

**PERAMALAN PRODUKSI KELAPA SAWIT DENGAN
METODE *WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING*
DAN *PEGELS EXPONENTIAL SMOOTHING*
(Studi Kasus : PT. Rezeki Kencana Kec. Teluk Pakedai Kab. Kubu Raya)**

Mutiara Nurisma Rahmadhani, Evy Sulistianingsih, Hendra Perdana

INTISARI

Analisis data time series menggunakan metode Winter's Exponential Smoothing dan Pegels Exponential Smoothing merupakan analisis data yang dipengaruhi pola data yaitu musiman Multiplikatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi kelapa sawit PT. Rezeki Kencana Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya periode Januari 2012 sampai Desember 2015. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan produksi kelapa sawit untuk tahun berikutnya yaitu tahun 2016. Hasil analisis menunjukkan metode Pegels Exponential Smoothing musiman Multiplikatif menghasilkan ramalan yang lebih baik daripada metode Winter's Exponential Smoothing model Multiplikatif dengan nilai Mean Absolute Percent Error (MAPE) yaitu sebesar 15,46%. Metode Pegels Exponential Smoothing musiman Multiplikatif dapat meramalkan produksi kelapa sawit pada tahun berikutnya.

Kata Kunci : *Pegels Exponential Smoothing, Time Series, Peramalan*

PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah tanaman penghasil minyak nabati [1]. Minyak nabati yang dapat diandalkan, dihasilkan dari pengolahan buah kelapa sawit berupa minyak mentah yaitu CPO (*Crude Palm Oil*) dan PKO (*Palm Cernel Oil*). CPO dan PKO banyak digunakan sebagai bahan industri pangan (minyak goreng dan margarin), industri sabun (bahan penghasil busa), industri baja (bahan pelumas), industri tekstil, kosmetik, dan sebagai bahan bakar alternatif atau minyak diesel. Peramalan adalah suatu prediksi untuk memperkirakan keadaan di masa mendatang dengan menggunakan data-data sebelumnya dan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien [2].

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan produksi kelapa sawit pada PT. Rezeki Kencana Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* dan *Pegels Exponential Smoothing* dan mengukur ketepatan penggunaan metode tersebut dengan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder yaitu data rekapitulasi produksi kelapa sawit bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2015.

Peramalan produksi kelapa sawit dengan *Winter's Exponential Smoothing* (WES) dan *Pegels Exponential Smoothing* (PES) dimulai dengan membuat pola data dengan cara memplotkan data secara grafis. Setelah data dibentuk, terlihat data berpola musiman *Multiplikatif*, maka selanjutnya ditentukan parameter penghalusan untuk WES yaitu α , β , dan γ . Kemudian, ditentukan parameter penghalusan untuk PES yaitu α dan θ dengan nilai antara 0 dan 1. Selanjutnya, dilakukan peramalan dengan *Winter's Exponential Smoothing* (WES) model *Multiplikatif* dan *Pegels Exponential Smoothing* (PES) musiman *Multiplikatif*. Setelah memperoleh nilai ramalan dari kedua metode tersebut kemudian dilakukan analisis terhadap ketepatan penggunaan kedua metode tersebut dengan MAPE. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dipilih metode peramalan terbaik dari kedua metode yang memberikan tingkat kesalahan terkecil. Selanjutnya, dilakukan peramalan dengan metode terbaik untuk meramalkan produksi kelapa sawit pada periode yang akan datang.

METODE *WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING*

Metode *Winter's Exponential Smoothing* didasarkan atas tiga persamaan *Smoothing* yaitu unsur stasioner, unsur *trend*, dan unsur musiman [2]. Metode *Winter's Exponential Smoothing* model *Aditif*

digunakan jika *plot* data asli menunjukkan fluktuasi musiman yang relatif stabil sedangkan model *Multiplikatif* digunakan jika *plot* data asli menunjukkan fluktuasi musiman terlihat berubah-ubah [3]. Sama halnya dengan *Exponential Smoothing* lainnya, dibutuhkan nilai awal komponen untuk memulai perhitungan pada *Winter's Exponential Smoothing*. Pada metode *Winter's Exponential Smoothing*, diperlukan nilai awal untuk penghalusan S_t dan indeks musiman I_t . Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim [4]. Nilai awal konstanta penghalusan didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama, sehingga:

$$S_L = \frac{1}{L}(x_1 + x_2 + \dots + x_k) \quad (1)$$

Untuk menginisialisasi *trend*, lebih baik menggunakan data lengkap selama dua musim (2 periode) sebagai berikut:

$$T_L = \frac{1}{k} \left(\frac{x_{L+1} - x_1}{L} + \frac{x_{L+2} - x_2}{L} + \dots + \frac{x_{L+k} - x_k}{L} \right) \quad (2)$$

Kemudian didapatkan nilai inisialisasi indeks musiman untuk model *Aditif* dan model *Multiplikatif* sebagai berikut:

$$I_1 = x_1 - S_L, I_2 = x_2 - S_L, \dots, I_k = x_k - S_L \quad (3)$$

$$I_1 = \frac{x_1}{S_L}, I_2 = \frac{x_2}{S_L}, \dots, I_k = \frac{x_k}{S_L} \quad (4)$$

Persamaan yang digunakan dalam *Winter's Exponential Smoothing* dengan model *Aditif* ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut :

1. *Exponential Smoothing* data asli

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

2. Pemulusan pola *Trend*

$$T_t = \beta(S_{t-1} - S_t) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (6)$$

3. Pemulusan pola *Musiman*

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1-\gamma)I_{t-L} \quad (7)$$

4. Ramalan m periode kedepan

$$F_{t+m} = S_t + mT_t + I_{t-L+m} \quad (8)$$

Persamaan yang digunakan dalam *Winter's Exponential Smoothing* dengan model *Multiplikatif* ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut :

5. *Exponential Smoothing* data asli

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (9)$$

6. Pemulusan pola *Trend*

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (10)$$

7. Pemulusan pola *Musiman*

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1-\gamma)I_{t-L} \quad (11)$$

8. Ramalan m periode kedepan

$$F_{t+m} = (S_t + mT_t)I_{t-L+m} \quad (12)$$

dimana F_{t+m} adalah nilai peramalan untuk m periode ke depan, S_t adalah nilai *exponential smoothing* pada waktu ke- t , α adalah konstanta pemulusan untuk data asli, T_t adalah nilai pemulusan *trend* pada waktu ke- t , β adalah konstanta pemulusan *trend*, I_t adalah nilai pemulusan *musiman* pada waktu

ke- t , γ adalah konstanta pemulusan musiman, X_t adalah data aktual pada waktu ke- t , m adalah jumlah periode ke depan yang akan diramalkan, L adalah panjang musiman, dan t adalah waktu.

METODE PEGELS EXPONENTIAL SMOOTHING

Metode *Pegels Exponential Smoothing* membantu dalam menyelesaikan berbagai kemungkinan model yang akan ditemui dalam kasus-kasus peramalan. Terdapat sembilan kemungkinan model peramalan yang kesemuanya mempunyai persamaan *Exponential Smoothing* yang berbeda-beda untuk tiap model. Metode ini terdiri atas dua model yaitu model *Aditif* dan model *Multiplikatif*. Model *Multiplikatif* digunakan apabila *plot* data asli menunjukkan fluktuasi *trend* dan musiman terlihat berubah-ubah. Sedangkan model *Aditif* dilakukan jika *plot* data asli menunjukkan fluktuasi *trend* dan musiman yang relatif stabil [3].

Persamaan yang digunakan dalam implementasi *Pegels Exponential smoothing* ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$S_t = \alpha P + (1 - \alpha)Q \tag{13}$$

Nilai P dan Q berubah-ubah menurut sel tempat dimana nilai pemulusan S_t ini berada [1]. Tabel 1 berikut menunjukkan nilai P dan Q yang sesuai, dengan komponen *trend Aditif* A_t , komponen *trend Multiplikatif* B_t , komponen musiman *Aditif* C_t , dan komponen musiman *Multiplikatif* D_t .

Tabel 1. Simbol yang digunakan pada Persamaan 13

		Komponen Musiman		
		1 (tidak ada)	2 (aditif)	3 (multiplikatif)
Komponen Trend	A (tidak ada)	$P = X_t$ $Q = S_{t-1}$	$P = X_t - C_{t-L}$ $Q = S_{t-1}$	$P = X_t / D_{t-L}$ $Q = S_{t-1}$
	B (aditif)	$P = X_t$ $Q = S_{t-1} + A_{t-1}$	$P = X_t - C_{t-L}$ $Q = S_{t-1} + A_{t-1}$	$P = X_t / D_{t-L}$ $Q = S_{t-1} + A_{t-1}$
	C (multiplikatif)	$P = X_t$ $Q = S_{t-1}B_{t-1}$	$P = X_t - C_{t-L}$ $Q = S_{t-1}B_{t-1}$	$P = X_t / D_{t-L}$ $Q = S_{t-1}B_{t-1}$

dimana X_t adalah data aktual, S_t adalah data pemulusan, $A_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)A_{t-1}$ adalah rumus yang digunakan untuk mencari *trend Aditif*, $B_t = \gamma(S_t / S_{t-1}) + (1 - \gamma)B_{t-1}$ adalah rumus yang digunakan untuk mencari *trend Multiplikatif*, $C_t = \delta(X_t - S_t) + (1 - \delta)C_{t-L}$ adalah rumus yang digunakan untuk mencari musiman *Aditif*, $D_t = \theta(X_t / S_t) + (1 - \theta)D_{t-L}$ adalah rumus yang digunakan untuk mencari musiman *Multiplikatif*, L adalah panjang musiman, dan $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, dan θ adalah parameter-parameter dengan nilai antara 0 dan 1.

Rumus untuk membuat ramalan m periode kedepan dengan menggunakan *Pegels Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Peramalan m periode ke depan dengan menggunakan *Pegels Exponential Smoothing*

		Komponen Musiman		
		1 (tidak ada)	2 (aditif)	3 (multiplikatif)
Komponen Trend	A (tidak ada)	S_t	$S_t + C_{t-L+m}$	$S_t D_{t-L+m}$
	B (aditif)	$S_t + mA_t$	$S_t + mA_t + C_{t-L+m}$	$(S_t + mA_t) D_{t-L+m}$
	C (multiplikatif)	$S_t B_t^m$	$S_t B_t^m + C_{t-L+m}$	$S_t D_{t-L+m} B_t^m$

Untuk menginisialisasi metode *Pegels Exponential Smoothing* dengan musiman *Multiplikatif* diperlukan nilai awal untuk penghalusan S_t dan indeks musiman D_t . Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim [3]. Nilai awal konstanta *Smoothing* didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama seperti pada Persamaan 1. Kemudian, didapatkan nilai inisialisasi indeks musiman dengan menggunakan rasio dari data tahun pertama dengan rata-rata data tahun kedua seperti pada Persamaan 4.

Exponential Smoothing musiman *Multiplikatif* :

$$P = \frac{X_t}{D_{t-L}} \quad (14)$$

$$Q = S_{t-1} \quad (15)$$

$$D_t = \theta(X_t / S_{t-1}) + (1 - \theta)D_{t-L} \quad (16)$$

Ramalan m periode ke depan

$$F_{t+m} = S_t D_{t-L+m} \quad (17)$$

dimana F_{t+m} adalah nilai peramalan untuk m periode ke depan, S_t adalah nilai *exponential smoothing* pada waktu ke- t , X_t adalah data aktual pada waktu ke- t , D_t adalah nilai pemulusan musiman pada waktu ke- t , α adalah konstanta pemulusan untuk data asli, θ adalah konstanta pemulusan untuk pola musiman, m adalah jumlah periode ke depan yang akan diramalkan, L adalah panjang musiman, k adalah $1, 2, \dots, L$ sepanjang musiman, dan t adalah waktu.

UKURAN KETEPATAN METODE PERAMALAN

Metode-metode peramalan yang ada belum tentu cocok untuk setiap data, karena tidak ada suatu metode peramalan yang paling cocok digunakan untuk membuat peramalan. Suatu metode peramalan mungkin sangat cocok untuk membuat peramalan mengenai sesuatu hal tetapi tidak cocok untuk membuat peramalan hal yang lain [5]. Oleh karena itu, setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati tepat. Meskipun suatu jumlah kesalahan peramalan tidak dapat dihindari, namun tujuan peramalan agar kesalahan peramalan dapat diminimalisir.

Mean Absolute Percent Error (MAPE) merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan [6]. MAPE adalah cara yang paling akurat untuk menghitung *error*, karena menyatakan persentase kesalahan hasil ramalan terhadap keadaan aktual selama periode tertentu yang memberikan informasi persentase terlalu tinggi atau terlalu rendah. Suatu metode mempunyai kemampuan peramalan sangat baik jika nilai MAPE berada dibawah 10%, dan mempunyai kemampuan peramalan baik jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20% [7].

$$MAPE = \frac{1}{z} \sum_{t=1}^z \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (18)$$

dimana X_t adalah data aktual pada waktu ke- t , F_t adalah hasil peramalan pada waktu ke- t , z adalah banyaknya data *error*, dan t adalah waktu.

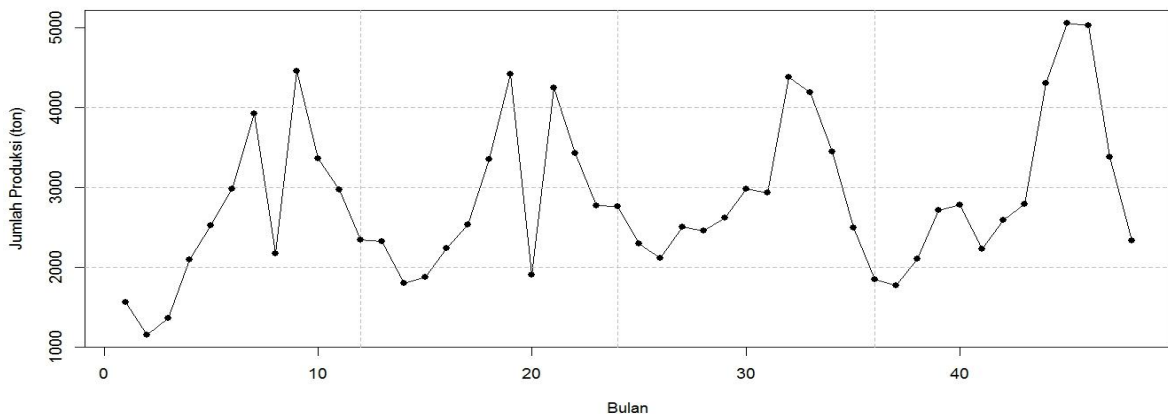
IDENTIFIKASI DATA

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data rekapitulasi produksi kelapa sawit PT. Rezeki Kencana bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2015. Perusahaan ini merupakan perusahaan milik swasta yang mengelola kebun inti dan pabrik kelapa sawit yang berlokasi di Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya. Data produksi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Data Rekapitulasi Produksi Kelapa Sawit

Bulan	Tahun			
	2012	2013	2014	2015
Januari	1.562	2.322	2.291	1.775
Februari	1.155	1.796	2.109	2.099
Maret	1.365	1.878	2.509	2.717
April	2.095	2.236	2.452	2.779
Mei	2.521	2.530	2.615	2.231
Juni	2.983	3.350	2.983	2.586
Juli	3.926	4.414	2.934	2.786
Agustus	2.168	1.903	4.383	4.304
September	4.452	4.247	4.192	5.057
Oktober	3.358	3.430	3.447	5.025
November	2.972	2.772	2.494	3.375
Desember	2.344	2.761	1.843	2.331

Data Produksi kelapa sawit pada Tabel 3 akan ditentukan pola data yang mempengaruhinya dengan membuat *plot* data menggunakan program *R*. Selanjutnya, pola data yang telah ditentukan digunakan untuk memilih metode peramalan yang cocok digunakan untuk meramalkan data tersebut.



Gambar 1. Plot Produksi Kelapa Sawit

Pada Gambar 1 terlihat bahwa pola data menunjukkan fluktuasi produksi kelapa sawit. Pada 12 bulan awal terjadi kenaikan pada bulan Juli dan September. Kemudian, setelah itu mengalami penurunan, hal ini terulang untuk bulan Juli dan September tahun berikutnya. Akan tetapi polanya tidak selalu teratur atau bervariasi, sehingga pola data tersebut dikatakan musiman *Multiplikatif*. Karena data berpola

musiman *Multiplikatif* maka metode yang tepat digunakan untuk meramalkan data pada Tabel 3 adalah metode *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif* dan *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif*.

PERAMALAN DENGAN METODE WES MODEL MULTIPLIKATIF

Dalam model *Multiplikatif*, langkah pertama untuk mencari nilai ramalan perlu ditentukan nilai awal terlebih dahulu. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai awal yaitu Persamaan 1, Persamaan 2, dan Persamaan 4 dengan hasil sebagai berikut:

$$S_{12} = \frac{1}{12}(1.562 + 1.155 + \dots + 2.344) = \frac{1}{12}(30.902) = 2.575$$

$$T_L = \frac{1}{12} \left(\frac{2.322 - 1.562}{12} + \frac{1.796 - 1.155}{12} + \dots + \frac{2.761 - 2.344}{12} \right) = \frac{1}{12}(63,33 + 53,42 + \dots + 34,75) = 19,01$$

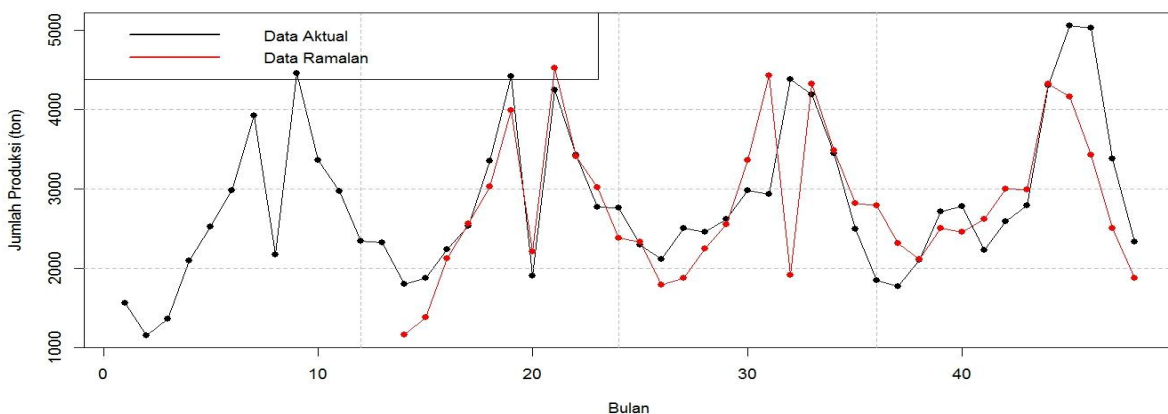
$$I_1 = \frac{x_1}{S_{12}} = \frac{1.562}{2.575} = 0,61$$

$$I_2 = \frac{x_2}{S_{12}} = \frac{1.155}{2.575} = 0,45$$

⋮

$$I_{12} = \frac{x_{12}}{S_{12}} = \frac{2.344}{2.575} = 0,91$$

Setelah didapat nilai awal, dengan menggunakan *solver* pada *Microsoft Excel*, diperoleh parameter yang dapat meminimumkan nilai *error* yaitu $\alpha = 0,015$, $\beta = 0,012$ dan $\gamma = 0,99$, sehingga diperoleh *plot* nilai aktual produksi kelapa sawit dengan nilai hasil peramalan produksi kelapa sawit sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik perbandingan data aktual dan hasil peramalan WES $\alpha = 0,015$, $\beta = 0,012$ dan $\gamma = 0,99$

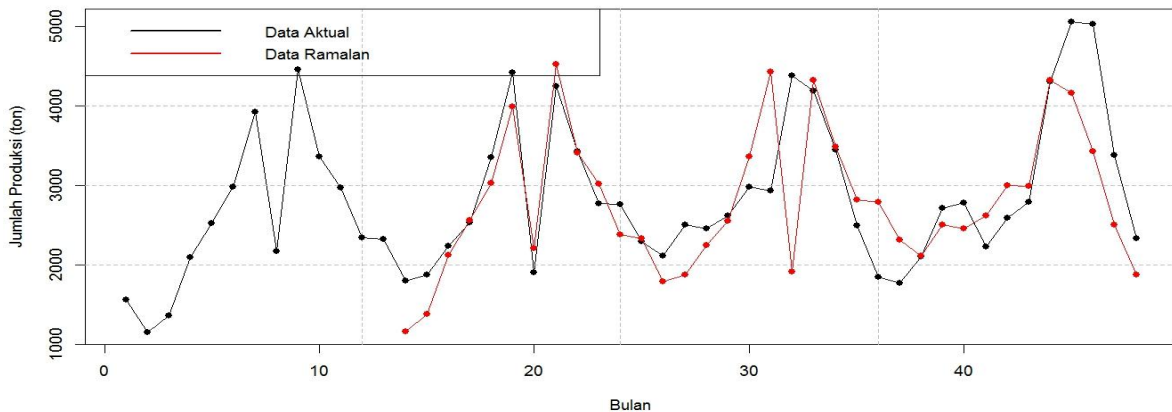
PERAMALAN DENGAN METODE PES MUSIMAN MULTIPLIKATIF

Sama halnya dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif*, metode *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* juga diperlukan pencarian nilai awal terlebih dahulu. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai awal yaitu Persamaan 1 dan Persamaan 4 dengan hasil berikut ini:

$$S_{12} = \frac{1}{12}(1.562 + 1.155 + \dots + 2.344) = \frac{1}{12}(30.902) = 2.575$$

$$D_1 = \frac{x_1}{S_{12}} = \frac{1.562}{2.575} = 0,61 \quad \dots \quad D_{12} = \frac{x_{12}}{S_{12}} = \frac{2.344}{2.575} = 0,91$$

Setelah didapat nilai awal, dengan menggunakan *solver* pada *Microsoft Excel*, diperoleh parameter yang dapat meminimumkan kesalahan yaitu, $\alpha = 0,01$ dan $\theta = 0,96$. Sehingga diperoleh *plot* nilai aktual produksi kelapa sawit dengan nilai hasil peramalan produksi kelapa sawit sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik perbandingan data aktual dan hasil peramalan PES $\alpha = 0,01$ dan $\theta = 0,96$

UKURAN KETEPATAN NILAI PERAMALAN

Alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan ramalan yang dilakukan dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif* dan *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* adalah *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). Metode yang lebih tepat digunakan untuk meramalkan produksi kelapa sawit adalah metode yang menghasilkan MAPE terkecil untuk memperkecil tingkat kesalahan peramalan. Hasil perhitungan nilai MAPE untuk masing-masing metode disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

No	Metode	MAPE
1	WES model <i>Multiplikatif</i>	18%
2	PES musiman <i>Multiplikatif</i>	15,46%

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan, metode peramalan nilai MAPE pada *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* lebih kecil dari pada *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif*. Sehingga, metode *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* dapat digunakan untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit untuk Januari 2016 sampai dengan Desember 2016. Peramalan (*forecasting*) untuk tahun 2016 dapat menggunakan Persamaan (17) dengan data bulan sebelumnya. Berikut adalah peramalan jumlah produksi kelapa sawit untuk tahun 2016.

Bulan	Hasil Ramalan	Bulan	Hasil Ramalan
Januari	1.808	Juli	2.826
Februari	2.123	Agustus	4.359
Maret	2.741	September	5.093
April	2.798	Oktober	5.027
Mei	2.264	November	3.367
Juni	2.627	Desember	2.322

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif* dapat digunakan untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit PT. Rezeki Kencana dengan parameter $\alpha = 0,015$, $\beta = 0,012$ dan $\gamma = 0,99$. Sedangkan, metode *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* juga dapat digunakan untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit PT. Rezeki Kencana dengan parameter $\alpha = 0,01$ dan $\theta = 0,96$.
2. Analisis dengan *Winter's Exponential Smoothing* model *Multiplikatif* menghasilkan nilai MAPE sebesar 18%. Sedangkan *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* menghasilkan nilai MAPE sebesar 15,46%. Berdasarkan ketepatan penggunaan metode peramalan dengan MAPE dapat diketahui bahwa kedua metode tersebut mempunyai kemampuan ramalan yang baik karena menghasilkan nilai MAPE dibawah 20%, akan tetapi metode yang lebih tepat untuk meramalkan produksi kelapa sawit PT. Rezeki Kencana adalah metode *Pegels Exponential Smoothing* musiman *Multiplikatif* dengan parameter $\alpha = 0,01$ dan $\theta = 0,96$ karena menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Rezeki Kencana yang bersedia memberikan data produksi bulanan kelapa sawit dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2015 untuk dianalisis pada penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Parlindungan, Gunawan, I. & Juliani, I. Faktor-faktor yang mempengaruhi Tandan Buah Segar Kelapa Sawit pada PT. Hutahaean Dalu-Dalu Kabupaten Rokan Hulu Riau. *Jurnal Penelitian Sungkai*. 2012; 1(1): 15-21.
- [2]. Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E.. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid I*. Edisi Kedua. [U. S. Andriyanto & A. Basith trans]. Jakarta: Erlangga; 1999.
- [3]. Rosadi, D. *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: ANDI; 2011.
- [4]. Padang, E., Tarigan, G. & Sinulingga, U. Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Medan-Rantau Prapat dengan Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters. *Jurnal Sainia Matematika*. 2013; 1(2): 161-174.
- [5]. Subagyo, Pangestu. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yoyakarta: BPFE; 1986.
- [6]. Sungkawa, I. & Megasari, R.T. Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT. Satriamandiri Citramulia. *Jurnal Matematika dan Statistik*. 2011; 2(2): 636-645.
- [7]. Halimi, R., Anggraeni, W. & Tyasnurita, R. Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik Pomits*. 2013; 1(1): 1-6.

MUTIARA NURISMA R. : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak,
mutiararahmadhani13@gmail.com

EVY SULISTIANINGSIH : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak,
evysulistianingsih@math.untan.ac.id

HENDRA PERDANA : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak,
hendra.perdana@math.untan.ac.id