

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PLASTIK DENGAN METODE TIME SERIES DAN PENDEKATAN MIN-MAX PADA PT THE UNIVENUS SERANG

Indah Ananda Putri Hamzah*¹, Dr. Purnawan Adi Wicaksono, S.T., M.T.,¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT The Univenus merupakan salah satu bagian dari perusahaan Asia Pulp and Paper (APP) Sinarmas yang bergerak dalam bidang converting tisu. Pada praktiknya, diketahui bahwa masalah demand yang tidak sesuai forecast kerap mengganggu persediaan yang telah direncanakan untuk periode selanjutnya. Terutama pada raw material plastic karena memiliki lead time yang paling lama akibat adanya custom desain. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang peramalan bahan baku sesuai metode time series serta memberi usulan kuantitas setiap kali pemesanan dengan pendekatan Min-Max. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan perhitungan menggunakan beberapa metode peramalan yaitu metode 3 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, dan Winter's Method untuk mengetahui seberapa besar pemakaian pada periode selanjutnya. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan bahwa metode peramalan terbaik menggunakan metode Double Exponential Smoothing dan didapatkan minimum inventory bahan baku plastik untuk periode Januari-Desember 2022 pada nomor material 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085 berturut-turut adalah sebesar 47090 kg, 33656 kg, 14029 kg, dan 8736 kg untuk service level 98%, serta maksimum inventory berturut-turut adalah sebesar 88526 kg, 63611 kg, 26575 kg, dan 16549 kg untuk service level 98%.

Kata kunci: *Forecasting, Time Series, Safety Stock, Metode Min-Max*

Abstract

PT The Univenus is part of the Sinarmas Asia Pulp and Paper (APP) company which is engaged in converting tissue. In practice, it is known that demand problems that do not match forecasts often interfere with inventories that have been planned for the next period. Especially on plastic raw materials because it has the longest lead time due to custom designs. Therefore, this study aims to design raw material forecasting according to the time series method and provide quantity suggestions for each order using the Min-Max approach. Based on these problems, calculations were carried out using several forecasting methods, namely the 3 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Winter's Method methods to find out how much usage in the next period. Based on the results of data processing, it was found that the best forecasting method used the Double Exponential Smoothing method and obtained a minimum inventory of plastic raw materials for the period January-December 2022 at material numbers 69918585, 69917089, 69917532, and 69917085, respectively, amounting to 47090 kg, 33656 kg, 14029 kg, and 8736 kg for 98% service level, and the maximum inventory is 88526 kg, 63611 kg, 26575 kg, and 16549 kg for 98% service level.

Keyword: *Forecasting, Time Series, Safety Stock, Metode Min-Max*

1. Pendahuluan

Pada era persaingan global saat ini, muncul kebutuhan untuk mengembangkan produk dengan biaya

lebih rendah, kualitas dan variasi tinggi, pengiriman cepat, serta memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan lokal maupun global (Thanki & Thakkar, 2018). Setiap pelaku bisnis dituntut untuk memiliki daya saing yang tinggi dalam segala bidang untuk menjadi lebih baik dari perusahaan kompetitor dan mendapatkan profit yang optimal. Setiap perusahaan harus memiliki

*Penulis Korespondensi.
indahananda@undip.ac.id

sistem dan strategi yang efektif dan efisien agar kualitas perusahaan baik dari segi sistem, aturan, hingga produk bisa berkualitas dan memenuhi standar.

Salah satu aktivitas yang penting untuk ditinjau lebih dalam untuk mewujudkan efisiensi perusahaan adalah memperkirakan atau meramal (*forecasting*) besarnya penjualan atau permintaan. Setiap perusahaan selalu berusaha untuk tetap dapat berkembang dalam bidang usahanya di masa depan. Dan memiliki kemampuan untuk dapat menetapkan keputusan yang tepat dalam menghadapi masa depan yang penuh ketidakpastian. Hasil peramalan dalam prakteknya hampir tidak pernah secara mutlak tepat. Hal ini karena keadaan maupun kejadian di masa depan tidak menentu. Walaupun demikian, apabila semua faktor penting yang mempengaruhi telah diperhitungkan dan model hubungan dari faktor-faktor tersebut ditentukan dengan baik, maka hasil peramalan akan mendekati kondisi yang sebenarnya.

PT The Univenus merupakan perusahaan salah satu bagian dari Asia Pulp and Paper (APP) Sinarmas yang bergerak dalam bidang *converting* tisu. Dalam hal proses produksi The Univenus tidak memproduksi langsung tisu dari bahan mentah, tetapi sudah dalam bentuk barang setengah jadinya, yaitu dari jumbo roll. Sehingga proses produksi terdiri dari melipat, memotong, serta mengemas tisu kedalam plastik dan karton. PT The Univenus Serang memproduksi lima brand unggulan, yaitu Paseo, Nice, Livi, Topy dan Jolly. kelima brand tersebut memiliki target konsumennya masing-masing sesuai dengan kualitas serta harga yang melekat pada brand tersebut baik dalam skala nasional maupun internasional.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada divisi PPIC PT The Univenus Serang, diketahui bahwa masalah demand yang tidak sesuai forecast kerap mengganggu persediaan yang telah direncanakan untuk periode selanjutnya. Terutama pada raw material *plastic* karena memiliki *lead time* yang paling lama, yaitu sekitar 1-2 bulan. Hal ini disebabkan oleh *custom* desain yang memerlukan waktu lebih lama. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang peramalan bahan baku sesuai metode time series serta memberi usulan kuantitas setiap kali pemesanan dengan pendekatan Min-Max.

2. Studi Literatur Peramalan

Peramalan adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang (Sumayang, 2003). Tujuan utama dari peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk meramalkan permintaan dari item-item *independent demand* di masa yang akan datang untuk selanjutnya dikombinasikan dengan pelayanan pesanan yang bersifat pasti (Gaspersz,

2004). Dapat disimpulkan bahwa peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan sesuatu di masa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan merupakan alat bantu yang sangat penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Subagyo;Pangestu, 1986).

Terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan, yaitu (Gaspersz, 2004) :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu peramalan : jangka panjang (lebih dari satu tahun), jangka menengah (1-12 bulan) atau jangka pendek (1-30 hari).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasikan hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

Metode Deret waktu (*Time Series*)

Model Time Series digunakan untuk memperkirakan keadaan dimasa yang akan datang berdasarkan data masa lalu dengan asumsi proses bersifat stabil. Metode-metode ini cocok digunakan ketika pola dasar perkiraan tidak mengalami variasi yang signifikan dari tahun ke tahun (Chopra & Meindl, 2016). Peramalan akan didasarkan dengan nilai variabel yang telah lalu atau masa lalu. Pola seri data masa lalu diekstrapolasi untuk meramalkan keadaan dimasa yang akan datang. Pola data tersebut antara lain, konstan, *trend* (linier), *seasonal* (musiman), *cyclical* (siklis), dan *random* (acak), Berikut merupakan beberapa metode dalam analisis deret waktu:

a. Metode *Double Moving Average*

Pada double moving average terdapat tiga aspek, yaitu (1) menggunakan single moving average pada waktu t, (2) terjadi penyesuaian antara single moving average – double moving average ($S't - S''t$) pada saat t, dan (3) terjadi penyesuaian trend $t - N + 1$ Perhitungan metode *moving average* ditunjukkan oleh rumus dibawah ini

$$S't = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} X_i}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$S''t = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} S_i}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$at = 2S't - S''t \dots\dots\dots(2.3)$$

$$bt = \frac{2}{N-1} (S't - S''t) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$ft + m = at + bt.m \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Metode *Double Exponential Smoothing*

Exponential smoothing adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua. Metode ini *Double Exponential Smoothing* melakukan penghalusannya secara berganda.

Perhitungan dari metode *single exponential smoothing* adalah

$$S't = \alpha X_t + (1-\alpha)S't-1 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$S't = \alpha S't + (1-\alpha)S''t-1 \dots\dots\dots(2.7)$$

$$at = S't + (S't - S''t) = 2 S't - S''t \dots\dots\dots(2.8)$$

$$bt = \frac{a}{(1-a)} (S't - S''t) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$F_{t+m} = at + bt \cdot m \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

F_{t+m} = nilai peramalan untuk periode t+m

Y_t = nilai sebenarnya untuk periode t

F_t = nilai peramalan untuk periode t

α = konstanta *smoothing* atau penghalusan ($0 < \alpha < 1$)

c. Metode *Winter's Method*

Metode peramalan ini 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 (*seasonal*). Perhitungan dari metode *single exponential smoothing* adalah

$$Y_{t+k} = (L+kT) S_{t+k-c} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$Sk = \frac{Y_k}{Lc} \dots\dots\dots(2.12)$$

Metode Perhitungan *Error*

Jumlah kesalahan merupakan ukuran bias atau selisih bias yang dihasilkan. Jumlah kesalahan yang dihasilkan akan mendekati nilai nol pada metode-metode, beberapa alternatif metode kesalahan peramalan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Hartini, 2011)

1. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSE = \frac{\sum e^2}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \dots\dots\dots(2.14)$$

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$PE = \frac{x-F}{x} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} \dots\dots\dots(2.15)$$

Validasi

Validasi dalam suatu proses peramalan berguna untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil ramalan yang diperoleh dengan data masa lalu yang digunakan. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan peta *Moving Range*. Menurut Gaspersz (1998) terdapat beberapa metode validasi peramalan,

diantaranya adalah peta *moving range*. Peta *Moving Range* digunakan untuk menguji kestabilan suatu sistem sebab-akibat yang melatarbelakangi fungsi peramalan. Peta ini digunakan untuk membandingkan nilai-nilai observasi atau data aktual dengan nilai peramalan dari kebutuhan yang sama.

Pengendalian Persediaan

Persediaan dapat disebut juga sebagai sumber daya dari suatu perusahaan yang disimpan untuk memenuhi persediaan dan permintaan pelanggan (Handoko, 2010). Kebijakan pengendalian persediaan meliputi dua aspek, yaitu (1) pada saat kapan atau pada tingkat persediaan berapa harus dilakukan pemesanan dan (2) berapa banyak yang harus dipesan atau diadakan. Konsekuensi dari kedua aspek tersebut akan menentukan tingkat persediaan pada waktu tertentu dan rata-rata tingkat persediaan. Kebijakan pengendalian persediaan bahan baku meliputi *lead time* atau waktu tunggu, jarak antar waktu, *safety stock (SS)*, dan *reorder point (ROP)*. Kebijakan pengendalian persediaan ini dapat digunakan untuk independent demand atau barang yang tidak terikat (Machfud, 1999). *Safety stock* memiliki banyak fungsi, salah satunya sebagai pelindung perusahaan dari ketidakpastian *demand* atau *supply* dari pihak eksternal yang tidak dapat dikontrol (Ristono, 2009). Dengan kata lain, persediaan adalah stok barang berbentuk asset fisik yang dapat dilihat, diukur, dan dihitung yang menunggu untuk diproses lebih lanjut. (Tersine, 1994).

Metode *Min-Max*

Menurut Indrajit & Djokopranoto (2005:38), konsep Minimum Maksimum (*Min-Max*) melibatkan peninjauan yang dilakukan secara berkelanjutan, yang berarti setiap kali pesanan harus ditempatkan, maka harus segera dipesan. Konsep ini menekankan bahwa suatu persediaan harus memiliki jumlah minimum dan maksimum yang telah ditetapkan, mengingat fluktuasi tingkat permintaan yang tidak pasti. Oleh karena itu, persediaan harus selalu tersedia, dan jumlah pesanan yang ditempatkan tetap konstan. Titik pemesanan ulang ditentukan berdasarkan jumlah minimum maksimum yang telah ditetapkan.

Menurut Fadilillah (2008), metode *Min-Max* bekerja dengan cara berikut: ketika persediaan melewati batas minimum dan mendekati batas *Safety Stock*, maka perlu dilakukan *Reorder*. Dengan demikian, batas minimum menjadi titik *Reorder Level*, sementara batas maksimum adalah batasan berapa banyak perusahaan atau manajemen yang ingin menginvestasikan uangnya dalam bentuk persediaan bahan baku. Dalam hal ini, batas maksimum dan minimum digunakan untuk menentukan *Order Quantity* yang optimal.

Perhitungan persediaan pengaman ini dilakukan guna menjadi input dalam perhitungan minimum inventory dan *maximum inventory* (Silvia, 2013).

1. *Safety Stock*

$Safety\ Stock = (Pemakaian\ Maksimum - T) \times L$

2. *Minimum Inventory*

$Min\ Stock = (Rata - rata\ pemakaian \times L) + SS$

3. *Maximum Inventory*

$Max\ sock = 2(Rata - rata\ pemakaian \times L) + SS$

Keterangan:

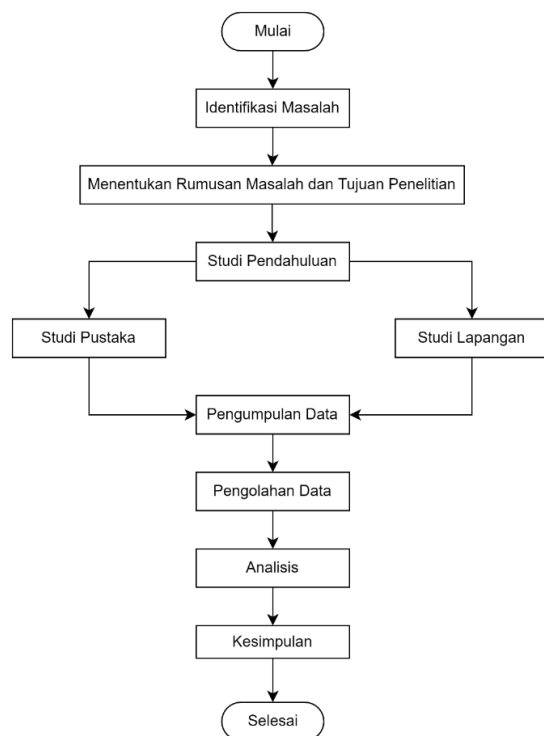
T = Pemakaian barang rata-rata per periode

L = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan flowchart metodologi penelitian dari laporan kerja praktik pada PT The Univenus Serang:



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

4. Tinjauan Sistem

PT. The Univenus merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri pulp, paper dan converting. Perusahaan ini merupakan perusahaan internasional yang juga mampu bersaing di dunia internasional. Perusahaan ini memiliki head office yang berada di Jakarta, dan beberapa pabrik di yang tersebar di Indonesia yaitu Serang, Semarang, Surabaya, Medan dan Kalimantan. PT The Univenus Serang memproduksi lima brand unggulan, yaitu Paseo, Nice, Livi, Topy dan Jolly.

Dalam hal proses produksi The Univenus tidak memproduksi langsung tisu dari bahan mentah, tetapi sudah dalam bentuk barang setengah jadinya, yaitu dari jumbo roll. Sehingga proses produksi terdiri dari melipat, memotong, serta mengemas tisu kedalam plastik dan

karton. Oleh karena itu, terdapat 3 komponen utama raw material dalam proses produksi di PT The Univenus Serang, yaitu Jumbol roll, Plastik, dan karton.

5. Pengolahan Data

Data Historis Bahan Baku Plastik

Dalam proses *converting Facial Tissue*, bahan baku plastik digunakan sebagai *packaging* dari produk sebelum dimasukkan ke dalam karton. Berikut adalah data historis penggunaan bahan baku plastik selama tahun 2021:

Tabel 1. Data Pemakaian Plastik

Periode	69918585	69917089	69917532	69917085	Total
Jan-21	27.413	5.284	3974	5.993	42.664
Feb-21	20.473	7.103	7442	4.028	39.046
Mar-21	25.042	10.660	6688	5.819	48.209
Apr-21	26.169	7.829	1062	4.607	39.667
May-21	17.249	16.213	220	3.011	36.693
Jun-21	20.712	13.525	1800	2.962	38.999
Jul-21	15.549	19.134	5023	2.507	42.213
Aug-21	30.299	17.417	4500	660	52.876
Sep-21	23.615	18.715	7709	664	50.703
Oct-21	21.129	18.486	9501	3.230	52.346
Nov-21	20.552	15.747	7213	2.366	45.878
Dec-21	24.360	11.392	6757	2.693	45.202

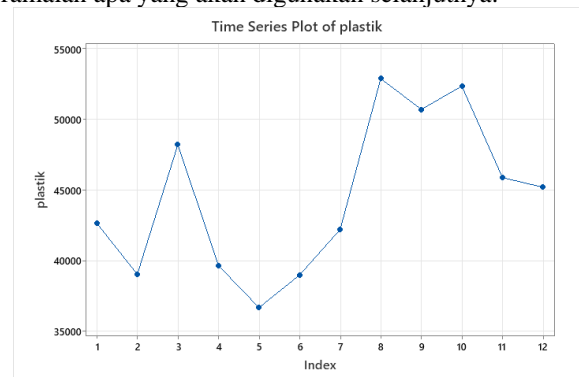
Berikut adalah data *lead time* bahan baku plastik untuk produk Tissue:

Tabel 2. Data leadtime plastik

No material	Lead Time (hari)
69918585	45
69917089	55
69917532	60
69917085	55

Plot Data

Setelah didapatkan data penggunaan bahan baku selama periode Januari 2021 – Desember 2021, data tersebut kemudian diagregatkan agar menjadi total data per bulan yang digunakan sebagai data historis dan digambarkan dalam sebuah plot data. Hal tersebut dilakukan sebelum metode peramalan dimulai. Plot Data berfungsi untuk melihat pola data yang terjadi pada data historis serta digunakan untuk menentukan metode peramalan apa yang akan digunakan selanjutnya.



Gambar 2. Pola Data Historis Penggunaan Bahan Baku Plastik Januari – Desember 2021

Dari hasil plot data yang telah dilakukan seperti gambar 2 di atas, diketahui bahwa pola data yang ditimbulkan dari data historis penggunaan bahan baku plastik adalah pola data musiman (seasonal). Oleh karena itu, metode forecasting yang digunakan ialah metode yang memperhitungkan adanya trend, musim dan juga randomness. Metode yang tepat untuk digunakan adalah metode Double Moving Average, Double Eksponensial Smoothing, dan Winter's Method.

Peramalan

Berikut adalah perhitungan peramalan demand dengan menggunakan Double Moving Average, Double Eksponensial Smoothing, dan Winter's Method.

1. Double Moving Average

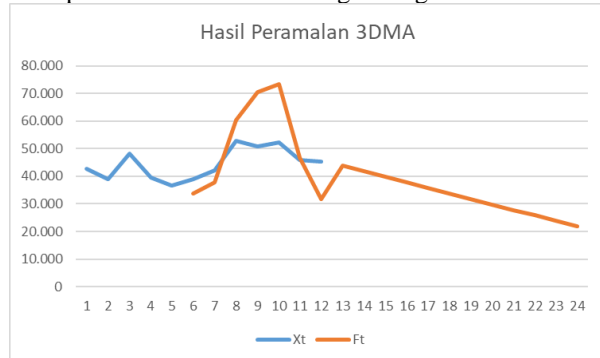
Peramalan dengan menggunakan metode Double Moving Average menggunakan Ms Excel, dapat dilihat seperti pada hasil perhitungan dibawah ini.

Tabel 3. Peramalan dengan menggunakan metode

Double Moving Average

Bulan	Xt	S'	S''	a	b	Ft	eror	eror ²	abs	abs PE
1	42.664									
2	39.046									
3	48.209	43.306								
4	39.667	42.307								
5	36.693	41.523	42.379	40667,53	-856					
6	38.999	38.453	40.761	36145,28	-2.308	33837,29	5.162	26.644.363	5161.818	13,23573
7	42.213	39.302	39.759	38844,1	-458	37928,8	4.284	18.353.827	4284,137	10,14887
8	52.876	44.696	40.817	48574,9	3.879	60211,77	-7.336	53.816.749	7335,99	13,87401
9	50.703	48.597	44.198	52996,03	4.399	70591,53	-19.889	395.563.261	19888,77	39,22621
10	52.346	51.975	48.423	55527,1	3.552	73288,21	-20.942	438.571.552	20942,1	40,00698
11	45.878	49.642	50.071	49213,25	-429	46638,59	-760	578.188	760.3867	1,657403
12	45.202	47.809	49.809	45808,63	-2.000	31808,64	13.393	179.370.276	13392,92	29,62933
13						43808,63	total	1.112.898.216	71.766	147,7785
14						41808,63			MAPE	21,11122
15						39808,63			MAD	10252,3
16						37808,63				
17						35808,64				
18						33808,64				
19						31808,64				
20						29808,64				
21						27808,65				
22						25808,65				
23						23808,65				
24						21808,65				

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data hasil peramalan Double moving average:



Gambar 3. Grafik hasil peramalan Double Moving Average

2. Double Eksponensial Smoothing

Peramalan dengan menggunakan metode Double Eksponensial Smoothing menggunakan Minitab, dapat dilihat seperti pada hasil perhitungan dibawah ini.

Method

Data plastik
Length 12

Smoothing Constants

α 0,747612 (level)
 γ 0,027265 (trend)

Accuracy Measures

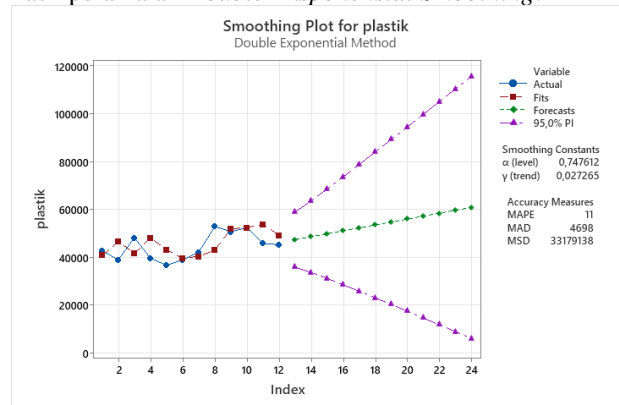
MAPE 11
MAD 4698

Forecasts

Period Forecast Lower Upper

13	47434,3	35923,2	58945
14	48658,9	33706,0	63612
15	49883,4	31209,3	68558
16	51107,9	28571,3	73645
17	52332,5	25853,6	78811
18	53557,0	23087,3	84027
19	54781,5	20289,1	89274
20	56006,1	17469,1	94543
21	57230,6	14633,4	99828
22	58455,1	11786,2	105124
23	59679,7	8930,3	110429
24	60904,2	6067,5	115741

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data hasil peramalan Double Eksponensial Smoothing:



Gambar 4. Grafik hasil peramalan Double Eksponensial Smoothing

3. Winter's Method

Peramalan dengan menggunakan Winter's Method menggunakan Minitab, dapat dilihat seperti pada hasil perhitungan dibawah ini.

Method

Model Multiplicative
type Method
Data plastik
Length 12

Smoothing Constants

α (level) 0,2
 γ (trend) 0,2
 δ (seasonal) 0,2

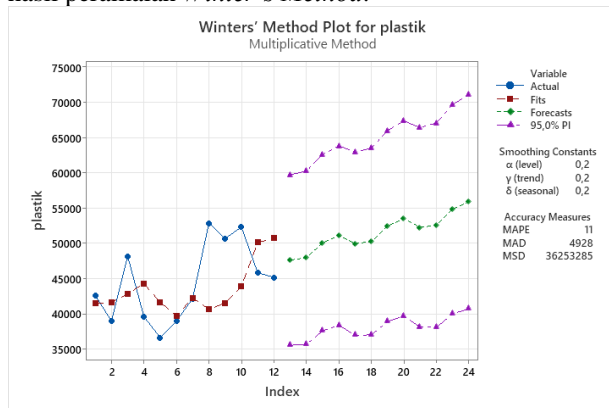
Accuracy Measures

MAPE 11
 MAD 4928

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
13	47656,9	35584,3	59729,5
14	47995,6	35733,9	60257,3
15	50116,1	37643,5	62588,7
16	51146,0	38441,9	63850,2
17	49969,5	37014,3	62924,8
18	50296,8	37071,9	63521,6
19	52490,4	38978,7	66002,2
20	53540,8	39725,9	67355,7
21	52282,2	38148,9	66415,5
22	52597,9	38132,0	67063,8
23	54864,8	40053,0	69676,5
24	55935,6	40765,6	71105,5

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data hasil peramalan *Winter's Method*:



Gambar 5. Grafik hasil peramalan *Winter's Method*

Hasil Perbandingan peramalan

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode Time Series, maka dilakukan pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria nilai error terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai error terkecil dilakukan dengan metode MAPE dan MAD. Diketahui bahwa hasil peramalan dengan metode Double Eksponensial Smoothing memiliki nilai error terkecil, yaitu MAPE sebesar 11 dan MAD sebesar 4698. Maka, data peramalan yang sebaiknya digunakan adalah hasil dari perhitungan peramalan metode Double Eksponensial Smoothing.

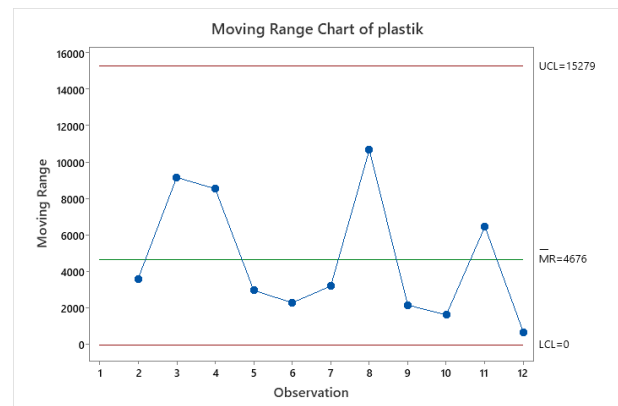
Validasi Hasil Peramalan

Diketahui hasil peramalan dengan metode Double Eksponensial Smoothing adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Peramalan metode terpilih

Bulan (2022)	Forecast
Januari	47435
Februari	48659
Maret	49884
April	51108
Mei	52333
Juni	53557
Juli	54782
Agustus	56007
September	57231
Oktober	58456
November	59680
Desember	60905

Setelah dilakukan perhitungan nilai error terkecil dengan metode MAPE dan MAD, maka diketahui bahwa metode terpilih adalah Double Eksponensial Smoothing selanjutnya dilakukan validasi dari hasil peramalan metode terpilih tersebut. Metode yang digunakan dalam validasi hasil peramalan adalah dengan metode Moving Range dengan hasil peramalan dan hasil validasi yang dilakukan dengan software minitab seperti pada grafik dibawah ini



Gambar 6. Grafik hasil validasi metode moving range

Berdasarkan grafik pengolahan data error tidak terdapat data yang berada diluar batas kendali. Sehingga dapat dinyatakan bahwa metode Double Eksponensial Smoothing valid dan dapat digunakan sebagai acuan untuk hasil peramalan selama 12 bulan kedepan.

Disagregasi

Setelah didapatkan hasil perhitungan forecast yang valid selama 12 bulan ke depan, kemudian hasil peramalan dapat disagregasi karena hasil peramalan didapatkan dari perhitungan data selama Januari 2021 sampai Desember 2021 dalam bentuk data agregat. Hasil

disagregasi ini menunjukkan penggunaan pada tiap bahan baku dimana terdapat 4 macam bahan baku, yaitu 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085. Berikut merupakan hasil disagregasi dari hasil peramalan:

Tabel 5. Disagregasi data hasil peramalan 2022

Bulan (2022)	69918585	69917089	69917532	69917085
Januari	24190	14334	5493	3421
Februari	24814	14703	5635	3509
Maret	25438	15074	5777	3597
April	26063	15443	5918	3686
Mei	26687	15814	6060	3774
Juni	27311	16183	6202	3862
Juli	27936	16554	6344	3951
Agustus	28561	16924	6486	4039
September	29185	17294	6627	4127
Oktober	29810	17664	6769	4215
November	30434	18034	6911	4304
Desember	31059	18404	7053	4392
Rata-rata	27624	16369	6273	3906

Perhitungan Safety Stock

Perhitungan safety stock dipengaruhi oleh standar deviasi dan lead time untuk setiap bahan baku. Service level yang akan digunakan dimulai dari 90% hingga 99%. Hal ini dilakukan agar perusahaan PT Univenus lebih leluasa dalam menentukan service level yang perusahaan inginkan. Berikut merupakan contoh perhitungan standar deviasi dengan nomor material 69918585:

$$std = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$std = \sqrt{\frac{(24190 - 27624)^2 + (24814 - 27624)^2 + \dots + (31059 - 27624)^2}{12 - 1}} = 2252$$

Berikut hasil rekapitulasi standar deviasi bahan baku plastik untuk keempat nomor material:

Tabel 6. Standar Deviasi bahan baku plastik

	69918585	69917089	69917532	69917085
std	2252	1334	511	318

Berikut merupakan contoh perhitungan safety stock dengan nomor material 69918585 dan service level 98%

$$\text{Safety stock} = \text{Standar Deviasi} \times Z \times \sqrt{\text{Leadtime (bulan)}}$$

$$= 2252 \times 2,05 \times \sqrt{1,5}$$

$$= 5654 \text{ kg}$$

Berikut hasil rekapitulasi data safety stock dengan service level 90-99% bahan baku plastik untuk keempat nomor material:

Tabel 7. Data safety stock dengan service level 90-99%

Service level	Z	69918585	69917089	69917532	69917085
90%	1,28	3530	2311	926	577
91%	1,34	3696	2419	969	604
92%	1,41	3889	2545	1020	635

93%	1,48	4082	2672	1071	667
94%	1,55	4275	2798	1121	698
95%	1,64	4523	2961	1186	739
96%	1,75	4826	3159	1266	788
97%	1,88	5185	3394	1360	847
98%	2,05	5654	3701	1483	923
99%	2,33	6426	4206	1685	1049

Perhitungan Min-Max Stock

Berikut ini merupakan contoh perhitungan batas minimum persediaan bahan baku plastic dengan NOMOR MATERIAL 69918585 dengan Service level 98%.

$$\text{Min} = (\text{Rata - rata Kebutuhan} \times \text{Leadtime}) + SS$$

$$= (27624 \times 1,5) + 5654$$

$$= 47.090 \text{ Kg}$$

$$\text{Max} = 2 \times (\text{Rata - rata Kebutuhan} \times \text{Leadtime}) + SS$$

$$= 2 \times (27624 \times 1,5) + 5654$$

$$= 88.526 \text{ Kg}$$

Berikut hasil rekapitulasi data persediaan minimum bahan baku plastik untuk keempat nomor material:

Tabel 8. Data persediaan minimum

Nomor Material	Min	Maks
69918585	47090	88526
69917089	33656	63611
69917532	14029	26575
69917085	8736	16549

Kuantitas Pemesanan

Berdasarkan dari hasil perhitungan *minimum* dan *maximum stock* maka dilakukan perhitungan jumlah yang dipesan dalam sekali pemesanan (Q) untuk bahan baku plastik. Berikut merupakan perhitungan jumlah yang dipesan dalam satu kali pemesanan (Q) untuk bahan baku plastic dengan NOMOR MATERIAL 69918585:

$$Q = \text{max stock} - \text{min stock}$$

$$Q = 88.526 - 47.090 = 41.436 \text{ kg}$$

Berikut hasil rekapitulasi data kuantitas pemesanan bahan baku plastik untuk keempat nomor material:

Tabel 9. Data kuantitas pemesanan

Nomor Material	Kuantitas
69918585	41436
69917089	29955
69917532	12546
69917085	7813

6. Analisis

Analisis Peramalan Bahan Baku

Pada data kebutuhan bahan baku plastik selama tahun 2021 yang telah dicatat, penulis melakukan peramalan demand untuk tahun 2022 dengan menggunakan metode time series. Peramalan bertujuan untuk mengetahui perkiraan kebutuhan bahan baku selama beberapa periode

ke depan, sehingga dapat diperkirakan berapa bahan baku yang akan digunakan pada beberapa periode kedepan dari metode peramalan tersebut.

Data yang telah dicatat kemudian diagregatkan untuk menjadi total data per bulan yang digunakan sebagai data historis dan digambarkan dalam sebuah grafik untuk mengetahui plot data. Hal tersebut dilakukan sebelum metode peramalan dimulai. Plot Data berfungsi untuk melihat pola data yang terjadi pada data historis serta digunakan untuk menentukan metode peramalan apa yang akan digunakan selanjutnya. Diketahui bahwa 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, oleh karena itu, metode forecasting yang digunakan pada laporan ini ialah metode yang memperhitungkan adanya trend dan musiman. Hal tersebut dapat dilihat dari pola data yang berulang pada setiap bulan-bulan tertentu yang biasanya memiliki hari-hari besar atau libur panjang seperti Hari Raya Idul Fitri, Hari Raya Natal, dan Tahun Baru. Oleh karena itu, metode forecasting yang digunakan ialah metode yang memperhitungkan adanya trend, musim dan juga randomness. Metode yang tepat untuk digunakan adalah metode Double Moving Average, Double Eksponensial Smoothing, dan Winter's Method. Peramalan dilakukan untuk mendapatkan demand pada 12 bulan kedepan atau periode 2022.

Perhitungan Peramalan dengan metode Double Moving Average dilakukan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel dan length sebesar 3. Hasil dari peramalan tersebut menghasilkan error sebesar 21% dengan metode MAPE dan 10252,3 dengan metode MAD. Untuk perhitungan peramalan dengan metode Double Eksponensial Smoothing dilakukan menggunakan software minitab dengan α (level) sebesar 0,747612 dan γ (trend) sebesar 0,027265. Hasil dari peramalan tersebut menghasilkan error sebesar 11% dengan metode MAPE dan 4698 dengan metode MAD. Perhitungan peramalan dengan metode terakhir yaitu Winter's Method dilakukan menggunakan software minitab dengan α (level), γ (trend), dan δ (seasonal) masing-masing sebesar 0,2. Hasil dari peramalan tersebut menghasilkan error sebesar 11% dengan metode MAPE dan 4928 dengan metode MAD. Dari perbandingan error yang ada, dapat ditentukan metode terbaik adalah metode yang memiliki error terkecil baik dari MAPE dan MAD, yaitu metode Double Eksponensial Smoothing.

Setelah melakukan verifikasi error dan mendapatkan metode terbaik, maka selanjutnya dilakukanlah validasi dari hasil peramalan metode terpilih tersebut. Metode yang digunakan dalam validasi hasil peramalan adalah dengan metode Moving dengan hasil peramalan dan hasil validasi yang dilakukan dengan software minitab. Berdasarkan Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa data dalam grafik tidak ada yang berada diluar batas kendali UCL

dan LCL masing-masing sebesar 0 dan 15279 dan rata-rata MR sebesar 4676. Sehingga dapat dinyatakan bahwa metode Double Eksponensial Smoothing valid dan dapat digunakan sebagai acuan untuk hasil peramalan selama 12 bulan kedepan atau periode 2022.

Analisis Perhitungan Safety Stock

Safety stock merupakan suatu bagian dari persediaan pada perusahaan yang digunakan sebagai pengaman selama proses pengadaan dilakukan. Dengan adanya persediaan pengaman, maka dapat menghindari terjadinya kekurangan bahan (stock out) pada perusahaan sehingga proses produksi tidak terhambat dan dapat berjalan seperti semestinya. Pada perhitungan safety stock, diperlukan data rentang waktu (lead time) pemesanan dari setiap bahan baku plastik agar diketahui jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan oleh perusahaan. Leadtime yang dibutuhkan PT The Univenus Serang untuk mendapatkan bahan baku plastik sampai di perusahaan adalah sebesar 45 hari untuk nomor material 69918585, 55 hari untuk nomor material 69917089, 60 hari untuk nomor material 69917532, dan 55 hari untuk nomor material 69917085. Selain lead time, perhitungan safety stock juga dipengaruhi oleh service level dari perusahaan, yaitu seberapa besar nilai persentase yang ingin dicapai perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Service level yang ditentukan oleh PT The Univenus Serang adalah sebesar 98%. Setelah dilakukan perhitungan, maka usulan safety stock PT The Univenus Serang untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 5654 kg untuk nomor material 69918585, 3701 kg untuk nomor material 69917089, 1483 kg untuk nomor material 69917532, dan 923 kg untuk nomor material 69917085.

Analisis Perhitungan Minimum dan Maximum Stock

Minimum Stock adalah saat atau titik dimana pemesanan kembali harus diadakan sehingga kedatangan atau penerimaan bahan tepat pada waktunya dimana jumlah persediaan sama dengan safety stock. Metode ini dilakukan dengan mengendalikan jumlah minimum persediaan dengan mengatur rencana pemesanan persediaan sehingga tidak terjadi kekurangan (stockout) atau kelebihan persediaan (overstock). Setelah dilakukan perhitungan minimum inventory, maka diketahui minimum inventory bahan baku plastik untuk periode Januari-Desember 2022 pada nomor material 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085 berturut-turut adalah sebesar 47090 kg, 33656 kg, 14029 kg, dan 8736 kg untuk service level 98%.

Sedangkan, maximum inventory adalah jumlah maximum yang diperbolehkan untuk disimpan dalam persediaan atau batas maximum persediaan bahan baku yang harus digudang sehingga pada saat proses produksi tidak terjadi pemborosan biaya simpan. Setelah dilakukan perhitungan maximum inventory, maka diketahui

maximum inventory bahan baku plastik untuk periode Januari-Desember 2022 pada nomor material 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085 berturut-turut adalah sebesar 88526 kg, 63611 kg, 26575 kg, dan 16549 kg untuk service level 98%.

Kebijakan Pemesanan

Berdasarkan dari hasil perhitungan minimum dan maximum stock maka dilakukan perhitungan jumlah yang dipesan dalam sekali pemesanan (Q) untuk bahan baku bahan baku plastik pada nomor material 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085 berturut-turut adalah sebesar 41436 kg, 29955 kg, 12546 kg, dan 7813 kg dalam satu kali pemesanan.

7. 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 Double Exponential Smoothing memiliki nilai error terkecil yaitu sebesar 11% dengan MAPE dan 4698 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 didapatkan dengan metode Double Exponential Smoothing adalah Januari sebesar 47435 kg, Februari sebesar 48659 kg, Maret sebesar 49884 kg, April sebesar 51108 kg, Mei sebesar 52333 kg, Juni sebesar 53557 kg, Juli sebesar 54782 kg, Agustus sebesar 56007 kg, September sebesar 57231 kg, Oktober sebesar 58456 kg, November sebesar 59680 kg, dan Desember sebesar 60945 kg.
2. Berdasarkan perhitungan dan Service level PT The Univenus Serang adalah sebesar 98%, maka usulan safety stock PT The Univenus Serang untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 5654 kg untuk nomor material 69918585, 3701 kg untuk nomor material 69917089, 1483 kg untuk nomor material 69917532, dan 923 kg untuk nomor material 69917085.
3. Berdasarkan Nomor material 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085, Maksimum inventory untuk periode Januari-Desember 2022 berturut-turut sebesar 88526 kg, 63611 kg, 26575 kg, dan 16549 kg. Sedangkan, Minimum inventory berturut-turut sebesar 47090 kg, 33656 kg, 14029 kg, dan 8736 kg untuk service level 98%.

4. Berdasarkan NOMOR MATERIAL 69918585, 69917089, 69917532, dan 69917085, Usulan kebijakan pemesanan yaitu melakukan pemesanan berturut-turut sebanyak 41436 kg, 29955 kg, 12546 kg, dan 7813 kg dalam satu kali pesan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilah, S. N., Andreas, & Zahedi. (2008). Metode Pengendalian Persediaan Bahan Baku Crude Coconut Oil Yang Optimal Pada PT. PSE. INESEA, Vol. 9 No.2 Universitas Bina Nusantara.
- Gaspersz, V.f (2004). *Production Planning And Inventory Control*. Jakarta : Gramedia.
- Handoko, T. H. (2011). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi* (1 ed.). Yogyakarta: BPFE.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Indrajit, R., & Djokopranoto. (2003). *Konsep Manajemen Supply Chain: Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan Bagi Perusahaan Modern di Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Widiasaranan Indonesia.
- Surabaya: Guna Widya.
- Ristono, A. (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- S. Chopra and P. Meindl, *Supply Chain Management: Global Edition*. 2016. http://www.pearsoned.co.uk/books/hop/detail.asp?item=1000000044_5856
- Subagyo;Pangestu. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPPE UGM
- Sumayang, L. (2003). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Thanki, S. J., & Thakkar, J. (2018). Interdependence analysis of lean-green implementation challenges: A case of Indian SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(2), 295–328. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2017-0067>