informasi perbandingan antara data aktual yang diwakili garis berwarna biru dan hasil prediksi volume ekspor minyak kelapa sawit dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 yang diwakili dengan

garis berwarna merah. Metode ARIMA menghasilkan plot dengan nilai prediksi mengikuti pola data aktual volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia.



Gambar 15. Grafik Aktual vs Prediksi Volume Ekspor Menggunakan Metode ARIMA

Perhitungan Kesalahan Peramalan

Hasil peramalan yang telah dilakukan untuk masing-masing metode telah dilakukan. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan kesalahan atau error dari hasil peramalan metode regresi linier, exponential smoothing, dan ARIMA. Perhitungan kesalahan dilakukan dengan cara melihat nilai dari *Mean Absolute*

Deviation (MAD) dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Square Error* (MSE) dan *The Root Mean Square Error* (RSME). Tabel 10. merupakan hasil rekapitulasi perhitungan kesalahan untuk setiap metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini. Hasil perhitungan kesalahan dari masing-masing metode yang memiliki nilai paling kecil selanjutnya akan terpilih sebagai metode terbaik.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Kesalahan

METODE	MAD	MSE	RSME	MAPE
Regresi Linier	2.999.044	12.117.059.018.489	3.480.957	337,3
<i>Simple Exponential Smoothing</i>	1.088.588	2.549.847.381.483	1.596.824	23,3
<i>Holt's Linier Trend</i>	862.308	1.738.625.349.744	1.318.569	21,3
Brown Linear Trend	916.347	1.841.877.291.357	1.357.158	24,4
<i>Damped Trend</i>	860.353	1.707.738.707.222	1.306.805	20,6
ARIMA	930.738	1.732.413.804.067	1.316.212	45,4

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Pemilihan Metode Terbaik

Perhitungan kesalahan untuk metode regresi linier, *exponential smoothing*, dan ARIMA telah dilakukan. Berdasarkan Tabel 10. diketahui bahwa *Exponential Smoothing model Damped Trend* dengan menggunakan teknik perhitungan kesalahan dengan nilai yang diperoleh MAD=860.353, MSE=1.707.738.707.222, RSME=1.306.805, dan MAPE= 20,6 menghasilkan kesalahan yang terkecil dibandingkan dengan metode lainnya. Pada kasus peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia dipilih metode ini karena tingkat akurasi perhitungan lebih baik dibandingkan dengan metode peramalan kelima lainnya.

Peramalan Volume Ekspor Beberapa Tahun ke Depan

Metode atau teknik *exponential smoothing model Damped Trend* dipilih untuk melakukan peramalan volume ekspor untuk beberapa tahun ke depan. Pada kasus ini, peramalan volume ekspor dilakukan untuk lima tahun ke depan, yaitu tahun 2021 sampai dengan tahun 2025. Berikut Tabel 11. hasil peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit menggunakan metode *exponential smoothing model Damped Trend*.

Tabel 11. Hasil Peramalan *Damped Trend*

Tahun	Peramalan Volume Ekspor (Ton)
2021	28864223,31
2022	28967062,92
2023	29064976,8
2024	29158200,89
2025	29246959,81

(Sumber: Pengolahan Data, 2022)

KESIMPULAN

Perbandingan metode peramalan pada volume ekspor minyak kelapa sawit dilakukan dengan beberapa metode atau teknik, yaitu Regresi Linier, *Exponential Smoothing (Simple Exponential Smoothing, Holt's Linier Trend, Brown Linear Trend, Damped Trend)*, dan ARIMA. Tujuan dari perbandingan tersebut adalah mengetahui metode atau teknik yang terbaik yang selanjutnya dapat digunakan untuk peramalan volume ekspor minyak

kelapa sawit untuk beberapa tahun ke depan. Hasil perhitungan dan analisis didapatkan bahwa metode peramalan terbaik adalah *Exponential Smoothing model Damped Trend* (tabel 10) karena menghasilkan perhitungan kesalahan terkecil ditinjau dari nilai MAD, MSE, RSME, dan MAPE dibandingkan dengan kelima metode lainnya. Metode terpilih ini digunakan untuk peramalan volume ekspor kelapa sawit Indonesia pada tahun 2021 sampai dengan 2025 (Tabel 11).

Pada penelitian selanjutnya dengan bentuk data yang sama, metode atau teknik *Exponential Smoothing model Damped Trend* dapat digunakan dengan cara menambahkan variabel-variabel lain yang dapat mempengaruhi peramalan volume ekspor minyak kelapa sawit. Teknik ini juga dapat dikombinasikan dengan metode peramalan lainnya sehingga akan didapatkan hasil suatu peramalan dengan tingkat akurasi peramalan menjadi lebih tinggi yang sesuai dengan pola data yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. dan P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2020*, vol. 25, no. 1. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2021.
- [2] T. Yuniarti, I. Rusmar, T. R. Hidayani, and M. Mirnandaulia, "Penggunaan Artificial Neural Network (ANN) untuk Memodelkan Volume Ekspor Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia," *Ready Star Reg. Dev. Ind. Heal. Sci. Technol. Art Life*, vol. 2, no. 1, pp. 247–255, 2019.
- [3] L. Apriyanti, A. Setiadi, and S. I. Santoso, "Analisis Peramalan Volume Ekspor Melon di PT Bumi Lestari Temanggung Jawa Tengah (Analysis Forecasting Of Melon Export Volume In PT. Bumi Sari Lestari Temanggung Central Java)," *J. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 0, no. 0000, pp. 2–10, 2017.
- [4] M. W. Putri and F. N. Azizah, "Perbandingan Metode Peramalan Moving Average , Single Exponential Smoothing , dan Trend Analysis pada Permintaan Produksi Art Board (Studi Kasus PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills 1) Comparison of Moving Average , Single Exponential Smoothing , and Tren," *J. Rekayasa Sist. dan Ind.*,

vol. 8, no. Nomor 02, pp. 104–109, 2021.

- [5] I. A. Zahra, “Analisis Perbandingan Teknik Peramalan Kebutuhan Obat Dengan Metode Arima Dan Single Eksponensial Smoothing Studi Kasus: Rsud Indramayu,” *J. Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [6] Y. Xiao and Z. Jin, “The Forecast Research of Linear Regression Forecast Model in National Economy,” *OALib*, vol. 08, no. 08, pp. 1–17, 2021.
- [7] A. Pamungkas, R. Puspasari, A. Nurfiarini, R. Zulkarnain, and W. Waryanto, “Comparison of Exponential Smoothing Methods for Forecasting Marine Fish Production in Pekalongan Waters, Central Java,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 934, no. 1, 2021.
- [8] M. Pradeep *et al.*, “State of the art in total pulse production in major states of India using ARIMA techniques,” *Curr. Res. Food Sci.*, vol. 4, pp. 800–806, 2021.
- [9] A. Lusiana and P. Yuliarty, “Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) pada Permintaan Atap di PT X,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–20, 2020.
- [10] K. Posch, C. Truden, P. Hungerländer, and J. Pilz, “A Bayesian approach for predicting food and beverage sales in staff canteens and restaurants,” *Int. J. Forecast.*, vol. 38, no. 1, pp. 321–338, 2022.
- [11] W. Ngestisari, B. Susanto, and T. Mahatma, “Perbandingan Metode ARIMA dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Peramalan Harga Beras,” *Indones. J. Data Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 96–107, 2020.
- [12] R. Jamil, “Hydroelectricity consumption forecast for Pakistan using ARIMA modeling and supply-demand analysis for the year 2030,” *Renew. Energy*, vol. 154, pp. 1–10, 2020.
- [13] Zulkarnaini and H. Riandi, “Analisa Peramalan Beban Listrik Di RSUP Dr . M . Djamil Padang Sampai Tahun 2029,” *MENARA Ilmu*, vol. XIV, no. 01, pp. 134–145, 2020.
- [14] A. H. Al Rosyid, C. D. N. Viana, and W. A. Saputro, “Penerapan Model Box Jenkins (Arima) Dalam Peramalan Harga Konsumen Bawang Merah Di Provinsi Jawa Tengah,” *Agri Wiralodra*, vol. 13, no. 1, pp. 29–37, 2021.