

# UPAYA PERBAIKAN PERAMALAN PERMINTAAN OBAT A DAN RENCANA PRODUKSI DENGAN METODE TIME SERIES PADA PT. PHAPROS TBK

I Made Bagus Ananta Prasetya<sup>1</sup>, Sri Hartini<sup>2</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto SH Tembalang, Semarang 50275, Phone: +622476486851

## Abstrak

Peramalan permintaan memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan perusahaan, karena mempengaruhi jumlah produksi tahunan dan keuntungan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peninjauan dalam meramalkan jumlah permintaan kedepannya, serta memberi usulan perbaikan terkait metode peramalan yang digunakan PT Phapros Tbk saat ini dengan metode time series, sehingga dapat menghasilkan nilai error yang lebih kecil. Hal tersebut didasarkan pada studi dan observasi yang dilakukan, proses peramalan permintaan yang dilakukan masih tergolong konvensional, sehingga berdampak pada kurangnya akurasi hasil peramalan permintaan produk. Alternatif solusi atas permasalahan tersebut adalah dengan mengaplikasikan metode peramalan time series pada berdasarkan data historis demand Obat A selama 1 tahun terakhir (2022). Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa metode time series terbaik dengan nilai eror terkecil adalah metode Winters Method dengan nilai MAPE sebesar 6% dan MAD sebesar 313. Hasil peramalan yang didapatkan berdasarkan output Winters Method Smoothing selama 12 periode kedepan adalah Januari sebesar 6297, Februari sebesar 5595, Maret sebesar 4723, April sebesar 2457, Mei sebesar 8296, Juni sebesar 1943, Juli sebesar 6202, Agustus sebesar 4496, September sebesar 7227, Oktober sebesar 7436, November sebesar 8999, dan Desember sebesar 4186.

**Kata Kunci:** Peramalan, Time Series, Industri Manufaktur Farmasi, Permintaan

## Abstract

*[Efforts to Enhance the Forecasting of Drug A Demand and Production Planning Using the Time Series Method at PT. Phapros Tbk]* Forecasting demand has an important role in corporate decision making, because it affects the amount of annual production and company profits. This research aims to conduct a review in predicting the number of future demand, as well as to provide proposals for improvements related to the forecasting method used by PT Phapros Tbk currently with the time series method, so that it can produce smaller error values. This is based on studies and observations carried out, the process of forecasting that company currently used is still classified as conventional, thus impacting the lack of accuracy of the product request forecasting results. An alternative solution to this problem is to apply the time series forecasting method based on historical data on Drug A for the past 1 year (2022). Data processing results show that the best time series method with the smallest error value is the Winters Method method with a MAPE value of 6% and a MAD of 313. Forecasting results obtained based on Winters Method Smoothing output over the next 12 periods are January 6297, February 5595, March 4723, April 2457, May 8296, June 1943, July 6202, August 4496, September 7227, October 7436, November 8999, and December 4186.

**Keywords:** Forecasting, Time Series, Pharmaceutical Manufacturing, Demand

## 1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, akses informasi terkait produk yang diinginkan dapat dilakukan dengan mudah, sehingga terjadi permintaan yang fluktuatif.

Hal tersebut mengharuskan perusahaan untuk dapat memenuhi kebutuhan pasar yang fluktuatif, khususnya perusahaan yang bergerak pada industri manufaktur yang berhubungan erat dengan kegiatan produksi agar perusahaan dapat bersaing di pasaran dan mengoptimalkan penjualan. Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut perusahaan harus mampu melakukan pengadaan produk dalam jumlah

---

<sup>\*)</sup> Penulis Korespondensi

e-mail: anantaprasetya@students.undip.ac.id

yang tepat agar tidak terjadi kekurangan ataupun kelebihan produksi. Untuk mengatasi permasalahan ini perusahaan perlu melakukan peramalan permintaan.

Peramalan merupakan adalah ilmu untuk melakukan prediksi terhadap permintaan pada masa mendatang yang menggunakan data historis (penjualan tahun lalu) untuk diproyeksikan dengan model matematika (Heizer & Render, 2015). Peramalan permintaan merupakan dasar pengambilan keputusan jumlah yang akan diproduksi. Sebagai dasar pengambilan keputusan peramalan memiliki peran yang sangat penting untuk dilakukan dengan metode yang sesuai, sehingga rancangan produksi perusahaan dapat dibuat dengan efektif dan efisien. Peramalan permintaan dipengaruhi oleh berbagai faktor dan kondisi seperti plot data permintaan historis yang berbeda-beda. Hal ini mengakibatkan keakuratan peramalan bergantung pada kesesuaian metode yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan metode peramalan harus dilakukan secara matang untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik.

PT Phapros, Tbk merupakan anak perusahaan PT. Kimia Farma yang bergerak dalam bidang farmasi. Perusahaan ini memproduksi lebih dari 250 jenis obat yang mana 170 diantaranya merupakan obat pengembangan. Selain itu, perusahaan ini juga dipercaya oleh industri farmasi lainnya untuk memproduksi obat-obatan melalui kerja sama kontrak dan produk yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan negara lain melalui kerja sama ekspor. Dalam melakukan perencanaan produksi perusahaan ini menggunakan peramalan permintaan yang ditangani oleh departemen *Production Planning and Inventory Control* (PPIC).

Dalam melakukan peramalan permintaan perusahaan ini masih menghasilkan nilai error yang besar, hal ini dibuktikan pada saat proses verifikasi terhadap hasil *forecast* yang menghasilkan nilai MAD sebesar 2197,244, MSE sebesar 8394604,533, dan MAPE sebesar 83%. Nilai MAPE dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu, Kurang dari 10% (<10%) ditafsirkan sangat akurat, 10% - 20% ditafsirkan baik, 20% - 50% ditafsirkan wajar, dan lebih dari 50% (>50%) ditafsirkan tidak akurat (Lewis, 1982). Berdasarkan hasil verifikasi *error* yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai MAPE yang diperoleh masuk dalam kategori tidak akurat. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya *overstock* dan *understock* untuk periode waktu tertentu, sehingga merugikan perusahaan karena penjualan yang tidak optimal akibat kekurangan *stock* dan biaya penyimpanan yang besar akibat terdapat *stock* berlebih. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan upaya perbaikan dan optimalisasi untuk meningkatkan efisiensi serta produktivitas sistem produksi yang ada dengan metode yang sesuai. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk melakukan usulan perbaikan metode *forecasting* dengan

menggunakan metode *time series* dan membuat perencanaan produksi yang lebih efisien dan efektif.

### 1.1 Peramalan

Peramalan permintaan adalah proyeksi permintaan pada produk atau layanan perusahaan. Proyeksi permintaan produk atau layanan suatu perusahaan, peramalan ini juga bisa disebut dengan peramalan penjualan yang menjadi pengendali produksi, kapasitas dan juga sistem penjadwalan dan menjadi input untuk merencanakan keuangan, pemasaran, dan sumber daya manusia (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2015). Peramalan juga dapat diartikan sebagai dasar data dalam proses pengambilan keputusan manajemen operasi dalam menentukan permintaan di masa mendatang dengan tujuan dspt memilih jumlah kapasitas atau persediaan yang dibutuhkan untuk membuat keputusan staffing, budget yang wajib disiapkan, pemesanan barang berdasarkan supplier dan partner menurut rantai pasok yang diharapkan membuat suatu perencanaan (Stevenson & Choung, 2014).

### 1.2 Metode Peramalan

Dalam melakukan peramalan tentunya dibutuhkan metode yang sesuai untuk memperoleh hasil yang mendekati akurat. Berikut merupakan metode dalam melakukan peramalan (Nugraha & Suletra, 2017):

#### 1. Metode *Naïve* (Naif)

Metode peramalan ini dilakukan dengan mengasumsikan permintaan sebelumnya bernilai sama dengan permintaan periode terakhir.  
 $Permintaan\ periode\ mendatang = Permintaan\ periode\ terakhir$

#### 2. *Moving Average*

Metode peramalan ini dilakukan dengan menggunakan sejumlah data historis untuk menghasilkan peramalan dengan rata-rata bergerak.

$$Moving\ average = \frac{\sum Permintaan\ n\ periode\ sebelumnya}{n}$$

Keterangan:

n = Jumlah periode data yang digunakan

#### 3. *Exponential Smoothing*

Metode ini merupakan metode peramalan yang mirip dengan *moving average*, tetapi pada metode ini menggunakan pembobotan dimana titik data dibobotkan oleh fungsi eksponensial. Berikut merupakan beberapa metode *exponential smoothing*:

- *Single Exponential Smoothing*

Pada *Single exponential smoothing* dilakukan pembobotan sebanyak satu kali.

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

Keterangan:

$F_t$  = Peramalan Baru

$F_{t-1}$  = Peramalan sebelumnya

$\alpha$  = Konstanta penghalusan ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$A_{t-1}$  = Permintaan aktual periode lalu

- *Double Exponential Smoothing*

Pada metode ini dilakukan penyesuaian dengan *trend*. Jadi, penghalusan dilakukan dua kali.

$$F_t = F^1(0) = A^1 \dots\dots\dots 2$$

$$F(t) = \alpha A^t + (1 - \alpha) F_{(t-1)} \dots\dots\dots 3$$

$$F^1(t) = F A^t + (1 - \alpha) F_{(t-1)}^1 \dots\dots\dots 4$$

$$f_{(t+\tau)} = F_{(t)}^1 \dots\dots\dots 5$$

Keterangan:

$F_t$  = Peramalan *Double Exponential Smoothing* pada periode t

$F_{t-1}$  = Peramalan *Double Exponential Smoothing* pada periode t

$\alpha$  = Konstanta penghalusan ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$A_t$  = Peramalan *Single Exponential Smoothing* periode t

4. Proyeksi terhadap tren

Proyeksi tren merupakan metode untuk menyesuaikan garis tren pada rangkaian data historis yang diproyeksikan pada masa datang untuk peramalan jangka menengah atau panjang.

$$y = a + bx \dots\dots\dots 6$$

Keterangan:

y = Nilai terhitung dari variabel terikat

a = Persilangan sumbu y

b = Gradien

x = Variabel bebas

Kemiringan (gradien) diperoleh melalui persamaan berikut:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \dots\dots\dots 7$$

Keterangan:

b = Kemiringan garis regresi (gradien)

x = Nilai variabel bebas

y = nilai variabel terikat

$\bar{x}$  = Rata-rata x

$\bar{y}$  = Rata-rata y

n = Jumlah data pengamatan

Titik potong sumbu y(a) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots 8$$

Keterangan:

a = Titik potong sumbu

$\bar{y}$  = Rata-rata y

b = Kemiringan garis regresi (gradien)

$\bar{x}$  = Rata-rata x

5. Metode *Holt's Winter (Holt's Winter Method)*

Metode ini adalah metode peramalan yang dikemukakan oleh *Holt* dengan menggunakan persamaan kuadrat. Metode ini lebih sesuai jika digunakan untuk membuat peramalan dari suatu data yang berfluktuasi atau mengalami gelombang pasang surut. Metode *Holt-Winter* merupakan perkembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana yang menggunakan tiga konstanta pemulusan, yaitu konstanta untuk pemulusan keseluruhan level, pemulusan kecenderungan (*trend*), dan pemulusan musiman (Subagyo, 2008):

- Metode *Holt-Winter Multiplikatif* yang digunakan untuk variasi data musiman dari data runtun waktu yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi). Nilai ramalan ( $\hat{Y}_{t+k}$ ) untuk periode (t + k) yang ditinjau pada akhir periode ke-t dari model ini adalah:

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c} \dots\dots\dots 9$$

dengan nilai pemulusan yang digunakan sebagai berikut:

(a) Pemulusan Keseluruhan (*level*)

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots 10$$

(b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots 11$$

(c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-c} \dots\dots\dots 12$$

dengan  $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$ ,  $S_{t-c}$  nilai estimasi faktor musiman, c adalah panjang musiman dan  $k=1,2,\dots,c$ .

Metode *Holt-Winter Aditif* digunakan untuk variasi data musiman dari data runtun waktu yang konstan. Pada akhir periode ke-t, nilai ramalan ( $\hat{Y}_{t+k}$ ) untuk periode (t + k) diperoleh dari persamaan:

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t+k-c} \dots\dots\dots 13$$

dengan bentuk pemulusan model ini sebagai berikut:

(a) Pemulusan Keseluruhan (*level*)

$$L_t = \alpha (Y_t - S_{t-c}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots 14$$

(b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots 15$$

(c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma (Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-c} \dots\dots\dots 16$$

Dalam penggunaan metode peramalan ini, diperlukan nilai awal. Model pemulusan *Winter* dapat digunakan dengan mengambil secara sebarang beberapa nilai awal yaitu:

$$L_c = \frac{1}{c} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_c) \dots\dots\dots 17$$

$$T_c = \frac{1}{K} \left( \frac{Y_{c+1} - Y_1}{c} + \frac{Y_{c+2} - Y_2}{c} + \dots + \frac{Y_{c+k} - Y_k}{c} \right) \dots\dots\dots 18$$

dengan c adalah panjang musiman dan K merupakan konstanta pembagi terhadap panjang musiman. Sedangkan pemulusan musiman dapat menggunakan nilai awal berikut:

- *Holt-Winter Multiplikatif*

$$S_k = \frac{Y_k}{L_c} \dots\dots\dots 19$$

- *Holt-Winter Aditif*

$$S_k = Y_k - L_c \dots\dots\dots 20$$

dengan  $k = 1, 2, 3, \dots$ . Selanjutnya nilai-nilai parameter  $\alpha, \beta$ , dan  $\gamma$  dapat ditentukan melalui program linear dengan tujuan untuk meminimumkan *error*.

### 1.3 Verifikasi Peramalan

Dalam melakukan peramalan perlu dilakukan verifikasi untuk menentukan metode terpilih dan melihat kelayakan hasil peramalan. Berikut

merupakan beberapa metode untuk uji verifikasi hasil peramalan (Wardar & Iskandar, 2016):

1. Rata-rata deviasi mutlak (*Mean Absolute Deviation*) (MAD)

Metode ini merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode waktu tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan aktualnya. Secara sistematis dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \dots\dots\dots 21$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode-t  
 $F_t$  = Peramalan permintaan pada periode-t  
 $n$  = Jumlah periode yang terlibat

2. Rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean Square Error*) (MSE)

Metode ini dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis dituliskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \dots\dots\dots 22$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode-t  
 $F_t$  = Peramalan permintaan pada periode-t  
 $n$  = Jumlah periode yang terlibat

3. Rata-rata kesalahan peramalan (*Mean Forecast Error*) (MFE)

Metode ini merupakan metode yang sangat efektif untuk menentukan apakah hasil peramalan pada periode waktu tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Jika hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis dituliskan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \dots\dots\dots 23$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode-t  
 $F_t$  = Peramalan permintaan pada periode-t  
 $n$  = Jumlah periode yang terlibat

4. Rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error*) (MAPE)

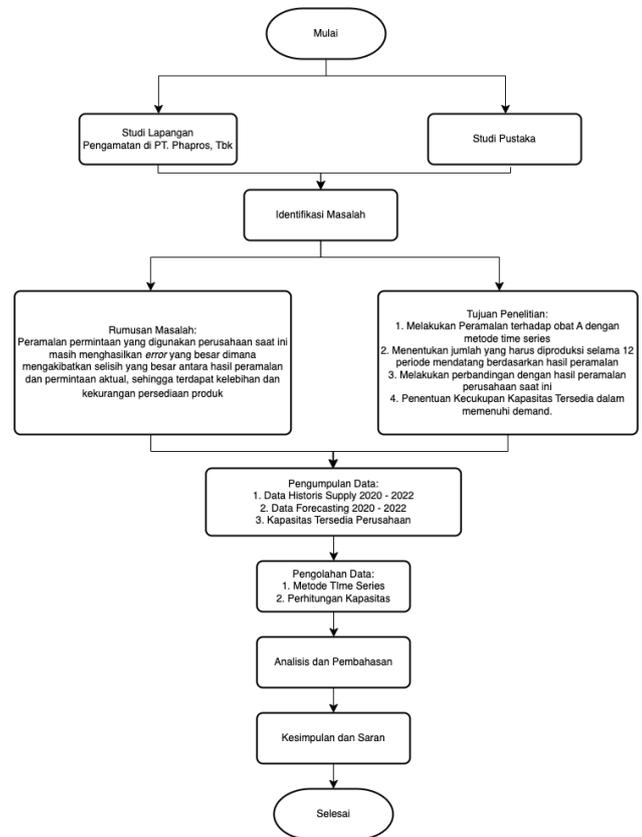
Metode ini merupakan metode untuk mengukur kesalahan relatif. Metode ini menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara sistematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \left( \frac{100}{n} \right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \dots\dots\dots 24$$

$A_t$  = permintaan aktual pada periode-t  
 $F_t$  = Peramalan permintaan pada periode-t  
 $n$  = Jumlah periode yang terlibat

2. Metodologi Penelitian

Gambar 1. Merupakan metodologi penelitian yang dilakukan.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh temuan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dengan metode *time series*. Berikut merupakan temuan dari penelitian yang telah dilakukan.

Pengumpulan Data

Berikut disajikan data historis *demand* yang akan digunakan sebagai dasar peramalan, data hasil peramalan perusahaan untuk perbandingan, dan data kapasitas tersedia perusahaan untuk menentukan rencana produksi.

Tabel 1. Menunjukkan demand historis Obat selama 3 tahun.

Tabel 1 Data Demand Historis

Periode	2020	2021	2022
Jan	1816	1561	5542
Feb	5452	3719	4940
Mar	3213	3865	4177
Apr	4498	3324	2253
May	3434	2741	7331
Jun	2500	4360	1713
Jul	1058	3479	5453
Aug	2432	2468	3938
Sep	3652	2706	6304
Oct	2903	3934	6455
Nov	1369	3334	7772
Dec	2150	4184	3596

Tabel 2. Menunjukkan data hasil peramalan perusahaan.

**Tabel 2 Hasil Peramalan Perusahaan**

Periode	2020	2021	2022
Jan	4,000	2,300	6,500
Feb	3,782	2,500	6,500
Mar	4,323	3,500	5,000
Apr	3,512	3,100	5,257
May	7,000	3,500	4,768
Jun	8,500	3,500	5,013
Jul	6,000	3,500	10,959
Aug	6,000	3,500	11,192
Sep	6589	3,500	4,500
Oct	6,351	4,000	4,500
Nov	7,119	4000	3500
Dec	5,068	4000	3500

Tabel 3. Merupakan data kapasitas tersedia perusahaan.

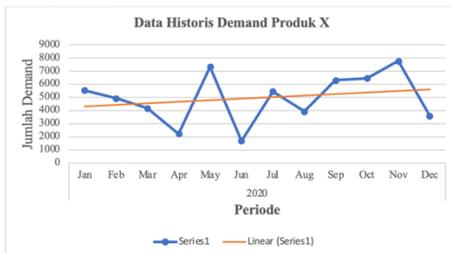
**Tabel 3 Kapasitas Tersedia**

Sediaan	Average Product
TTSK	
Obat A	57,585 butir

**Pengolahan Data**

Berikut merupakan pengolahan data berupa perhitungan error peramalan perusahaan, plot data historis perusahaan, peramalan, verifikasi hasil peramalan, validasi hasil peramalan, perbandingan error hasil peramalan, dan perhitungan keputusan produksi.

**a. Plot Data**



**Gambar 2 Plot Data**

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa data memiliki pola data *trend* dan musiman, sehingga dibutuhkan metode peramalan yang dapat memperhitungkan *trend*, musiman, dan *randomness*. Metode yang tepat untuk digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing*, *Double Moving Average*, dan *Holt's Winter Method*.

**b. Peramalan**

Peramalan dilakukan berdasarkan data historis 12 periode terakhir yaitu tahun 2022, sebab data historis tahun 2020 dan 2021 tidak valid. Hal tersebut dikarenakan jumlah permintaan dipengaruhi pandemi COVID-19. Berikut merupakan perhitungan peramalan *demand* dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing*, *Double Moving Average*, dan *Holt's Winter Method*:

**a. Double Moving Average**

Peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dilakukan dengan

menggunakan *Microsoft Excel*. Tabel 4. merupakan hasil perhitungan yang diperoleh:

**T = 3**

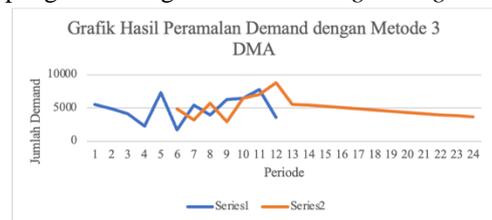
**Tabel 4 Double Moving Average**

t	Xt	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error <sup>2</sup>	Error <sup>3</sup>	IPF
1	5542									
2	4940									
3	4177	4886.333								
4	2253	3790.000								
5	7331	4587.000	4421.111	4752.889	165.889					
6	1713	3765.667	4047.556	3483.778	-281.889	4018.778	-3205.778	3205.778	10277011.160	187.144%
7	5453	4832.333	4395.000	5269.667	437.333	3201.889	2251.111	2251.111	5067501.235	41.282%
8	3938	3701.333	4099.778	3302.889	-398.444	5707.000	-1769.000	1769.000	3129361.000	44.921%
9	6304	5231.667	4588.444	5874.889	643.222	2904.444	3399.556	3399.556	11556077.975	53.927%
10	6455	5565.667	4832.889	6298.444	732.778	6518.111	-63.111	63.111	3983.012	0.978%
11	7772	6843.667	5880.333	7807.000	963.333	7031.222	740.778	740.778	548751.716	9.531%
12	3596	5941.000	6116.778	5765.222	-175.778	8770.333	-5174.333	5174.333	26773725.444	143.891%
13						5589.444				
14						5413.667				
15						5237.889				
16						5062.111				
17						4886.333				
18						4710.556				
19						4534.778				
20						4359.000				
21						4183.222				
22						4007.444				
23						3831.667				
24						3655.889				
24						3655.889				

Tabel 5 menunjukkan verifikasi *error* metode *double moving average*:

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
	8193901.649	2371.952	68.811%

Gambar 3 menunjukkan plot data hasil pengolahan dengan *double moving average*:



**Gambar 3 Plot Double Moving Average**

**b. Double Exponential Smoothing**

Peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Tabel 5. merupakan hasil perhitungan yang diperoleh:

Alpha = 0,02 (Berdasarkan perhitungan dengan software E-Views)

**Tabel 5 Double Moving Average**

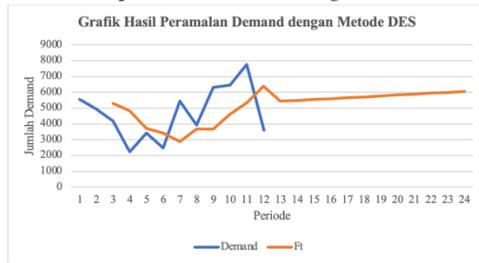
Periode	Demand	S'	S''	a	b	Ft
1	5542					
2	4940					
3	4177	4886.333				
4	2253	3790.000				
5	7331	4587.000	4421.111	4752.889	165.889	
6	1713	3765.667	4047.556	3483.778	-281.889	4918.778
7	5453	4832.333	4395.000	5269.667	437.333	3201.889
8	3938	3701.333	4099.778	3302.889	-398.444	5707.000
9	6304	5231.667	4588.444	5874.889	643.222	2904.444
10	6455	5565.667	4832.889	6298.444	732.778	6518.111
11	7772	6843.667	5880.333	7807.000	963.333	7031.222
12	3596	5941.000	6116.778	5765.222	-175.778	8770.333
13						5589.444
14						5413.667
15						5237.889
16						5062.111
17						4886.333
18						4710.556
19						4534.778
20						4359.000
21						4183.222
22						4007.444
23						3831.667
24						3655.889

Tabel 6 merupakan perhitungan Error dengan metode *Double Exponential Smoothing*.

**Tabel 6 Error Double Exponential Smoothing**

Periode	Error	Error	Error^2	PE
1				
2				
3				
4	-1124.200	1124.200	1263825.640	26.914%
5	-2574.440	2574.440	6627741.314	114.267%
6	-294.616	294.616	86798.587	8.579%
7	-938.744	938.744	881240.298	37.550%
8	2573.564	2573.564	6623230.839	47.195%
9	250.498	250.498	62749.400	6.361%
10	2634.716	2634.716	6941730.660	41.794%
11	1840.227	1840.227	3386436.779	28.509%
12	2424.145	2424.145	5876480.339	31.191%
12	-2792.113	2792.113	7795895.394	77.645%

Gambar 4 merupakan grafik hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*:



**Gambar 4 Plot Double Exponential Smoothing**

**c. Holt's Winter Method**

Peramalan dengan menggunakan metode *Holt's Winter Method* dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Berikut merupakan hasil perhitungan dengan metode *Holt's Winter Method*:

**Method**

Data Demand (C1)  
Length 12

**Smoothing Constants**

$\alpha$  (level) 0,2  
 $\gamma$  (trend) 0,2  
 $\delta$  (seasonal) 0,2

**Accuracy Measures**

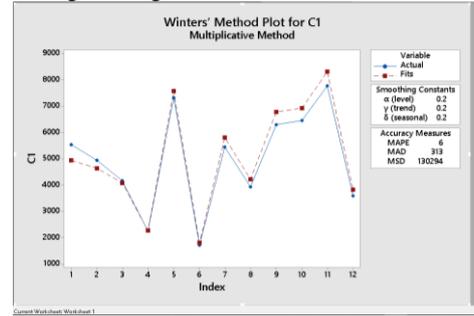
MAPE 6  
MAD 313  
MSD 130294

**Forecast**

Period	Forecast	Lower	Upper
13	6296.51	5530.52	7062.49
14	5594.17	4816.18	6372.15
15	4722.49	3931.12	5513.85
16	2546.77	1740.71	3352.83
17	8295.60	7473.61	9117.59
18	1942.45	1103.36	2781.55
19	6201.79	5344.49	7059.09
20	4495.31	3618.78	5371.85

Dari hasil peramalan yang terpilih, dilakukan validasi dengan menggunakan metode *Moving Range* dengan hasil peramalan dan hasil validasi dengan menggunakan *software minitab* seperti pada Gambar 6 di bawah ini:

Gambar 5 merupakan grafik pola hasil perhitungan dengan metode *Winter's Method*:



**Gambar 5 Grafik Winter's Method**

**c. Verifikasi peramalan**

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode *Time Series*, maka dilakukanlah pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria nilai error terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai error terkecil dilakukan dengan metode *MAPE* dan *MAD*. Tabel merupakan Rekapitulasi nilai error hasil peramalan.

**Tabel 7 Verifikasi Error**

Verifikasi	MAD	MAPE
DMA	2371.952	68.811%
DES	1744.726	42,001%
Winter's Method	313	6%

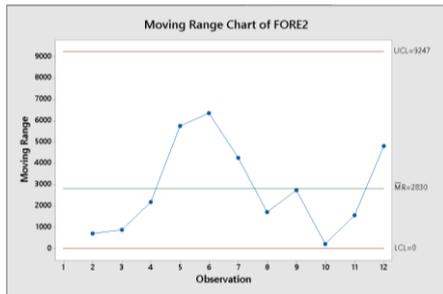
Dari Tabel 5,11 mengenai perbandingan *error*, diketahui bahwa hasil peramalan terbaik adalah dengan menggunakan *Winter's Method* dengan nilai *MAD* sebesar 313 dan *MAPE* sebesar 6%. Maka dari itu, data peramalan yang sebaiknya digunakan adalah hasil dari perhitungan dengan metode *Winter's Method*.

**d. Validasi Peramalan**

Berdasarkan hasil peramalan menggunakan metode *time series* terpilih, maka dilakukan validasi dari hasil peramalan. Tabel 8 merupakan hasil peramalan:

**Tabel 8 Validasi Peramalan**

Bulan	Forecast
Januari	6297
Februari	5595
Maret	4723
April	2547
Mei	8296
Juni	1943
Juli	6202
Agustus	4496
September	7227
Oktober	7436
November	8999
Desember	4186



**Gambar 6** Peta Moving Range

Berdasarkan Gambar 6 diatas mengenai validasi dengan menggunakan metode *Moving range Chart*, diketahui bahwa tidak terdapat data yang berada diluar batas kendali. Maka dari itu, hasil peramalan dianggap valid dan dapat digunakan sebagai acuan untuk peramalan 12 bulan mendatang.

#### e. Perbandingan Hasil Error Peramalan

Setelah dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *time series*, dilakukan perbandingan *error* antara peramalan perusahaan dengan peramalan dengan metode *time series*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui metode yang lebih baik. Tabel 5.13 merupakan perbandingan *error* hasil peramalan:

**Tabel 9** Perbandingan Hasil Error

Verifikasi	MAD	MAPE
Hasil Perusahaan	2197,2436	83%
Metode <i>Holt's Winter</i>	313	6%

Dari perbandingan pada Tabel 5.13, dapat diketahui bahwa *error* yang dihasilkan dengan menggunakan metode *time series* lebih kecil dari peramalan yang dilakukan perusahaan. Oleh karena itu, peramalan dengan menggunakan metode *time series* disarankan untuk digunakan sebagai acuan produksi obat untuk 12 periode kedepan.

#### f. Perhitungan Toll Manufacturing

Berdasarkan kapasitas tersedia perusahaan untuk memproduksi obat A, dilakukan perhitungan kemampuan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan sesuai hasil peramalan yang diperoleh. Berdasarkan rencana produksi untuk tahun 2023 diperoleh estimasi utilisasi pada *line* Tablet Tablet Salut dan Kapsul sebagaimana tersebut pada Tabel 5.14 di bawah ini:

**Tabel 10** Pehitungan Toll Manufacturing

<i>Line</i>	Kapasitas 3 Shift (butir)	RKAP 2023 (butir)	Estimasi Utilisasi Kondisi Awal	Kesimpulan
Tablet Tablet Salut dan Kapsul	53585	67947	127%	<i>Overload capacity</i>

*Overload capacity* pada *line* Tablet Tablet Salut dan Kapsul tersebut mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi rencana produksi total dimana

terjadi kekurangan produk sebanyak 14362. Untuk memitigasi risiko yang timbul akibat ketidakmampuan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan, maka salah satu usulan yang diajukan adalah dengan *Toll out*.

#### Pembahasan

Dalam melakukan peramalan dibutuhkan data *demand* historis terhadap produk yang akan diramal. Untuk itu, dilakukan pengumpulan data historis kebutuhan obat selama tiga tahun (2020-2022). Penulis melakukan peramalan *demand* untuk tahun 2023 dengan menggunakan metode *time series*. Peramalan bertujuan untuk mengetahui perkiraan kebutuhan obat A selama 12 periode ke depan, sehingga dapat memenuhi permintaan yang muncul. Data historis tersebut kemudian digambarkan dalam sebuah grafik untuk mengetahui plot data untuk melihat pola data yang terjadi pada data historis serta digunakan untuk menentukan metode peramalan apa yang cocok digunakan. Plot data memiliki kecenderungan yang naik dari waktu ke waktu namun juga terdapat unsur musiman yang terkandung di dalamnya, dimana terjadi fluktuasi secara periodik pada waktu tertentu, sehingga metode *forecasting* yang digunakan ialah metode yang memperhitungkan adanya *trend*, musiman, dan *randomness*. Oleh karena itu, metode yang tepat untuk digunakan adalah metode *Double Moving Average*, *Double Eksponential Smoothing*, dan *Winter's Method*. Peramalan dilakukan untuk mendapatkan *demand* pada 12 bulan kedepan atau periode 2023.

Dari perbandingan error yang ada, dapat ditentukan metode terbaik adalah metode yang memiliki eror terkecil dari MAPE dan MAD yaitu *Holt's Winter Method* sebesar 6 dan 313. Setelah melakukan verifikasi *error* dan mendapatkan metode terbaik, maka selanjutnya dilakukan validasi dari hasil peramalan metode terpilih tersebut. Metode yang digunakan dalam validasi hasil peramalan adalah dengan metode *Moving Rage Chart* dengan bantuan *software* minitab. Berdasarkan Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa data dalam grafik tidak ada yang berada diluar batas kendali UCL dan LCL masing-masing sebesar 0 dan 9247 dan rata-rata MR sebesar 2830. Sehingga dapat dinyatakan bahwa metode *Holt's Winter* valid dan dapat digunakan sebagai acuan untuk hasil peramalan selama 12 bulan kedepan atau periode 2023.

Perbandingan akurasi peramalan dilakukan terhadap hasil peramalan dengan metode yang digunakan perusahaan dan hasil peramalan dengan metode *time series*. Hal ini dilatarbelakangi oleh nilai *error* hasil peramalan perusahaan masih tergolong tidak akurat. Oleh karena itu, dilakukan peramalan dengan metode *time series* untuk mengetahui apakah metode tersebut mampu menghasilkan nilai *error* yang lebih kecil, sehingga peramalan dapat lebih akurat.

Berdasarkan Tabel 5.13 dapat diketahui bahwa peramalan dengan metode *time series* dapat memberikan hasil peramalan dengan nilai *error* lebih

kecil untuk metode MAD dan MAPE. Untuk metode MAD perusahaan menghasilkan nilai sebesar 2197,2436, sedangkan dengan metode *Holt's Winter* menghasilkan nilai sebesar 313. Lalu, untuk metode MAPE metode perusahaan menghasilkan nilai *error* sebesar 83%, sedangkan dengan metode *Holt's Winter* menghasilkan nilai *error* sebesar 6%. Dari kedua hasil perhitungan *error* tersebut, terlihat bahwa terjadi penurunan yang cukup signifikan yaitu sebesar 1884,2436 untuk MAD dan 77% untuk MAPE. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa metode *Holt's Winter* mampu memberikan perbaikan terhadap keakuratan hasil peramalan. Oleh karena itu, metode *Holt's Winter* disarankan untuk digunakan dalam peramalan obat A kedepannya.

Dari hasil peramalan dan perbandingan yang telah dilakukan, perusahaan disarankan untuk menggunakan hasil peramalan dengan metode *Holt's Winter*. Hal ini dikarenakan, metode *Holt's Winter* mampu menghasilkan perkiraan kuantitas produksi dengan akurasi yang lebih baik, dilihat dari nilai *error* yang lebih kecil. Sesuai hasil yang telah diperoleh, perusahaan akan melakukan produksi obat A secara berturut-turut untuk 12 periode mendatang sebanyak 6297, 5595, 4723, 2547, 8296, 1943, 6202, 4496, 7227, 7436, 8999, dan 4186 unit atau total sebanyak 67.947 unit/tahun.

Berdasarkan hasil peramalan dan keputusan toll manufacturing, dapat diketahui untuk memenuhi kebutuhan produksi sebesar hasil peramalan perusahaan akan mengalami overload capacity atau perusahaan tidak mampu memenuhi kebutuhan karena kapasitas produksi yang tersedia tidak cukup, khususnya pada line Tablet Tablet Salut dan Kapsul. Hal tersebut akan mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi rencana produksi total dimana terjadi kekurangan produk sebanyak 14.362 unit. Untuk memitigasi risiko yang timbul akibat ketidakmampuan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan, maka salah satu usulan yang diajukan adalah dengan Toll out.

#### d. Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya:

1. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diketahui bahwa plot data historis penggunaan bahan baku plastik menunjukkan grafik yang cenderung musiman (seasonal) sehingga

dilakukanlah peramalan dengan metode Time Series. Setelah dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan verifikasi dengan perhitungan nilai *error* menggunakan metode MAPE dan MAD, didapatkan bahwa metode *Holt's Winter* memiliki nilai *error* terkecil yaitu sebesar 6% dengan MAPE dan 313 dengan MAD. Kemudian dilakukan uji validasi untuk melihat apakah data hasil peramalan berada diluar batas kendali atau tidak, dan hasil akhirnya adalah seluruh data berada di dalam batas kendali UCL dan LCL, sehingga hasil peramalan dapat digunakan. Hasil peramalan yang diperoleh untuk obat A secara berturut-turut untuk 12 periode mendatang sebanyak sebanyak 6297, 5595, 4723, 2547, 8296, 1943, 6202, 4496, 7227, 7436, 8999, dan 4186 unit atau total sebanyak 67.947 unit/tahun

2. Berdasarkan perbandingan hasil peramalan antara metode perusahaan dan metode time series, diketahui bahwa peramalan dengan metode time series dapat memberi perbaikan terhadap akurasi perkiraan, karena mampu menghasilkan nilai *error* yang lebih kecil, dengan penurunan yang cukup signifikan yaitu sebesar 1884,2436 untuk MAD dan 77% untuk MAPE.
3. Berdasarkan hasil peramalan dan keputusan toll manufacturing, dapat diketahui bahwa untuk memenuhi kebutuhan produksi sebesar hasil peramalan perusahaan akan mengalami overload capacity atau perusahaan tidak mampu memenuhi kebutuhan karena kapasitas produksi yang tersedia tidak cukup, dimana terjadi kekurangan produk sebanyak 14.362 unit. Oleh karena itu, untuk memitigasi risiko yang timbul akibat ketidakmampuan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan, maka salah satu usulan yang diajukan adalah dengan Toll out.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih diberikan kepada semua pihak yang terlibat pada pembuatan penelitian ini, khususnya pada dosen dan teman-teman mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan bantuannya kepada penulis. Tidak lupa juga ucapan terimakasih diberikan kepada Teknik Industri yang sudah memberikan fasilitas dan akses pada keberlangsungan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*. Butterworth-Heinemann.
- Stevenson, W., & Choung, S. (2014). *Management Operasi Perspektif Asia Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Oktaviani, I., Ermatita, & Rini, D. P. (2019). Analisis Pola Prediksi Data Time Series menggunakan Support Vector Regression,

- Multilayer Perceptron, dan Regresi Linear Sederhana. *Jurnal Resti*, 282-287.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management*. United State: Pearson Education, Inc.
- Nugraha, E. Y., & Suletra, I. W. (2017). Analisis Metode Peramalan Permintaan Terbaik Produk Oxycan pada PT. Samator Gresik. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017*.
- Wardar, S., & Iskandar. (2016). Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus Studi Kasus: Home Industry Arwana Food Tembilahan. *Jurnal Teknik Industri, Vol. XI, No. 3, September 2016*.
- Azriati, K. F., Hoyyi, A., & Mukid, M. A. (2014). Verifikasi Model Arima Musiman Menggunakan Peta Kendali Moving Range. *Jurnal Gaussian, Vol. 3, No. 4, 701 - 710*.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*.
- Lad, B., Joshi, K., Goswami, K., Pradhan, K., & Upadhyay. (2012). Contract Manufacturing - A New Era in Pharmaceutical Manufacturing. *International Journal of Pharmaceutical Development and Technology*, 93-95.
- Tukan, M. Y. (2015). Evaluasi Pemilihan Rekan Toll Manufacturing Dalam Pengembangan Produk Obat Generik Injeksi Meropenem Di Sebuah Perusahaan Farmasi Di Jakarta. *Jurnal MIX, Volume V, No. 1*, 90 - 107.
- Rusdi, M. D., & Suparta, M. (2016). Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Daging Sapi Di Kota Surabaya. *Jurnal Ekonomi & Bisnis*, 283 - 300.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction To Time Series Analysis And Forecasting*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Utama, R. E., Gani, N. A., Jaharuddin, & Prihata, A. (2019). *Manajemen Operasi*. Jakarta: UM Jakarta Press.