

## Pemilihan Metode Terbaik dalam Meramalkan Produksi Kelapa Sawit PTPN XIII Kalimantan Timur

Election of Best Method In Preventing Palm Oil Production PTPN XIII East  
Kalimantan

<sup>1</sup>Devi Windasari Saragih, <sup>2</sup>Siti Sunendiari,

<sup>1,2</sup>Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: <sup>1</sup>windasaridevi@gmail.com, <sup>2</sup>sunendiari@yahoo.com

**Abstract.** Forecasting is one method in statistics that aims to predict or predict a condition in the future. The results of forecasting can be used as a reference or indicator in predicting conditions at a later time. To predict a condition requires some accurate data in the past. Forecasting has several methods that can be used, but each method has its own criteria that must be met, depending on the pattern or shape of the available data. This thesis aims to find the best method of the three forecasting methods of Multiple Exponential Smoothing consisting of One Parameter of Brown and Two Parameters from Holt, Triple Linear Exponential Smoothing One Parameter from Brown and Box-Jenkins or Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). The data used in this thesis is data on palm oil production PTPN XIII North Kalimantan. The calculation results show that the best method is Single Linear Exponential Smoothing Parameters from Brown with  $\alpha = 0.2$ . Based on the results of forecasting with the method of Single Linear Exponential Smoothing Parameter from Brown concluded that the results of forecasting decreased shown in the plot of forecasting results.

**Keywords:** Double Smoothing Exponential, Triple Smoothing Exponential, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Forecast

**Abstrak.** Peramalan adalah salah satu metode dalam statistika yang bertujuan untuk memperkirakan atau memprediksi suatu kondisi pada masa yang akan datang. Hasil dari peramalan dapat digunakan sebagai acuan atau indikator dalam memprediksikan kondisi pada waktu berikutnya. Untuk meramalkan suatu kondisi diperlukannya beberapa data yang akurat di masa lalu. Peramalan memiliki beberapa metode yang dapat digunakan, tetapi setiap metode mempunyai kriteria tersendiri yang harus dipenuhi, tergantung pola atau bentuk dari data yang tersedia. Skripsi ini bertujuan untuk mencari metode terbaik dari tiga metode peramalan yaitu Pemulusan Eksponensial Ganda terdiri dari Satu Parameter dari *Brown* dan Dua Parameter dari *Holt*, Pemulusan Eksponensial Tripel Linear Satu Parameter dari *Brown* dan *Box-Jenkins* atau *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Data yang digunakan pada skripsi ini adalah data tentang produksi kelapa sawit PTPN XIII Kalimantan Timur. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode terbaik adalah Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari *Brown* dengan  $\alpha = 0,2$ . Berdasarkan hasil peramalan dengan metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari *Brown* disimpulkan bahwa hasil peramalannya menurun ditunjukkan pada plot hasil peramalan.

**Kata kunci:** Pemulusan Eksponensial Ganda, Pemulusan Eksponensial Tripel, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Peramalan

### A. Pendahuluan

Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Makridakis, Wheelwright, McGee, 1991). Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan yang memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang (Sofyan Assauri, 1984). Peramalan adalah kegiatan memperkirakan atau memprediksikan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan waktu yang relatif lama. Sedangkan ramalan adalah suatu situasi atau kondisi yang akan diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Pada umumnya kegunaan peramalan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien.
2. Untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.
3. Untuk membuat keputusan yang tepat.
- 4.

Kegunaan peramalan terlihat pada suatu pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan apa yang akan terjadi pada waktu keputusan dalam berbagai kegiatan perusahaan. Baik tidaknya hasil suatu penelitian sangat ditentukan oleh ketetapan ramalan yang dibuat. Walaupun demikian perlu diketahui bahwa ramalan selalu ada unsur kesalahannya, sehingga yang perlu diperhatikan adalah usaha untuk memperkecil kesalahan dari ramalan tersebut (Makridakis, Wheelwright, McGee, 1999).

Banyak metode dalam statistika yang dapat digunakan untuk meramalkan suatu data, seperti metode Pemulusan Eksponensial yaitu Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Smoothing* Eksponensial), Pemulusan Eksponensial Ganda (*Double Smoothing* Eksponensial), Pemulusan Eksponensial Tripel (*Triple Smoothing* Eksponensial), Dekomposisi, *Box-Jenkins* atau *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), regresi, dan lain sebagainya.

Berdasarkan keterangan di atas, dalam skripsi ini akan di bahas mengenai pemilihan metode terbaik dari beberapa metode peramalan yaitu antara lain metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari *Brown*, Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Dua Parameter dari *Holt*, Pemulusan Eksponensial Tripel Linear Satu Parameter dari *Brown*, dan *Box-Jenkins* atau ARIMA.

## B. Landasan Teori

Peramalan (*forecast*) biasanya dapat diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Berikut ini adalah kategori peramalan berdasarkan horizon waktu:

1. Peramalan jangka pendek (mencakup jangka waktu hingga 1 tahun tetapi umumnya kurang dari 3 bulan).
2. Peramalan jangka menengah (mencakup hitungan bulanan hingga waktu 3 tahun).
3. Peramalan jangka panjang (waktu perencanaan masa 3 tahun atau lebih).

Tipe peramalan berdasarkan aspek strategis dalam perencanaan operasi di masa depan adalah sebagai berikut:

1. Peramalan ekonomi, menjelaskan/meramalkan siklus bisnis dengan memprediksikan tingkat inflasi, ketersediaan uang, dana yang dibutuhkan untuk membangun perumahan, dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi, memperhatikan tingkat kemajuan teknologi yang dapat meluncurkan produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan baru.
3. Peramalan permintaan, adalah proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan. Peramalan ini disebut juga peramalan penjualan yang mengendalikan produksi, kapasitas serta sistem penjadwalan dan menjadi input bagi perencanaan keuangan, pemasaran dan sumber daya manusia.

Terdapat beberapa jenis peramalan, yaitu:

1. Metode Kualitatif, menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi pendapat pribadi seseorang dan intuisi yang meskipun kelihatannya kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang baik. Metode ini dapat dibagi menjadi dua yaitu metode eksploratoris dan normatif.
2. Metode Kuantitatif, dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut:
  - a. Tersedianya informasi tentang masa lalu
  - b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik
  - c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Suatu dimensi tambahan untuk mengklasifikasikan metode peramalan kuantitatif adalah dengan memperhatikan model yang mendasarinya. Terdapat dua jenis model peramalan yang utama, yaitu model model regresi (*causal*) dan deret berkala (*time series*). Model *causal* mengasumsikan bahwa faktor yang diaramalkan menunjukkan hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis dan *trend* sebagai berikut (Makridakis, Wheelwright, McGee, 1991):

- a. Pola horisontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan (deret seperti ini “stasioner” terhadap nilai rata-ratanya).
- b. Pola musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartak tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu).
- c. Pola siklis (C) terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
- d. Pola *trend* (T) terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.

Metode Peramalan adalah suatu cara memperkirakan atau mengestimasi secara kuantitatif maupun kualitatif apa yang terjadi pada masa depan berdasarkan data yang relevan pada masa lalu. Kegunaan metode peramalan ini adalah untuk memperkirakan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa lalu. Peramalan mempunyai beberapa metode, antara lain adalah:

1. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa hubungan antar variabel yang diperkirakan dengan variabel waktu merupakan deret berkala (*time series*). Metode Peramalan yang termasuk pada jenis ini yaitu :
  - a. Metode Pemulusan (*smoothing*)
  - b. Metode Box Jenkins
  - c. Metode Proyeksi Tren dengan regresi
2. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisis pola hubungan antar variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya, yang bukan waktunya disebut metode korelasi atau sebab akibat (metode *causal*). Metode peramalan yang termasuk dalam jenis ini adalah:
  - a. Metode Regresi dan Korelasi
  - b. Metode Ekonometri
  - c. Metode Input Output

#### I. Metode Pemulusan

Metode Pemulusan (*smoothing*) adalah metode peramalan dengan mengadakan penghalusan atau pemulusan terhadap data masa lalu yaitu dengan mengambil rata-rata dari nilai beberapa tahun menaksir nilai pada tahun yang akan datang. Secara umum pemulusan (*smoothing*) dapat digolongkan menjadi beberapa bagian:

1. Metode Rata-Rata (*Average*)
  - a. Nilai Tengah (*Mean*)
  - b. Rata-rata Bergerak Tunggal (*Single Moving Average*)
  - c. Rata-rata Bergerak Ganda (*Double Moving Average*)
  - d. Kombinasi Rata-rata Bergerak Lainnya.
2. Metode Pemulusan (*Smoothing*) Eksponensial
  - a. Pemulusan Eksponensial Tunggal

### 1. Satu Parameter

Terdapat persamaan sebagai berikut untuk menentukan peramalan pada pemulusan ini:

$$F_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (1)$$

Persamaan ini merupakan bentuk umum yang digunakan dalam menghitung ramalan dengan metode pemulusan eksponensial. Dalam pemulusan ini memerlukan sedikit penyimpangan data dan perhitungan. Sebagai contoh, untuk dapat memulai sistem peramalan kita memerlukan  $F_1$ , karena:

$$F_1 = \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1$$

Karena untuk nilai  $F_1$  tidak diketahui, maka dapat digunakan observasi pertama ( $X_1$ ) sebagai ramalan pertama ( $F_1=X_1$ ) dan kemudian dilanjutkan dengan menggunakan persamaan (1).

2. Pendekatan Adatif, pendekatan ini memiliki kelebihan yang nyata dalam hal nilai  $\alpha$  yang dapat berubah secara terkendali yang bergantung dengan nilai  $\beta$ , dengan adanya perubahan dalam pola datanya.

### b. Pemulusan Eksponensial Ganda

#### 1. Metode Linear Satu Parameter dari *Brown*

Pemulusan eksponensial linear dapat dihitung hanya dengan tiga nilai data dan satu nilai untuk  $\alpha$ . Dalam pemulusan eksponensial ini harus menemukan nilai  $\alpha$  yang optimal ( $\alpha$  parameter antara 0 dan 1). Optimasi tersebut digunakan untuk meminimumkan MSE, MAPE, atau ukuran lainnya. Untuk pemulusan eksponensial ini  $\alpha$  harus ditentukan melalui cara *trial and error*. Suatu nilai  $\alpha$  dipilih, dihitung MSE pada kelompok pengujian, dan kemudian dicoba nilai  $\alpha$  yang lain. Lalu seluruh MSE tersebut dibandingkan untuk menemukan nilai  $\alpha$  yang memberikan minimum MSE. Persamaan yang dipakai dalam implementasi metode ini adalah:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (2)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (3)$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (4)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (5)$$

$$e_t = X_t - F_t \quad (6)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (7)$$

Dimana:

$S'_t$  = nilai pemulusan eksponensial tunggal

$S''_t$  = nilai pemulusan eksponensial ganda

$a_t, b_t$  = konstanta pemulusan

$\alpha$  = parameter pemulusan eksponensial

$e_t$  = nilai error dari pemulusan eksponensial

$F_{t+m}$  = hasil peramalan untuk m periode ke depan yang akan diramalkan

#### 2. Metode Dua Parameter dari *Holt*

Metode pemulusan eksponensial linear dari *Holt* dalam prinsipnya serupa dengan *Brown* kecuali bahwa *Holt* tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, *Holt* memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier *Holt* didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1) dan persamaan sebagai berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (9)$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (10)$$

Dimana:

$\alpha, \gamma$  = parameter pemulusan eksponensial

$S'_t$  = nilai pemulusan eksponensial tunggal

$b_t$  = konstanta pemulusan

$F_{t+m}$  = hasil peramalan untuk m periode ke depan yang akan diramalkan

### c. Pemulusan Eksponensial Triple

#### 1. Pemulusan Kuadratik Satu Parameter Dari Brown

Dapat digunakan untuk meramalkan data dengan suatu pola *trend* dasar, bentuk pemulusan yang lebih tinggi dapat digunakan bila dasar pola datanya adalah kuadratik, kubik atau orde yang lebih tinggi. Untuk menggunakan pemulusan kuadratik, pendekatan dasarnya adalah memasukkan tingkat pemulusan tambahan dan memberlakukan persamaan peramalan kuadratik. Persamaan untuk pemulusan kuadratik adalah sebagai berikut:

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S'''_{t-1} \quad (11)$$

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + 3S'''_t \quad (12)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S'_t - (10 - 8\alpha)S''_t + (4 - 3\alpha)S'''_t] \quad (13)$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) \quad (14)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2 \quad (15)$$

Dimana:

$S'''_t$  = nilai pemulusan eksponensial triple

$a_t, b_t, c_t$  = konstanta pemulusan

$\alpha$  = parameter pemulusan eksponensial

$F_{t+m}$  = hasil peramalan untuk m periode ke depan yang akan diramalkan

Proses inialisasi untuk proses pemulusan eksponensial kuadratik dari *Brown* bisa sangat sederhana, yaitu sebagai berikut:

$$S'_t = S''_t = S'''_t = X_1 \quad (16)$$

#### 2. Metode kecendrungan dan Musiman Tiga Parameter dari Winter

Metode ini merupakan salah satu dari beberapa metode pemulusan eksponensial yang dapat menangani musiman.

### II. Metode Deret Berkala

#### a. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Dalam metode ini data harus berbentuk stasioner dengan melihat dari plot data. Apabila data tidak stasioner maka dilakukan pembedaan (*differencing*) untuk membuat data menjadi stasioner. Biasanya pembedaan dilakukan satu atau dua kali, dan persamaannya adalah:

$$\text{Pembedaan orde ke } -d = (1 - B)^d X_t \quad (17)$$

Model umum untuk ARIMA adalah ARIMA(p,d,q), dimana *Autoregresi* (AR), *Integrated* (I) (proses pembedaan), *Moving Average* (MA). Rumus umum dari AR(p) adalah:

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (18)$$

Dimana:

$\mu'$  = nilai konstanta

$\phi_p$  = parameter autoregresi ke-p

$e_t$  = nilai *error* pada saat t

Rumus umum untuk MA(q) adalah:

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 x_{t-1} - \theta_1 x_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (19)$$

Dimana:

$\theta_q$  = parameter *moving average* ke-q

Contoh kasus sederhana dalam metode ini adalah AR(1), MA(1), dan I(1) (ARIMA(1,1,1)) dan model persamaannya adalah:

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (20)$$

$\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$   
 Pembedaan      AR(1)                      MA(1)  
 Pertama

#### b. Penyusunan Model Deret Berkala

##### 1. Identifikasi model

Plot ACF dan PACF dapat menunjukkan identifikasi model dari data apabila data yang digunakan stasioner. Model mengikuti autoregresi (AR) orde p jika plot PACF signifikan pada semua lag p dan plot ACF menurun secara eksponensial menuju nol. Model PACF mengikuti autoregresi (AR), rata-rata bergerak (MA), rata-rata bergerak autoregresi (ARMA) atau rata-rata bergerak terpadu autoregresi (ARIMA).

2. Penaksiran parameter dari masing-masing model (biasanya menggunakan aplikasi)

3. Pemeriksaan Diagnostik (nilai *error*)

#### III. Ketepatan dalam Peramalan

Berbagai ukuran ketepatan peramalan akan didefinisikan dan digunakan, ukuran-ukuran ketepatan peramalan yang digunakan umumnya meliputi ukuran-ukuran standar, yaitu sebagai berikut:

1. Nilai *Mean Absolute Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n} \quad (21)$$

2. Nilai *Mean Absolute Deviasi* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \quad (22)$$

3. Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100 \quad (23)$$

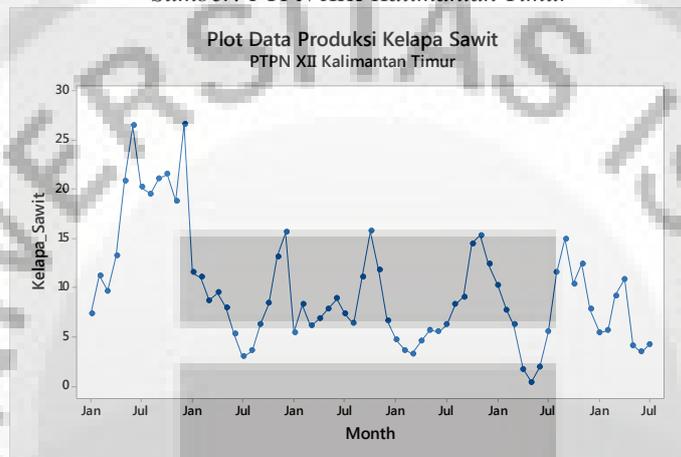
#### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang digunakan adalah data sekunder tentang produksi kelapa sawit PTPN XIII Kalimantan Timur dari Januari 2012 sampai dengan Juli 2017 (67 periode bulan). Datanya adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Data Produksi Kelapa Sawit PTPN XIII Kalimantan Timur

Bulan	Tahun (dalam juta KG)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Januari</b>	7,298	11,490	5,390	4,625	10,168	5,396
<b>Februari</b>	11,165	10,974	8,251	3,595	7,675	5,597
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
<b>Oktober</b>	21,452	8,326	15,718	14,437	10,351	-
<b>November</b>	18,742	13,080	11,708	15,262	12,369	-
<b>Desember</b>	26,492	15,581	6,590	12,351	7,766	-

Sumber: PTPN XIII Kalimantan Timur

**Gambar 1** Plot Data

Berdasarkan plot data pada gambar di atas, data tersebut tidak stasioner maka harus dilakukan pembedaan. Pada data ini pembedaan yang dilakukan sebanyak dua kali (I(2)). Plot ACF dan PACF dari data pembedaan memberikan hasil MA(0) dan AR(2), maka model ARIMA yang didapat adalah ARIMA(0,0,1), ARIMA(0,1,1) dan ARIMA(0,2,1). Dengan menggunakan persamaan-persamaan sebelumnya dan bantuan aplikasi *Minitab* maka didapat hasil sebagai berikut:

**Tabel 2** Perbandingan Metode Peramalan

No	Metode	MSE	MAD	MAPE
1	Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari <i>Brown</i> dengan $\alpha=0,1$	18,602	0,123	50,435
2	Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari <i>Brown</i> dengan $\alpha=0,2$	9,356	0,077	25,63
3	Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari <i>Holt</i> dengan $\alpha = 0,3 ; \gamma = 0,1$	24,6970	3,9904	84,869
4	Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Linear Satu Parameter dari <i>Brown</i> dengan $\alpha=0,1$	15,225	3,108	63,664
5	Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Linear Satu Parameter dari <i>Brown</i> dengan $\alpha=0,2$	18,894	3,447	61,664
6	ARIMA (0,0,1)	19,4027	-	-
7	ARIMA (0,1,1)	15,4416	-	-

8	ARIMA (0,2,1)	15,0313	-	-
---	---------------	---------	---	---

Berdasarkan tabel di atas, yang merupakan metode terbaik yang memiliki kriteria ketepatan peramalan terkecil adalah Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari *Brown* dengan  $\alpha=0,2$

#### D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil peramalan sampai dengan 13 periode ke depan dengan menggunakan metode terbaik yaitu Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linear Satu Parameter dari *Brown* dengan  $\alpha=0,2$ , menunjukkan hasil peramalannya menurun setiap periode. Hal ini dapat disebabkan karena faktor usia pohon yang cukup tua. Maka disarankan kepada perusahaan PTPN XIII Kalimantan Timur agar melakukan penambahan lahan atau penanaman pohon kelapa sawit yang baru agar tidak menyebabkan kerugian yang cukup besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan. 1984. *Teknik & Metode Peramalan Penerapannya dalam Ekonomi & Dunia Usaha*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Makridakis, Spyros. dkk. 1991. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Yanti, Teti Sofia. 2009. *Buku Ajar Analisis Deret Waktu*. Bandung: Universitas Islam Bandung.