

## ANALISIS METODE HOLT-WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM PREDIKSI EKSPOR KOMODITAS UTAMA 3 DIJIT SITC

Medi Hermanto Tinambunan<sup>1</sup>, Sri Wahyuni<sup>2</sup>

1) Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

2) Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Dharmawangsa

\* E-mail: [1meditinambunan@unima.ac.id](mailto:1meditinambunan@unima.ac.id), [2sriwahyuni15jun@dharmawangsa.ac.id](mailto:2sriwahyuni15jun@dharmawangsa.ac.id)

**ABSTRAK-** Ekspor merupakan kegiatan yang dilakukan oleh setiap negara untuk meningkatkan perekonomian salah satunya adalah Indonesia, pada 2018 Indonesia tercatat sebagai negara dengan penyumbang Getah karet mentah sebesar 26% dari seluruh dunia, penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi terhadap Ekspor Komoditi dimasa yang akan datang dengan menggunakan data yang sudah ada di tahun 2020 sampai 2021, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk menjaga kestabilan Ekspor Komoditi Utama 3 Dijit SITC dengan jenis barang Getah Karet Alami. Metode yang digunakan dalam melakukan prediksi yaitu Holt-Wintes Eksponensial Smoothing, metode ini adalah salah satu metode yang digunakan dalam melakukan prediksi data time series, terdapat beberapa variabel yang digunakan antara lain yaitu trend dan musim. Dari hasil prediksi metode Holt-Winters Eksponensial Smoothing didapatkan hasil akurasi yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 0,44%

**Keyword :** *Holt Winter Eksponensial Smoothing, Akurasi, Prediksi, MAPE*

**ABSTRACT** - Export is an activity carried out by every country to improve the economy, one of which is Indonesia, in 2018 Indonesia was listed as a country with a contributor of 26% of raw rubber sap from all over the world, this study aims to predict future Commodity Exports using existing data from 2020 to 2021, the results of this study are expected to be used to maintain the stability of SITC 3 Dijit Main Commodity Exports with the type of Natural Rubber Sap goods. The method used in making predictions is Holt-Wintes Exponential Smoothing, this method is one of the methods used in predicting time series data, there are several variables used including trends and seasons. From the prediction results of the Holt-Winters Exponential Smoothing method, the accuracy results are very good with a MAPE value of 0.44%.

**Keywords:** *Holt Winter Exponential Smoothing, Accuracy, Prediction, MAPE*

### PENDAHULUAN

Ekspor Komoditi Utama 3 Dijit SITC merupakan ekspor barang berdasarkan kelompok produk yang didasarkan tidak hanya pada sifat material atau fisik produk, akan

tetapi juga berdasarkan langkah atau tahapan pengolahan serta manfaat ekonomi dari produk dalam tujuan untuk membantu meningkatkan ekonomi. Dalam penelitian ini yang dibahas mengenai salah satu komoditi utama 3 Diji SITC yaitu getah karet alam. Getah karet alam merupakan sebuah bahan polimer yang ada pada alam yang dapat diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis* atau tanaman Guayule. Proses vulkanisasi pertama kali diperkenalkan tahun 1839, karet alam sudah dimanfaatkan oleh Masyarakat luas dalam berbagai kegunaan yaitu; ban, alas sepatu atau sandal, peralatan dapur dan masih banyak lagi. Saat ini Indonesia merupakan salah satu negara produsen karet alam terbesar dunia dengan sumbangan produksi sebesar 3,77 juta ton ditahun 2018 atau dapat dikatakan 26% dari total produksi karet dunia (Firdaus et al., n.d.). Saat ini Indonesia memiliki banyak kelompok kecil pada setiap daerah untuk menjadi rumah bagi industry karet.

Pemerintah terus memberikan dukungan terhadap pabrik industri pada setiap wilayah hal ini tentunya berpotensi untuk memberikan dorongan agar bertumbuhnya industri dan hilirisasi karet (Husaini et al., n.d.). Karet merupakan salah satu hasil pertanian Indonesia dan menjadikan Indonesia menjadi komoditi terbesar dengan menyumbang 75% dari keseluruhan produksi karet dunia pada tahun 2015. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS pada tahun 2019 petani di Provinsi Sumatera Utara mampu menghasilkan karet sebanyak 530343 ton. Hal ini tentunya sangat perlu diperhatikan dan dikembangkan agar para petani karet dapat terjamin kesejahteraannya dengan bantuan pemerintah untuk meningkatkan komoditas ekspor getah karet alam. Kegiatan ekspor merupakan penjualan barang atau produk keluar negeri. Hal ini tentunya akan mampu mempercepat pertumbuhan ekonomi suatu daerah, tidak hanya sebatas ekonomi, dampak yang dihasilkan cukup luas antara lain, semakin meningkatnya pertumbuhan industri dan tentunya menurunkan tingkat pengangguran. Dalam melakukan aktivitas ekspor tentunya perlu dilakukan prediksi jumlah agar tidak terjadi perbedaan kebutuhan dan produksi yang sangat jauh sehingga proses ekspor tetap dapat berjalan dengan stabil (Kertayuga et al., 2021). Dalam penelitian ini akan dilakukan prediksi ekspor komoditi utama getah karet alam menggunakan metode Holt Winter Eksponensial Smoothing, untuk menguji tingkat akurasi antara data actual dengan hasil forecasting digunakan metode Mean

Absolute Percentage Error (MAPE). Data yang digunakan dalam perhitungan menggunakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara.

## KAJIAN TEORI

Exponential smoothing atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Penghalusan Eksponensial adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang memberikan bobot secara eksponensial atau bertingkat pada data-data terbarunya sehingga data-data terbaru tersebut akan mendapatkan bobot yang lebih besar. Dengan kata lain, semakin baru atau semakin kini datanya, semakin besar pula bobotnya. Hal ini dikarenakan data yang terbaru dianggap lebih relevan sehingga diberikan bobot yang lebih besar. Parameter penghalusan (*smoothing*) biasanya dilambangkan dengan  $\alpha$  (*alpha*).

Menurut Render dan Heizer (2005), Penghalusan exponential adalah *teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana data diberi bobot oleh sebuah fungsi exponential*. Menurut Trihendradi (2005), analisis exponential smoothing merupakan *salah satu analisis deret waktu, dan merupakan metode peramalan dengan memberi nilai pembobot pada serangkaian pengamatan sebelumnya untuk memprediksi nilai masa depan*. Menurut T. Hani Handoko (2011), *Exponential Smoothing adalah suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak*.

### Peramalan dengan Exponential Smoothing (Penghalusan Eksponensial)

Metode Peramalan Exponential Smoothing atau Penghalusan eksponensial (Penghalusan bertingkat) ini banyak digunakan untuk meramalkan permintaan barang (demand) yang perubahannya sangat cepat. Cara Menghitung Exponential Smoothing Peramalan dengan Exponential Smoothing atau Metode Penghalusan Eksponensial ini cukup mudah, yaitu dengan memasukan prakiraan permintaan sekarang dengan data permintaan nyata atau data permintaan aktual ke dalam rumus Exponential Smoothing. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung exponential smoothing :

*Rumus Exponential Smoothing (Penghalusan Eksponensial)*

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - F_{t-1})$$

Dimana :

$F_t$  = Prakiraan Permintaan sekarang

$F_{t-1}$  = Prakiraan Permintaan yang lalu

$\alpha$  = Konstanta Eksponensial

$D_{t-1}$  = Permintaan Nyata

**Metode Exponential Smoothing**

Pemulusan metode (*exponential smoothing*) adalah suatu metode prakiraan rata – rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai obsevasi yang lebih tua [16]. Metode Single Exponential Smoothing Metode *single exponential smoothing* digunakan jika data tidak memiliki komponen musiman dan *trend*. Misalkan dimiliki sampel data deret waktu  $y_1, y_2, \dots, y_t$ , yang tidak memiliki komponen trend dan musiman, dan diinginkan nilai ramalan untuk k waktu ke depan (*lead time*) [6]. Rumus untuk *smoothing* level adalah sebagai berikut [17]:

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$$

Keterangan :

$S_t$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t$ ,

$\alpha$  menyatakan pembobot *smoothing* level ( $0 < \alpha < 1$ ),

$y_t$  menyatakan data ke  $t$ ,

$S_{t-1}$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t - 1$ .

**Metode Double Exponential Smoothing**

Jika mengandung komponen *trend* tetapi tidak mengandung komponen musiman, maka harus digunakan metode *double exponential smoothing*, yaitu metode

*exponential smoothing* dengan dua kali pembobotan [6]. Misalkan  $y_1, y_2, \dots, y_t$  sampel data deret waktu bulanan tanpa komponen musiman.

Rumus untuk *smoothing* level adalah sebagai berikut [6]:

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}).$$

Rumus untuk *smoothing* pola *trend* adalah sebagai berikut:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} .$$

Keterangan :

$y_t$  menyatakan data ke  $t$ ,

$S_t$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke- $t$ ,

$\alpha$  menyatakan pembobot *smoothing* level ( $0 < \alpha < 1$ ),

$\beta$  menyatakan pembobot *smoothing* pola *trend* ( $0 < \beta < 1$ ),

$b_t$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada tahun ke- $t$ ,

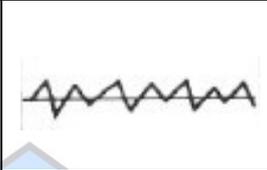
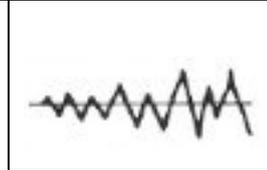
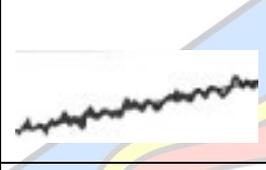
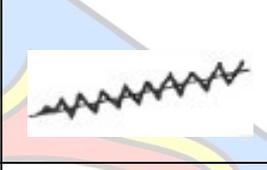
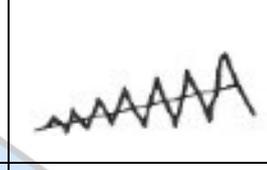
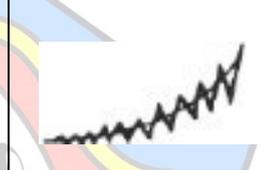
$S_{t-1}$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t - 1$ ,

$b_{t-1}$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada bulan ke- $t$ .

#### Metode Exponential Smoothing Holt – Winters

Metode prakiraan Holt – Winters merupakan gabungan dari metode Holt dan metode Winters, digunakan untuk peramalan jika data memiliki komponen *trend* dan musiman. *Exponential smoothing holt – winters* dapat digunakan untuk data yang nonstasioner [6]. Metode ini juga merupakan *exponential smoothing* dengan tiga kali pembobotan. Pembobot pada *exponential smoothing holt – winters* adalah  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  di mana digunakan nilai parameter  $\alpha$  sebagai parameter dalam *smoothing* keseluruhan dari data, sedangkan  $\beta$  merupakan parameter untuk *smoothing trend* dan  $\gamma$  merupakan parameter untuk komponen musiman [1]. Nilai  $\alpha, \beta$ , dan  $\gamma$  berada diantara 0 sampai dengan 1 yang ditentukan dengan nilai akurasi prakiraan terkecil karena semakin kecil nilai akurasi prakiraan maka prakiraan akan semakin baik.

**Tabel 1** : Bentuk Plot *Exponential Smoothing*

	Tanpa Pengaruh Musiman	Musiman Aditif	Musiman Multiplikatif
Tanpa Pengaruh Trend			
Trend Aditif			
Trend Multiplikatif			

Berdasarkan Tabel 1, jika data tidak mengandung *trend* dan musiman maka dapat digunakan metode *single exponential smoothing*. Jika data mengandung *trend* aditif atau *trend* multiplikatif tetapi tidak mengandung musiman maka dapat digunakan metode *double exponential smoothing*. Selanjutnya jika data mengandung *trend* aditif atau multiplikatif dan mengandung musiman aditif atau multiplikatif maka dapat digunakan metode *exponential smoothing holt winters*.

**Model Holt – Winters Aditif**

Pada model musiman aditif, fluktuasi musiman dari data terlihat stabil, tidak tergantung kepada rata – rata dari data[1]. Pada Tabel 2.1 dapat dilihat untuk musiman aditif pola musiman tidak tergantung pada level atau rata – rata sehingga bersifat konstan.

Rumus untuk *smoothing* level adalah sebagai berikut[1]:

$$S_t = \alpha(y_t - I_{t-l}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}).$$

Rumus untuk *smoothing* pola *trend* adalah sebagai berikut:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}.$$

Rumus untuk *smoothing* pola musiman adalah sebagai berikut:

$$I_t = \gamma(y_t - S_t) + (1 - \gamma) I_{t-l}.$$

Langkah terakhir adalah prakiraan data pada periode  $n$  yang akan datang dengan rumus sebagai berikut [27]:

$$F_{t+n} = S_t + nb_t + I_{t-l+[(n-1) \bmod l]+1}.$$

Keterangan :

$\gamma$  menyatakan pembobot *smoothing* pola musiman ( $0 < \gamma < 1$ ),

$y_t$  menyatakan data ke  $t$ ,

$F_t$  menyatakan nilai yang ingin diprakirakan,

$S_t$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t$ ,

$n$  menyatakan periode waktu yang akan diprakirakan,

$b_t$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada tahun ke  $t$ ,

$I_t$  menyatakan *smoothing* pola musiman,

$l$  menyatakan panjang musiman ( $l = 3, l = 4, l = 6$  atau  $l=12$ ),

$\alpha$  menyatakan pembobot *smoothing* level ( $0 < \alpha < 1$ ),

$S_{t-1}$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t-1$ ,

$b_{t-1}$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada bulan ke  $t$ ,

$\beta$  menyatakan pembobot *smoothing* pola *trend* ( $0 < \beta < 1$ ).

### Model Holt – Winters Multiplikatif

Pada model multiplikatif, amplitudo dari fluktuasi musiman terlihat berubah – ubah, tergantung kepada rata – rata dari data [1]. Pada Tabel 2.1 dapat dilihat untuk musiman multiplikatif pola musiman tergantung pada level atau rata – rata, dapat dikatakan bahwa pola musiman membesar dengan mengikuti ukuran data.

Langkah terakhir adalah prakiraan data pada periode  $n$  yang akan datang dengan

rumus sebagai berikut:

$$F_{t+n} = (S_t + nb_t)I_{t-l+[(n-1) \bmod l]+1}$$

Keterangan :

$\gamma$  menyatakan pembobot *smoothing* pola musiman ( $0 < \gamma < 1$ ),

$y_t$  menyatakan data ke  $t$ ,

$F_t$  menyatakan nilai yang ingin diprakirakan,

$S_t$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke- $t$ ,

$n$  menyatakan periode waktu yang akan diprakirakan,

$b_t$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada tahun ke- $t$ ,

$I_t$  menyatakan *smoothing* pola musiman,

$l$  menyatakan panjang musiman ( $l = 3, l = 4, l = 6$  atau  $l = 12$ ),

$\alpha$  menyatakan pembobot *smoothing* level ( $0 < \alpha < 1$ ),

$S_{t-1}$  menyatakan *smoothing* level pada tahun ke  $t - 1$ ,

$b_{t-1}$  menyatakan *smoothing* pola *trend* pada bulan ke- $t$ ,

$\beta$  menyatakan pembobot *smoothing* pola *trend* ( $0 < \beta < 1$ ).

### Proses Inisialisasi

Proses inisialisasi adalah penentuan nilai awal dari suatu prakiraan pada metode *exponential smoothing holt – winters*.

Rumus untuk penentuan nilai awal pada *smoothing* level sebagai berikut :

$$S = \frac{1}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n)$$

Dan rumus untuk penentuan nilai awal pada *smoothing* pola *trend* adalah sebagai berikut:

$$y_{l+1} - y_1 = \frac{y_{l+2} - y_2}{2} = \dots = \frac{y_{l+l} - y_l}{l}$$

Dan rumus untuk penentuan nilai awal pada *smoothing* pola musiman model Aditif adalah sebagai berikut:

$$I_k = (y_k - S_t).$$

### Algoritma Exponential Smoothing Holt Winters

#### Algoritma Exponential Smoothing Holt Winters Model Aditif

Tahapan atau algoritma untuk *exponential smoothing holtwinters* model aditif, sebagai berikut:

1. Menentukan nilai awal dari *exponential smoothing holtwinters* model aditif
2. Memilih parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dengan melihat nilai error terkecil dan parameter berada pada 0 sampai 1.
3. Lakukan perhitungan untuk mencari nilai *smoothing* keseluruhan, *trend*, dan musiman sampai tidak ada pengamatan  $Y_t$ .

$$S_t = \alpha(y_t - I_{t-l}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$I_t = \gamma(y_t - S_t) + (1 - \gamma) I_{t-1}$$

4. Lakukan perhitungan untuk melakukan prediksi pada beberapa bulan ke depan

$$F_{t+n} = S_t + nb_t + I_{t-l+[(n-1) \bmod l]+1}.$$

#### Algoritma Exponential Smoothing Holt Winters Model Multiplikatif

Tahapan atau algoritma untuk *exponential smoothing holtwinters* model multiplikatif, sebagai berikut:

5. Menentukan nilai awal dari *exponential smoothing holtwinters* model multiplikatif
6. Memilih parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dengan melihat nilai error terkecil dan parameter berada pada 0 sampai 1.
7. Lakukan perhitungan untuk mencari nilai *smoothing* keseluruhan, *trend*, dan musiman sampai tidak ada pengamatan  $Y_t$ .
8. Lakukan perhitungan untuk melakukan prediksi pada beberapa bulan ke depan

$$F_{t+n} = (S_t + nb_t)I_{t-l+[(n-1) \bmod l]+1}.$$

### Ukuran Akurasi Prakiraan

Akurasi prakiraan digunakan untuk melihat ketepatan ramalan. Semakin kecil nilai kesalahan maka semakin baik pula prakiraan yang dilakukan. Akurasi prakiraan dapat dicari dengan cara berikut [18]:

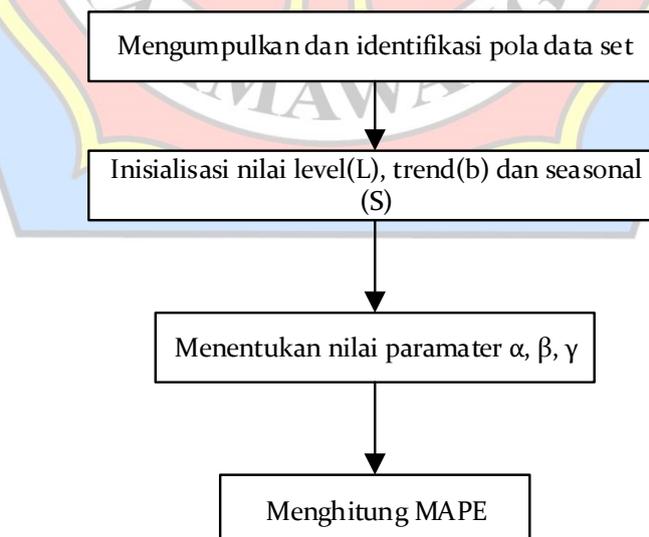
1. SSE (*Sum of Squared Error*) atau jumlah kesalahan kuadrat

$$SSE = \sum(Y_t - \hat{Y})^2.$$

2. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) atau rata – rata kesalahan presentase absolut

## METODE PENELITIAN

Untuk melakukan penelitian dalam bidang prediksi ekspor komoditi getah karet alam, tentunya dibutuhkan beberapa Langkah. Ada beberapa Langkah yang dilakukan yaitu melakukan pengumpulan data, inialisasi, menentukan nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ . Metode Holt Winters Exponensial Smoothing merupakan salah satu metode yang dapat mengolah data time series (Dewi & Listiowarni, n.d.) yaitu selalu memperhatikan factor trend serta memperhatikan factor musiman. Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan (Bertananda & Darma Setiawan, 2018);



Gambar 1. Tahapan pada Metode Holt-Winters Exponential Smoothing

Pada metode Holt-Winters Exponential Smoothing hal pertama yang perlu dilakukan untuk melakukan prediksi adalah mengumpulkan semua data yang dibutuhkan dalam hal ini data yang digunakan adalah ekspor komoditi utama jenis getah karet alam, selanjutnya dilakukan penentuan nilai awal dari variabel level, trend dan seasonal, kemudian dapat dilakukan prediksi pada data set (Ari Santosa et al., 2019). Prediksi dapat dilakukan hanya jika nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dilakukan perubahan hingga mendapatkan nilai prediksi yang baik, nilai ini dapat diambil secara acak dengan rentang nilai 0 sampai 1, untuk menguji tingkat akurasi prediksi nantinya dilakukan dengan MAPE, semakin kecil hasil yang didapatkan menggunakan Mean Absolute Percentage Error maka semakin bagus hasil prediksi yang dihasilkan (Bali Jalan Raya Puputan, 2018).

#### **Inisialisasi Nilai Level, Trend dan Seasonal**

Terdapat 3 variabel yang sangat penting dalam perhitungan metode Holt-Winters Exponential Smoothing dalam penelitian ini yang menjadi musiman adalah bulan, mulai dari januari sampai pada desember dengan nilai  $s=12$ , berikut ini adalah Langkah penyelesaian prediksi (Penelitian & Akuntansi, n.d.);

#### **Persamaan untuk inisialisasi nilai awal level ( $L_s$ )**

$$L_s = (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) / s \quad (1)$$

Dimana:

$L_s$ =inisialisasi level

$Y_s$ = jumlah ekspor komoditas ke -s

$s$ = periode data (s-12)

#### **Persamaan menentukan nilai awal trend ( $b_s$ )**

$$b_s = (Y_s + 1 - Y_1) / s \quad (2)$$

Dimana:

$L_s$ =inisialisasi trend

$Y_{s+1}$ = jumlah ekspor komoditas ke -s+1

$s$ = periode data (s-12)

#### **Persamaan untuk menentukan nilai awal indeks musiman dengan model multikatif**

**dan aditif**

$$S_p = Y_p / L_s \quad (3)$$

$$S_p = Y_p - L_s \quad (4)$$

Dimana:

$S_p$  = inisialisasi musim

$Y_p$  = jumlah ekspor komoditi ke -p

$P$  = periode pada tahun pertama ( $p=1,2,..12$ )

**Forecasting**

Setelah mendapatkan nilai awal dari sebuah level, trend dan musim, selanjutnya perlu melakukan prediksi terhadap jumlah eksport komoditi dengan jenis produk getah karet alam (Kusumawardani et al., n.d.). Sebelum melakukan prediksi maka perlu ditetapkan konstanta  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dimana  $\alpha$  bobot eksponensial dengan ( $0 < \alpha < 1$ ),  $\beta$  bobot kecenderungan dengan ( $0 < \beta < 1$ )  $\gamma$  bobot musiman dengan ( $0 < \gamma < 1$ ) (Rosalina et al., n.d.). Dalam melakukan prediksi terdapat dua model yaitu; Multiplikatif dan Aditif. Pada penelitian ini menggunakan persamaan sebagai berikut;

**Langkah pertama menghitung nilai eksponensial model multiplikatif dan model aditif**

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (6)$$

Dimana,

$L_t$  = level tahun ke-t

$L_{t-1}$  = Level tahun ke - t-1

$b_{t-1}$  = Trend tahun ke t-1

$Y_t$  = Jumlah komoditi ekspor getah karet alam ke t

$\alpha$  = konstanta bobot level ( $0 < \alpha < 1$ )

$S_t$  = musim pada tahun ke -t

$S$  = total musim ( $s=12$ )

**Langkah kedua menghitung unsur kecenderungan atau trend dengan model multiplikatif atau model aditif**

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

Dimana:

$b_t$  = trend tahun ke -t

$L_t$  = level tahun ke -t

$L_{t-1}$  = level tahun ke -t-1

$b_{t-1}$  = trend tahun ke -t-1

$\beta$  = konstanta bobot tren ( $0 < \beta < 1$ )

$t$  = periode musim

**Langkah ketiga menghitung bobot musim dengan dengan model multiplikatif atau model aditif**

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (8)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (9)$$

Dimana:

$S_t$  = musim pada tahun ke t

$Y_t$  = Jumlah ekspor komoditi ke -t

$L_t$  = Bobot eksponensial tahun ke -t

$\gamma$  = konstanta bobot musim ( $0 < \gamma < 1$ )

$S_{t-s}$  = Faktor Musiman

$t$  = periode musiman

$s$  = total musim ( $s=12$ )

Langkah keempat Melakukan prediksi (forecasting) jumlah ekspor komoditi getah karet alami dengan menggunakan persamaan model multiplikatif dan model aditif

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (10)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (11)$$

Dimana:

$F_{t+m}$  = hasil prediksi ke t+m

$L_t$  = bobot eksponensial tahun ke -t

$S_{t-s}$  = factor musiman

$t$  = periode musiman

$s$  = panjang musiman ( $s=12$ )

$m$  = periode waktu yang diprediksi

### Mean Absolute Percentage Error

Untuk mendapatkan hasil paling akurat maka perlu dilakukan perhitungan nilai persentasi error, semakin sedikit hasil error yang didapatkan maka semakin baik kinerja metode tersebut dalam melakukan prediksi, berikut ini adalah rumus yang digunakan dalam prediksi MAPE (Bagoes & Junianto, 2017);

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\%$$

Dimana:

$n$  = jumlah data set

$Y_t$  = Jumlah ekspor komoditi ke - $t$

$\hat{Y}_t$  = Hasil prediksi ke - $t$

$t$  = Periode musiman tahun pertama ( $t=1,2,3 \dots n$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data set yang digunakan bersumber dari Badan Pusat Statistik dengan jenis barang Getah Karet Alam, data yang diambil adalah Ekspor Sumatera Utara menurut Komoditi Utama 3 Digit SITC dengan periode waktu 2020 sampai 2021 dengan jumlah data sebanyak 24, data set tersebut akan dilakukan perhitungan menggunakan metode Holt-Winters Exponensial Smoothing untuk mendapatkan hasil prediksi pada tahun 2022, selanjutnya data hasil prediksi menggunakan Holt-Winters Ekspensial Smoothing dilakukan perbandingan dengan data fakta yang sudah ada di Badan Pusat Statistik Sumatera Utara kemudian dilakukan perhitungan akurasi prediksi dengan menggunakan Mean Absolute Percentage Error. Berikut ini adalah data set yang digunakan dalam melakukan prediksi (BPS Provinsi Sumatera Utara, n.d.);

Tabel 2. Data Ekspor Komoditi Getah Karet Alami Tahun 2020-2021

Tahun	Bulan	Jumlah Getah Karet Alami (Ton)
2020	Januari	44232
	Februari	42338
	Maret	39989
	April	30340
	Mei	19718
	Juni	34905
	Juli	39148
	Agustus	42909
	September	42779
	Oktober	48463
	November	37803
	Desember	37614
2021	Januari	38269
	Februari	39403

	Maret	43697
	April	41486
	Mei	30463
	Juni	38281
	Juli	37868
	Agustus	30172
	September	37303
	Oktober	33812
	November	45214
	Desember	46031

Setelah data set ditentukan maka Langkah selanjutnya adalah melakukan prediksi terhadap jumlah ekspor komoditi getah karet alami pada tahun 2022, sebelum melakukan prediksi perlu ditentukan nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dengan menggunakan rentang nilai 0 sampai dengan 1. Untuk penelitian ini nilai  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0,1$ , dan  $\gamma =0.002$ . Nilai tersebut dipilih karena telah dilakukan beberapa kali perubahan nilai konstanta dan nilai tersebut memiliki nilai error paling kecil. Dengan menggunakan rumus forecasting pada Holt-Winters Eksponensial Smoothing didapatkan hasil prediksi seperti berikut ini;

Tabel 3. Data Prediksi Ekspor Komoditi Getah Karet Alami Tahun 2022

Tahun	Bulan	Jumlah Getah Karet Alami (Ton)
2022	Januari	40699,83
	Februari	41773,97
	Maret	40721,18
	April	30652,56
	Mei	18902,67
	Juni	32912,46
	Juli	36900,09

	Agustus	39104,76
	September	41928,45
	Oktober	45980,32
	November	40152,69
	Desember	38093,72

Hasil prediksi metode Holt-Winters Eksponensial Smoothing didapatkan dengan menggunakan data pada tahun 2021. Data ekspor komoditi getah karet alami dari bulan januari sampai desember yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, selanjutnya akan dilakukan perbandingan dengan data fakta yang sudah dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat dalam bentuk grafik sebagai berikut;



Gambar 2. Perbandingan Data BPS dengan Data Prediksi

Selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat akurasi prediksi dengan membandingkan hasil prediksi dengan data actual menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagai berikut;

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{202,8923}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = 16,9\%$$

Nilai MAPE yang didapatkan sebesar 0,44% dengan nilai  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0,1$ , dan  $\gamma =0.002$  dengan jumlah data latih sebanyak 24 data dan data uji sebanyak 12 data

## SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah besaran nilai konstanta  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dimana dengan nilai  $\alpha$  yang semakin tinggi akan meningkatkan nilai MAPE, untuk nilai  $\beta$  semakin kecil nilai akan memperkecil nilai MAPE sedangkan untuk  $\gamma$  semakin besar nilainya maka akan meningkatkan nilai MAPE, untuk nilai konstanta dengan hasil MAPE paling kecil didapatkan dengan menggunakan nilai  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0,1$ , dan  $\gamma =0.002$ , prediksi menggunakan metode Holt-Winters Eksponensial Smoothing dapat digunakan untuk melakukan peramalan dengan persentasi error sebesar 0,44% karena memiliki nilai error yang rendah maka dapat dinyatakan bahwa metode Holt-Winters Eksponensial Smoothing sangat baik untuk prediksi Ekspor Komoditi Utama 3 Dijiit SITC dengan jenis barang Getah Karet Alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ari Santosa, I. M., Yuniastari Sarja, N. L. A. K., & Wiyati, R. K. (2019). PERBANDINGAN METODE HOLT WINTER ADDITIVE DAN METODE HOLT WINTER ADDITIVE DAMPED DALAM PERAMALAN JUMLAH PENDAFTARAN MAHASISWA. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 5(1), 93–98.
- Bagoes, M., & Junianto, S. (2017). FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI DAN THE MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE) UNTUK PREDIKSI PERMINTAAN DOMPET PULSA PADA XL AXIATA DEPOK. *UNIVERSITAS PAMULANG*, 97(2).
- Bali Jalan Raya Puputan, S. (2018). *Seminar Nasional SI dan Teknologi Informasi 2018 SENSITEK 2018 STMIK Pontianak* (Vol. 12).
- Bertananda, R., & Darma Setiawan, B. (2018). *Implementasi Performance Improved Holt-Winters Untuk Prediksi Jumlah Keberangkatan Domestik di Bandar Udara Soekarno Hatta* (Vol. 2, Issue 12). <http://j-ptiik.ub.ac.id>

- BPS Provinsi Sumatera Utara. (n.d.). *Ekspor Sumatera Utara menurut Komoditi Utama 3 Dijit SITC, 2016 – 2020*. Retrieved August 20, 2023, from <https://sumut.bps.go.id/statictable/2021/04/26/2499/ekspor-sumatera-utara-menurut-komoditi-utama-3-dijit-sitc-2016-2020.html>
- Dewi, N. P., & Listiowarni, I. (n.d.). *Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan*. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i2.4797ICCS>
- Firdaus, R., Mukhtar, H., Informatika, T., Komputer, I., & Muhammadiyah Riau, U. (n.d.). *Prediksi Indeks Harga Produsen Pertanian Karet Di Indonesia Menggunakan Metode LSTM*. <https://www.bappebti.go.id/>.
- Husaini, A., Fahrezi, D. D., Arbavella, M. A., & Sadewa, N. P. (n.d.). *ANALISIS EKSPOR KOMODITI KARET DI INDONESIA TERHADAP PERDAGANGAN INTERNASIONAL 2016-2020*.
- Kertayuga, D., Santoso, E., & Hidayat, N. (2021). *Prediksi Nilai Ekspor Impor Migas Dan Non-Migas Indonesia Menggunakan Extreme Learning Machine (ELM)* (Vol. 5, Issue 6). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Kusumawardani, N., Afandi, M. R., & Riani, L. P. (n.d.). *ANALISIS FORECASTING DEMAND DENGAN METODE LINEAR EXPONENTIAL SMOOTHING (STUDI PADA PRODUK BATIK FENDY, KLATEN)*. In *Analisis Forecasting Demand ....*
- Penelitian, J., & Akuntansi, E. (n.d.). *Sistem Forecasting Perencanaan Produksi dengan Metode Single Eksponensial Smoothing pada Keripik Singkong Srikandi Di Kota Langsa*. In *JENSI* (Vol. 2, Issue 1).
- Rosalina, E., Sugiarto, S., & Gamal, M. D. H. (n.d.). *METODE PERAMALAN HOLT-WINTER UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU*. Retrieved August 20, 2023, from <http://repository.unri.ac.id/>