

USULAN PERENCANAAN PERAMALAN & SAFETY STOCK PERSEDIAAN SPAREPART ADAPTER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES PADA PT INDO TAMBANGRAYA MEGAH

Atifah Jasmine Salsabilah*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 Indo Tambangraya Megah merupakan salah satu bagian dari perusahaan batu bara terbesar di Indonesia pada bagian batubara dan pertambang. Pada praktiknya, diketahui bahwa masalah demand yang tidak sesuai forecast kerap mengganggu persediaan yang telah direncanakan untuk periode selanjutnya. Terutama pada sparepart adapter karena memiliki lead time yang berbeda beda. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang peramalan bahan baku sesuai metode time series serta memberi usulan kuantitas setiap kali pemesanan dengan metode safety stock dan reorder point. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan perhitungan menggunakan beberapa metode peramalannya yaitu metode 3 Double Moving Average, 5 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, dan Holt Winter Method untuk mengetahui seberapa besar pemakaian pada periode selanjutnya. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan bahwa metode peramalan terbaik menggunakan metode Holt Winter Method dengan didapatkan error terkecil dari metode lainnya, dan didapatkan hasil forecasting dengan metode terpilih untuk memprediksi demand selama 12 bulan kedepan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif berikut forecastnya secara berurutan, 88, 88, 77, 77, 76, 78, 77, 81, 75, 79, 83, 73.

Kata kunci: Forecasting, Time Series, Safety Stock, Metode Reorder Point

Abstract

PT Indo Tambangraya Megah is one of the largest coal companies in Indonesia in terms of coal and mining. In practice, it is known that unforeseen problem request often disrupt planned supplies for the next time. Especially on spare part adapters because they have different lead times. Therefore, this study aims to design forecasting of raw materials according to the time series method and to offer quantity bids each time an order is made using the safety stock and reorder point methods. Based on these problems, calculations are carried out using several forecasting methods, namely the 3 Double Moving Average, 5 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and the Holt Winter Method to find out how much is used in the next period. Based on the results of data processing, it was found that the best forecasting method used the Holt Winter Method with the smallest error obtained from the other methods, and the forecasting results obtained with the selected method to predict demand for the next 12 months using the Holt Winter Multiplicative method and the forecast sequentially, 88, 88, 77, 77, 76, 78, 77, 81, 75, 79, 83, 73.

Keyword: Forecasting, Time Series, Safety Stock, Reorder Point

1. Pendahuluan

Salah satu sektor yang paling penting dalam sumber energi di Indonesia yaitu batubara sebagai salah satu sumber energi utama dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan menetapkan

*Penulis Korespondensi.
atifahjasminesalsabi@undip.ac.id

target produksi batubara yang cukup tinggi Selain itu, Pemerintah juga meningkatkan produksi batubara untuk kebutuhan dalam negeri dan ekspor, Produksi batubara yang cukup tinggi dapat meningkatkan ketersediaan energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi impor. Dengan itu, beberapa industri sangat bergantung pada batubara sebagai bahan utama dan sumber energi penting yaitu industri pembangkit listrik, industri kimia, industri baja, industri pertambangan dan industri semen.

PT Indo Tambangraya Megah merupakan salah satu perusahaan dengan produsen batubara terbesar di Indonesia. Dalam hal proses produksi PT Indo Tambangraya Megah tidak memproduksi langsung batubara, tetapi dengan mengeksplorasi, mengekstrak, mengolah, dan menjual batubara kepada pembeli domestik dan internasional. Perusahaan ini mengekspor sebagian besar produksi

batubaranya ke negara-negara seperti China, India, Korea Selatan, dan negara-negara lain di wilayah Asia Pasifik. ITM juga memiliki fasilitas pengolahan batubara yang memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan nilai tambah produknya.

Berdasarkan wawancara dan diskusi yang dilakukan dengan kepala MSBP (*Management Sistem Business Process*) diketahui bahwa masalah permintaan yang tidak sesuai forecast mengganggu persediaan yang telah direncanakan untuk periode selanjutnya. Terutama pada *sparepart* adapter, *sparepart* adapter ini terdapat 3 bagian dalam pembelian *sparepart*nya diantaranya yaitu *fast moving*, *slow moving* dan *medium moving* yang dimana memiliki lead time yang berbeda beda. Hal ini disebabkan PT Indo Tambangraya Megah memiliki kebutuhan yang berbeda beda, seperti yang mudah didapatkan yaitu *fast moving* , sulit didapatkan yaitu *slow moving* dan tidak begitu sulit dan tidak begitu mudah didapatkan yaitu *medium moving*.

Untuk menerapkan *safety stock* yang tepat pada PT Indo Tambangraya Megah. Maka perlu dilakukan forecasting terhadap permintaan *sparepart* adapter pada tahun 2020-2022. *Forecasting* atau peramalan merupakan kegiatan meramalkan permintaan suatu produk dan jasa di waktu mendatang dan peramalan ini merupakan hal yang penting dalam proses perencanaan dan pengawasan produksi, peramalan tersebut dapat dilakukan berdasarkan data-data historis sehingga dapat diketahui pola permintaan (Makridakis, 1992). Peramalan yang dilakukan menggunakan metode *time series* dikarenakan metode ini digunakan untuk peramalan kuantitatif data masa lalu. Metode ini digunakan untuk melihat pola data dari data historis pemakaian *sparepart* adaptor selama beberapa tahun terakhir untuk dapat dilakukan peramalan permintaan di masa mendatang dengan tepat. Diharapkan dengan meramalkan permintaan adapter tahun 2020- 2022 dan berdasarkan *lead time* dari adaptor dapat diperoleh nilai *safety stock* yang tepat untuk PT Indo Tambangraya Megah. Sehingga proses produksi dapat meningkat dengan optimal.

2. Studi Literatur

Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan proses memprediksi nilai suatu variabel di masa depan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dari masa lalu. Ini dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti keuangan, ekonomi, produksi, dan manajemen. Peramalan dapat membantu perusahaan dan organisasi mengambil keputusan yang lebih baik dengan menyediakan estimasi tentang apa yang akan terjadi di masa depan. Ada berbagai metode peramalan yang digunakan, termasuk *time series*, regresi, klasifikasi, clustering, dan *Artificial Neural Network*. (Makridakis S. W., 1998)

Metode Deret Waktu (Time Series)

Metode Peramalan *time series* pada umumnya berdasarkan atas pengguna analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variable waktu. Analisis ini mempelajari pola gerakan nilai variabel pada satu interval waktu tertentu. Hal ini bertujuan untuk

menemukan pola dalam deret historis dan menginterpolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang. Beberapa metode *time series* dijabarkan sebagai berikut (Muizzudin, 2014)

a. Metode *Double Moving Average*

Metode ini merupakan peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata- rata. Metode ini mempunyai sifat yaitu untuk menentukan ramalan pada periode mendatang membutuhkan data historis selama jangka waktu tertentu dan semakin panjang jangka waktunya maka *moving average* akan lebih halus yang artinya pada *moving average* dengan jangka waktu yang lebih panjang maka perbedaan ramalan terkecil dengan ramalan terbesar menjadi lebih kecil. Jenis- jenisnya ada *simple average*, *simple moving average*, *double moving average*, *weighted moving average*, *moving average with linier trend*. Penghitungan rata- rata bergerak adalah sebagai berikut:

$$MA = \frac{\sum (n \text{ Nilai data terbaru})}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Metode *Double Exponential Smoothing*

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan terjadinya suatu trend tertentu. *Exponential smoothing* dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diupdate setiap periode – level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing – masing periode. Trend adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode (Makridakis, 1999).

$$St = \alpha * Yt + (1 - \alpha) * (St - 1 + bt - 1) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$bt = \gamma * (St - St - 1) + (1 - \gamma) * bt - 1 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Ft + m = St + bt m \dots\dots\dots (2.8)$$

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

Merupakan metode peramalan yang dirumuskan 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 (Subagy, 2008)

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c} \dots\dots\dots (2.5)$$

Metode Perhitungan Error

Jumlah kesalahan peramalan bukan merupakan suatu ukuran yang tepat untuk menentukan seberapa efektif metode peramalan yang digunakan tetapi hanya merupakan ukuran bias atau selisih bias yang dihasilkan. Jumlah kesalahan yang dihasilkan akan mendekati nilai nol pada metode-metode peramalan regresi. Untuk menghindari masalah dimana nilai kesalahan peramalan positif menetralkan nilai kesalahan peramalan negatif maka beberapa alternatif metode kesalahan peramalan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Hartini, 2011)

1. Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{e_i^2}{n} \dots\dots\dots(2.18)$$

2. Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \dots\dots\dots(2.19)$$

3. Mean Forecast Error (MFE)

$$MFE = \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{n} \dots\dots\dots(2.20)$$

4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \dots\dots\dots(2.21)$$

Persediaan

Persediaan merupakan suatu aktiva lancar yang di dalamnya termasuk barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha normal, persediaan barang yang masih dalam pengerjaan proses produksi, ataupun persediaan bahan baku yang menunggu digunakan dalam proses produksi. Manajemen persediaan merupakan suatu cara untuk mengendalikan persediaan supaya dapat melakukan pemesanan tepat dengan biaya optimal. Konsep mengelola persediaan sangat penting diterapkan oleh perusahaan agar dapat efektif dan efisien. Setiap organisasi atau perusahaan memiliki beberapa jenis perencanaan dan pengendalian persediaan. Manajemen persediaan yang baik merupakan hal penting bagi perusahaan. Pada satu sisi, perusahaan dapat melakukan pengurangan biaya persediaan dengan cara menurunkan tingkat persediaan, tetapi pada sisi lainnya, konsumen tidak akan puas jika stok dari produk yang diinginkan habis. Oleh sebab itu, perusahaan harus mencapai keseimbangan antara investasi persediaan dan tingkat pelayanan kepada konsumen. (Arman, 2006)

Safety Stock

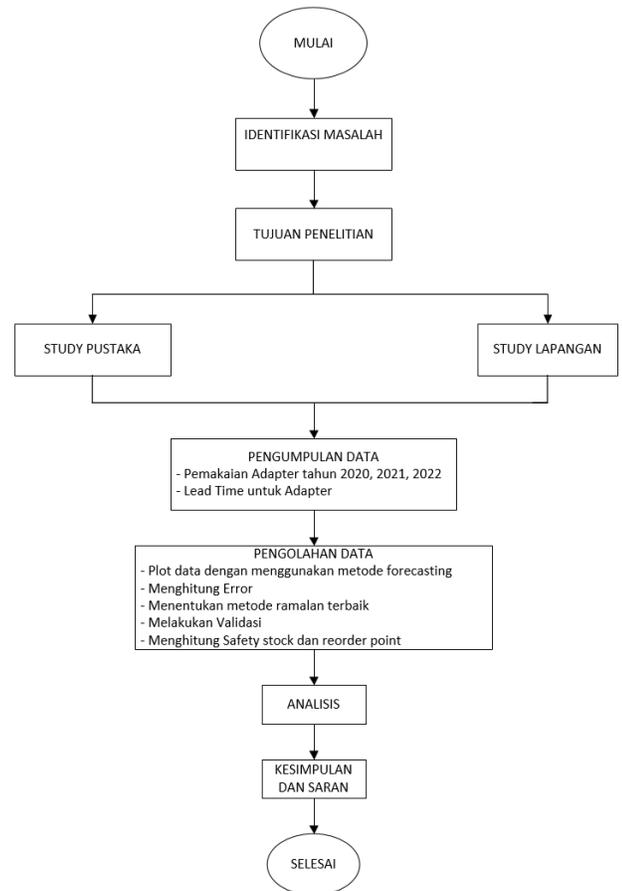
Safety stock memiliki fungsi yaitu untuk menghindari kesalahan dalam memperkirakan permintaan selama lead time. Besarnya nilai dari *safety stock* bergantung pada ketidakpastian supply maupun demand. Pada situasi normal, ketidakpastian supply dapat diawali dengan standar deviasi lead time dari supplier, yaitu waktu antar dari perusahaan memesan bahan baku sampai bahan baku atau material tersebut diterima (Pujawan, 2017).
 $Safety\ stock = Z\sigma\sqrt{L} \dots\dots\dots(2.22)$

Reorder Point

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau yang disebut dengan *reorder point* dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada (Baroroh, 2005). Berikut merupakan rumus perhitungan *reorder point*:
 $ROP = D \times LT + SS \dots\dots\dots(2.23)$

3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian Kerja Praktik pada PT Indo TambangRaya Megah.



Gambar 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

4. Tinjauan Sistem

PT Indo Tambangraya Megah adalah salah satu produsen batubara terkemuka di Indonesia. Perusahaan ini mulai beroperasi pada tahun 1992 dengan tambang batubara di Melak, Kalimantan Timur. Kemudian pada tahun 1994 ITM memulai operasi tambang di Berau, Kalimantan Timur. Pada tahun 1999, ITM memulai operasi tambang di Bengalon, Kalimantan Timur. Pada tahun 2008, ITM mengakuisisi PT Adimitra Baratama Nusantara (ABN), yang merupakan produsen batubara yang berbasis di Kalimantan Timur. Akuisisi ini meningkatkan kapasitas produksi batubara ITM dan menambah jumlah lokasi tambang yang dimiliki perusahaan. ITM juga memiliki fasilitas pengolahan batubara dan pemasaran yang lengkap. ITM dulunya merupakan anak perusahaan dari PT Bumi Resources Tbk, yang merupakan salah satu produsen batubara terkemuka di Indonesia dan saat ini telah menjadi perusahaan publik yang tercatat di Bursa Efek Indonesia. ITM beroperasi dengan prinsip-prinsip tata kelola perusahaan yang baik (*good corporate governance*) dan mengimplementasikan prosedur pengelolaan sesuai dengan standar internasional. ITM juga mengimplementasikan manajemen lingkungan yang baik untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat setempat.

5. Pengolahan Data

Data Historis Sparepart Adapter

Berikut merupakan data total sparepart adapter pada proses produksi batubara di PT Indo Tambangraya Megah selama 3 tahun terakhir dari tahun 2020, 2021, dan 2022.

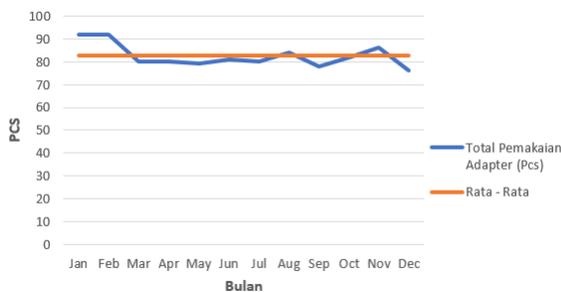
Tabel 1 Data Pemakaian Sparepart Adapter

t	Periode	Jumlah (Pcs)
1	Januari 2020	92
2	Februari 2020	92
3	Maret 2020	80
4	April 2020	80
5	Mei 2020	79
6	Juni 2020	81
7	Juli 2020	80
8	Agustus 2020	84
9	Septemeber 2020	78
10	Oktober 2020	82
11	November 2020	86
12	Desember 2020	81
	Jumlah	995
	Rata-rata	83

Plot data

Setelah didapatkan data penggunaan bahan baku selama periode Januari 2020 – Desember 2020, data tersebut kemudian diagregatkan menjadi total data perbulan 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 historis serta digunakan untuk menentukan metode peramalan apa yang akan digunakan selanjutnya.

Total Pemakaian Adapter (Pcs) Tahun 2020



Gambar 2 Grafik Pemakaian Adapter Batubara Tahun 2020

Dari hasil plot data yang telah dilakukan seperti gambar 2 diatas, diketahui bahwa pola data yang ditimbulkan data historis penggunaan sparepart adapter adalah pola data musiman (*seasonal*). Oleh karena itu, metode forecasting yang digunakan ialah metode yang memperhitungkan adanya trend, siklus, musiman dan keacakan. Metode yang tepat digunakan adalah metode *Double Moving Average*, *Double Eksponential Smoothing* dan *Holt Winter's Method*.

Peramalan

Berikut adalah perhitungan peramalan demand dengan

menggunakan metode *Double Moving Average*, *Double Eksponential Smoothing* dan *Holt Winter's Method*.

1. Double Moving Range

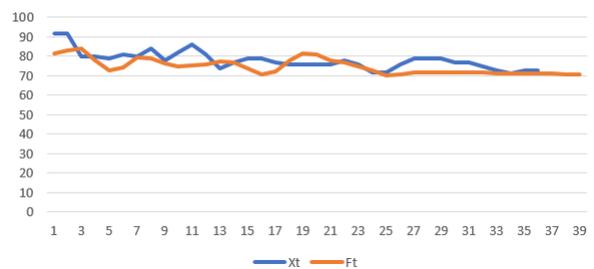
Peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* menggunakan *Ms Excel*, dapat dilihat pada hasil perhitungan dibawah ini.

Tabel 2. Peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average*

Periode	Xt	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error	Error ²	(PE)
1	92									
2	92									
3	80	88.00								
4	80	84.00								
5	79	79.67	83.89	75.44	-2.11					
6	81	80.00	81.22	78.78	-0.61	78.17	2.83	2.83	8.03	3.50%
7	80	80.00	79.89	80.11	0.06	80.17	-0.17	0.17	0.03	0.21%
8	84	81.67	80.56	82.78	0.56	83.33	0.67	0.67	0.44	0.79%
9	78	80.67	80.78	80.56	-0.06	80.50	-2.50	2.50	6.25	3.21%
10	82	81.33	81.22	81.44	0.06	81.50	0.50	0.50	0.25	0.61%
11	86	82.00	81.33	82.67	0.33	83.00	3.00	3.00	9.00	3.49%
12	81	83.00	82.11	83.89	0.44	84.33	-3.33	3.33	11.11	4.12%
13	74	80.33	81.78	78.89	-0.72	78.17	-4.17	4.17	17.36	5.63%
14	77	77.33	80.22	74.44	-1.44	73.00	4.00	4.00	16.00	5.19%
15	79	76.67	78.11	75.22	-0.72	74.50	4.50	4.50	20.25	5.70%
16	79	78.33	77.44	79.22	0.44	79.67	-0.67	0.67	0.44	0.84%
17	77	78.33	77.78	78.89	0.28	79.17	-2.17	2.17	4.69	2.81%
18	76	77.33	78.00	76.67	-0.33	76.33	-0.33	0.33	0.11	0.44%
19	76	76.33	77.33	75.33	-0.50	74.83	1.17	1.17	1.36	1.54%
20	76	76.00	76.56	75.44	-0.28	75.17	0.83	0.83	0.69	1.10%
21	76	76.00	76.11	75.89	-0.06	75.83	0.17	0.17	0.03	0.22%
22	78	76.67	76.22	77.11	0.22	77.33	0.67	0.67	0.44	0.85%
23	76	76.67	76.44	76.89	0.11	77.00	-1.00	1.00	1.00	1.32%
24	72	75.33	76.22	74.44	-0.44	74.00	-2.00	2.00	4.00	2.78%
25	72	73.33	75.11	71.56	-0.89	70.67	1.33	1.33	1.78	1.85%
26	76	73.33	74.00	72.67	-0.33	72.33	3.67	3.67	13.44	4.82%
27	79	75.67	74.11	77.22	0.78	78.00	1.00	1.00	1.00	1.27%
28	79	78.00	75.67	80.33	1.17	81.50	-2.50	2.50	6.25	3.16%
29	79	79.00	77.56	80.44	0.72	81.17	-2.17	2.17	4.69	2.74%
30	77	78.33	78.44	78.22	-0.06	78.17	-1.17	1.17	1.36	1.52%
31	77	77.67	78.33	77.00	-0.33	76.67	0.33	0.33	0.11	0.43%
32	75	76.33	77.44	75.22	-0.56	74.67	0.33	0.33	0.11	0.44%
33	73	75.00	76.33	73.67	-0.67	73.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
34	71	73.00	74.78	71.22	-0.89	70.33	0.67	0.67	0.44	0.94%
35	73	72.33	73.44	71.22	-0.56	70.67	2.33	2.33	5.44	3.20%
36	73	72.33	72.56	72.11	-0.11	72.00	1.00	1.00	1.00	1.37%
37						72.00		0.00		
38						71.89				
39						71.78				
40						71.67				
41						71.56				
42						71.44				
43						71.33				
44						71.22				
45						71.11				
46						71.00				
47						70.89				
48						70.78				
						Total				66.08%
						MAPE				2.13%

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data hasil peramalan *Double Moving Average*

Grafik Hasil Peramalan Metode 3 DMA



Gambar 3. Grafik hasil peramalan *Double Moving Average*

2. *Double Eksponensial Smoothing*

Peramalan dengan menggunakan metode *Double Eksponensial Smoothing* menggunakan E-views, untuk menemukan alpha dapat dilihat dari gambar dibawah ini.

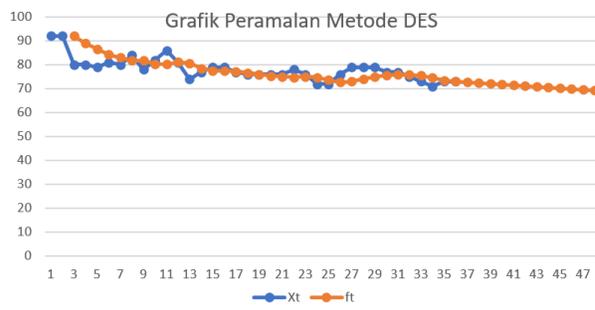
Date: 03/14/23 Time: 08:40
 Sample: 2020M01 2022M12
 Included observations: 36
 Method: Double Exponential
 Original Series: DEMAND
 Forecast Series: DOUBLEES

Parameters:	Alpha	0.1260
	Sum of Squared Residuals	430.1272
	Root Mean Squared Error	3.456585

End of Period Levels:	Mean	73.03962
	Trend	-0.309172

Gambar 4. Output Software Nilai Alpha Metode DES

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



Gambar 5. Grafik hasil peramalan *Double Eksponensial Smoothing*

3. Metode *Holt Winter* Multiplikasi

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

Method

Model Multiplicative
 Type Method
 Data Adapter
 Length 36

Smoothing Constants

α (level) 0.2
 γ (trend) 0.2
 δ (seasonal) 0.2

Accuracy Measures

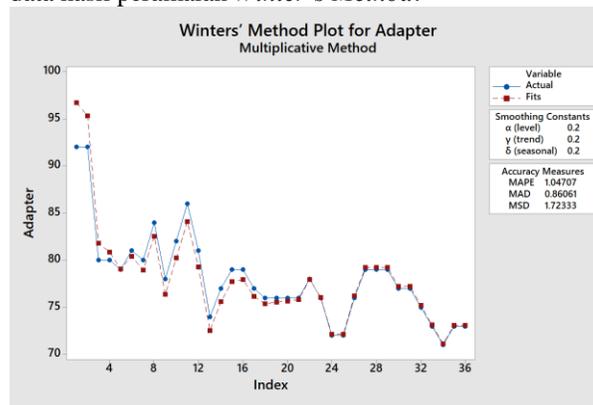
MAPE 1.01613
 MAD 0.83237
 MSD 1.61408

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	87.7061	85.6669	89.7454
38	87.8877	85.8165	89.9589
39	76.5677	74.4609	78.6746

40	76.6934	74.5474	78.8393
41	75.8387	74.6503	78.0270
42	77.8435	75.6095	80.0774
43	76.9446	74.6622	79.2270
44	80.8355	78.5019	83.1691
45	75.0836	72.6952	77.4709
46	78.9400	76.4964	81.3835
47	82.7817	80.2798	85.2837
48	73.1370	70.5745	75.6995

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



Gambar 6. Grafik hasil peramalan *Winter's Method*

Verifikasi

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *error* untuk masing-masing metode *forecasting*:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *error*

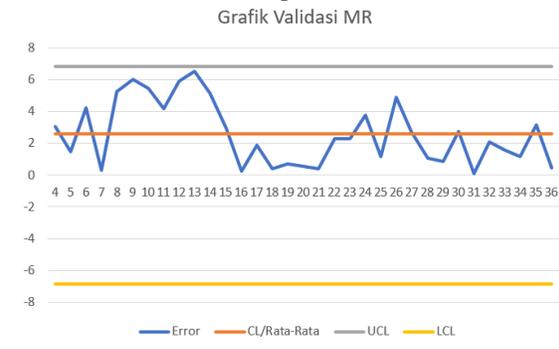
Metode	MAPE
3 DMA	2,13%
5 DMA	3,81%
DES	3,73%
Holt-Winter	1.04%

Validasi Hasil Forecasting Terpilih

Validitas yang digunakan dalam metode terpilih adalah untuk melihat pergerakan *error*nya. Apabila nilai *error* berada pada batas toleransi, maka metode dinyatakan valid. Namun jika terdapat nilai *error* yang berada di luar batas toleransi, maka harus diketahui apakah lonjakan permintaan baik positif maupun negatif akan terjadi lagi. Terdapat hal yang perlu di garis bawahi yakni jika penyebab *error* yang berada di luar batas toleransi tersebut dapat dikendalikan, maka metode terpilih tersebut masih bisa dipakai dengan melakukan penyesuaian terhadap periode yang terjadi lonjakan. Namun apabila penyebab tidak teridentifikasi dan tidak dapat dikendalikan, maka dicoba metode dengan *error* terkecil kedua untuk dipilih. Berdasarkan hasil grafik, diketahui sudah tidak ada *error* yang berada diluar batas toleransi. Berikut merupakan validasi dari hasil peramalan yang terpilih, yakni dengan menggunakan metode *Holt Winter Multiplikatif*.

Berikut merupakan grafik validasi metode terpilih yaitu

metode Holt Winter Multiplikatif



Gambar 7. Grafik Validasi Metode Terpilih

Dengan menggunakan hasil peramalan Holt Winter Multiplikatif didapatkan grafik seperti diatas dengan batas control $\pm 6,836$. Periode dinyatakan valid dan dapat dijadikan acuan untuk melakukan forecast demand untuk beberapa periode kedepan.

Menentukan Hasil Forecasting

Metode peramalan yang dipilih yaitu metode Holt Winter Multiplikatif yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan adapter untuk 12 bulan ke depan. Pada penelitian ini, peramalan menggunakan data tahun 2020, 2021, dan 2022. Berikut merupakan hasil forecasting untuk 12 bulan ke depan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif.

Tabel 4. Hasil Forecasting Adapter Tahun 2023

Periode	Bulan	Forecast
37	Januari 2023	88
38	Februari 2023	88
39	Maret 2023	77
40	April 2023	77
41	Mei 2023	76
42	Juni 2023	78
43	Juli 2023	77
44	Agustus 2023	81
45	September 2023	75
46	Oktober 2023	79
47	November 2023	83
48	Desember 2023	73

Rumusan Safety Stock

Safety stock yaitu persediaan yang direncanakan atau dipersiapkan dengan tujuan mengatasi keadaan yang tidak terduga. Misalnya seperti sparepart terlambat atau tidak pasti, banyak sparepart yang datang tidak sesuai kesepakatan karena masalah tertentu, kerusakan mesin, dan peningkatan demand secara tiba-tiba. Adanya safety stock tersebut dapat meminimalisir lost opportunity maupun lost sale yang sangat berdampak pada kepuasan pelanggan sehingga perusahaan akan mengalami kerugian.

Beberapa hal yang mempengaruhi jumlah safety stock bervariasi sesuai pada service level yang berbeda. Service level yang digunakan yaitu 90% dan 95%. Hal tersebut dilakukan agar PT Indo Tambangraya Megah lebih fleksibel dalam menentukan service level yang diinginkan

oleh perusahaan. Berikut merupakan perhitungan jumlah safety stock sparepart batubara:

$$\text{Safety Stock} = Z \times \text{Std Deviasi} \times \sqrt{m}$$

$$Z = 1,28 \text{ (Pada service level 90\%)}$$

$$Z = 1,96 \text{ (Pada service level 95\%)}$$

Z bernilai 1,28 untuk service level 90% dan bernilai 1,96 untuk service level 95%.

$$\text{Std} = \frac{\sqrt{((88-79)^2 + (88-79)^2 + (77-79)^2 + \dots + (73-79)^2)}}{12-1}$$

$$\text{Std} = 4,81$$

Lead time sparepart batubara sampai ke PT Indo Tambangraya Megah adalah 7 hari

- Maka safety stock sparepart batubara pada service level 90%

$$\text{Safety Stock} = 1,28 \times 4,81 \times \sqrt{7} = 6,16 \pm 6 \text{ pcs}$$

Safety stock dengan service level 90% sebesar 6 pcs

- Maka safety stock sparepart batubara pada service level 95%

$$\text{Safety Stock} = 1,96 \times 4,81 \times \sqrt{7} = 9,43 \pm 9 \text{ pcs}$$

Safety stock dengan service level 95% sebesar 9 pcs. Safety stock ini berfungsi sebagai antisipasi kehabisan atau kekurangan persediaan selama lead time, dikarenakan hal-hal yang tidak dapat diprediksi seperti permintaan yang meningkat secara tiba-tiba. Service level yang akan digunakan dimulai dari 90% dan 95%. Hal ini dilakukan agar perusahaan PT Indo Tambangraya Megah bebas dalam menentukan service level yang perusahaan inginkan. Perhitungan jumlah safety stock sparepart adapter dengan service level 90% sebesar 6 pcs dan safety stock dengan service level 95% sebesar 9 pcs.

Perhitungan Reorder Point

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau reorder point dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Rumus perhitungan reorder point ini adalah:

$$ROP = dLT + SS$$

Dimana:

ROP = Reorder Point

D = Rata-Rata Demand

LT = Lead Time

SS = Safety Stock

Adapun perhitungan waktu pemesanan kembali untuk sistem persediaan sparepart adapter PT Indo Tambangraya Megah adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Lead Time} = 0,233$$

$$D \times LT \text{ (Bulan Safety Stock)} = 79 \times 0,233 = 18,485$$

$$\text{Rata-Rata Demand 1 bulan} = 79 \text{ pcs}$$

$$\text{Safety Stock (Service level 90\%)} = 6 \text{ pcs}$$

$$\text{Safety Stock (Service level 95\%)} = 9 \text{ pcs}$$

$$\text{ROP (Service level 90\%)} = 18,485 + 6,16 \text{ pcs} = 24,645 \text{ pcs} \pm 25 \text{ pcs}$$

$$\text{ROP (Service level 95\%)} = 18,485 + 9,42 \text{ pcs} = 27,905 \text{ pcs} \pm 28 \text{ pcs}$$

Jadi, pemesanan sparepart batubara kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 25 pcs apabila menggunakan service level 90% dan 28 pcs apabila menggunakan service level 95%. Waktu pemesanan

kembali pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan *sparepart* di gudang tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya, tetapi perusahaan tidak memiliki standar *safety stock* untuk menentukan waktu kapan pemesanan kembali dilakukan sehingga pemesanan yang dilakukan terkadang terlalu cepat dan terkadang terlalu lambat.

6. Analisis

Analisis Pola Data

Langkah awal dalam memulai kegiatan *forecasting* yaitu menentukan plot data. Langkah tersebut dilakukan untuk melihat bagaimana bentuk kecenderungan dari permintaan suatu produk, pada penelitian ini yaitu permintaan dari *sparepart* adapter. Jika pola data dari adapter teridentifikasi, maka dapat ditentukan beberapa metode *forecasting* yang sesuai, lalu dapat dilakukan *forecasting*. Setelah dilakukan plot data masa lalu yaitu pemakaian *sparepart* adapter tahun 2020 – 2022, hasilnya menunjukkan bahwa data tersebut memiliki pola yang tidak beraturan tetapi cenderung *seasonal* atau musiman. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 2.

Analisis Metode Peramalan *Double Moving Average*

Metode *Double Moving Average* ini merupakan bagian dari metode peramalan *moving average*. Konsepnya dengan melakukan peramalan dengan mengambil sekelompok nilai peramalan, mencari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya. Istilah rata-rata bergerak digunakan, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan dipergunakan sebagai ramalan. DMA digunakan untuk perhitungan pada peramalan pola data yang cenderung linier. Terdapat 2 metode yang digunakan dalam *double moving average* pada penelitian ini yaitu 3 DMA dan 5 DMA. Dimana 3 DMA merata-rata data 3 periode dan 5 DMA merata-rata data 5 periode. Hasil peramalan dihitung sampai 12 periode ke depan. Dari hasil perhitungan MAPE yang dilakukan terdapat perbedaan nilai antara 3 DMA dengan 5 DMA. Hasil *error* MAPE 3 DMA diperoleh sebesar 2,13% sedangkan hasil *error* MAPE 5 DMA diperoleh sebesar 3,81%.

Analisis Metode *Double Exponential Smoothing*

Metode *Double Exponential Smoothing* (DES) merupakan metode yang hampir sama dengan metode SES, perbedaannya pada dilakukannya penurunan (S') pada DES. Nilai S' didapatkan dari data permintaan yang dikalikan dengan nilai α yang kemudian dijumlahkan dengan nilai S' periode sebelumnya yang telah dikalikan dengan nilai $(1 - \alpha)$. Nilai α merupakan konstanta *smoothing* yang nilainya terletak diantara 0 dan 1. Pada penggunaan metode DES ini, α didapatkan menggunakan *software* EViews. Nilai α yang digunakan pada perhitungan ini yaitu sebesar 0,126. Nilai α yang mendekati angka 0 menunjukkan bahwa semakin besar pembobotan kepada permintaan masa lalu dan semakin besar juga efek *smoothing*-nya pada *trend* data (stabilitas maksimal dengan responsif minimal). Perhitungan dilakukan dengan cara manual. Setelah dilakukan peramalan DES didapatkan hasil

peramalannya dengan nilai *error* MAPE sebesar 3,73%. Dari grafik hasil peramalan metode DES terlihat hasil peramalan tidak merepresentasikan realita yang terjadi pada perusahaan.

Analisis Metode *Holt Winter Multiplikatif*

Metode pemulusan eksponensial Winter dengan metode perkalian musiman (*multiplicative seasonal method*) yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi). Metode ini digunakan karena setiap musim penghujan selalu kekurangan bahan baku *sparepart* adapter. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Hasil peramalan dari *output software* menghasilkan nilai *error* MAPE sebesar 1,04%.

Analisis Metode Terpilih

Pada penelitian ini, metode peramalan yang digunakan yaitu 3 DMA, 5 DMA, DES, dan *Holt Winter*. Dari metode-metode tersebut akan didapatkan nilai *error* terkecil dimana metode dengan nilai *error* terkecil merupakan metode terbaik. Nilai *error* yang dijadikan acuan yaitu nilai *error* menggunakan MAPE karena pada perhitungan *error*-nya memiliki ketelitian yang lebih baik. Berdasarkan perhitungan *error* yang telah dilakukan didapatkan metode perhitungan data pola musiman dengan nilai MAPE terkecil yaitu metode *Holt Winter* dengan nilai MAPE sebesar 1,04%.

Analisis Validasi Metode Terpilih

Setelah didapatkan bahwa metode terbaik yaitu *Holt Winter*, maka dilakukan validasi data untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata dan variansi pada hasil pengolahan data. Untuk melakukan validasi data digunakan menggunakan metode *moving range*. Nilai rata-rata *error* pada metode *Holt Winter* adalah 2,570 ; UCL sebesar 6,836 ; dan LCL sebesar -6,836. Dilihat dari grafik validasi bahwa tidak terdapat nilai *error* yang melebihi batas UCL dan LCL, maka metode yang digunakan sudah valid.

Analisis *Safety Stock*

Safety stock merupakan persediaan yang direncanakan dan dipersiapkan untuk mengatasi keadaan yang tidak terduga. Contohnya terjadi kerusakan mesin, peningkatan *demand* secara tiba-tiba, dan kedatangan bahan baku yang tidak sesuai jumlah atau terlambat. Adanya *safety stock* akan meminimalisir adanya *lost sale* ataupun *lost opportunity* yang sangat berpengaruh pada kepuasan para pelanggan yang akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi jumlah *safety stock* bervariasi sesuai dengan *service level* yang berbeda pula. *Service level* yang digunakan yaitu 90% dan 95%. Hal tersebut dilakukan agar PT Indo Tambangraya Megah lebih fleksibel dalam menentukan *service level* yang diinginkan oleh perusahaan. *Lead time* juga mempengaruhi jumlah *safety stock*, *lead time* dari *sparepart* adapter 7 hari. Perhitungan jumlah *safety stock* *sparepart* adapter dengan *service level* 90% sebesar 6 pcs dan *safety stock* dengan *service level* 95% sebesar 9 pcs.

Analisis *Reorder Point*

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau *reorder point* dilakukan untuk menentukan pada *level*

persediaan berupa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Diketahui *lead time* dari *sparepart adaptor* yaitu 7 hari atau 0,233 Bulan. Pemesanan *sparepart adaptor* kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan mencapai level 25 pcs, jika menggunakan service level 90% dan 28 pcs jika menggunakan service level 95%.

7. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari laporan kerja praktik di PT Indo Tambangraya Megah pada divisi MSBP:

1. Dari hasil peramalan serta perhitungan dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan *sparepart adaptor* untuk 12 bulan ke depan. Karena pola data permintaan *seasonal*, maka metode *time series* dapat diterapkan pada PT Indo Tambangraya Megah. Dengan hasil peramalan untuk bulan Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 sebesar sebesar 88, 88, 77, 77,76,78, 77, 81, 75, 79, 83 dan 73 dalam *pieces*.
2. Mengacu pada hasil pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode *time series* dengan perhitungan *Holt Winter* Multiplikatif merupakan metode terbaik dengan melihat hasil *error* terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 1,02% maka hasil peramalan terpilih yaitu dengan metode *Holt Wintr* Multiplikatif.
3. Melalui hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki *safety stock* sebesar 6 pcs dengan *service level* 90% dan sebesar 9 pcs dengan *service level* 95%. Jumlah adaptor yang telah dilakukan *forecast* dapat dijadikan pertimbangan dalam memesan *sparepare adaptor* dengan memperhatikan *leadtime*.
4. Berdasarkan *lead time* pemesanan adaptor dan *safety stock*, waktu pemesanan kembali *reorder point sparepart* adaptor dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 25 pcs, jika menggunakan *service level* 90% dan 28 pcs jika menggunakan *service level* 95%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan kepada PT Indo Tambangraya Megah:

1. Melakukan pergantian metode peramalan dengan menjadikan jumlah *error* sebagai parameter pemilihan metode agar hasil peramalan dapat dengan dekat memprediksi jumlah permintaan di masa yang akan datang.
2. Perusahaan dapat melakukan peninjauan kembali dalam menggunakan kebijakan data bulanan sebelumnya dalam pengolahan data permintaan dan perencanaan produksi. Hal ini untuk memimalkan biaya ganti rugi karena tidak dapat memenuhi permintaan hingga akhir bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto. (1993). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Arman. (2006). *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Assauri. (2004). *ANALISIS PERAMALAN PENJUALAN PRODUK KERIPIK PISANG*.
- Baroroh, A. (2005). *Analisis Time Series, Trend, dan Regresi Berganda dengan Minitab*. Bogor.
- Hadi, S. (2003). *Aplikasi excel untuk analisis keuangan*.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Hendra, K. (2009). *Manajemen Produksi : Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Andi.
- Indrajit. (2003). *Manajemen Persediaan*. Jakarta : Gramedia .
- Iriawan, N. (2006). *Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan minitab14*.
- Kaplan, R. S. (1998). *Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance*. Harvard Business School Press.
- karya Nag, P. K. (n.d.). *Power Plant Engineering*.
- Makridakis. (1999). *Metode Peramalan*. Jakarta .
- Makridakis, S. W. (1998). *Forecasting: methods and applications (Vol. 2)*. New York: Wiley.
- Muizzudin. (2014). *Permodelan deret waktu* .
- Porter, M. E. (1996). *What Is Strategy*. Harvard Business Review.
- Pujawan. (2017). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Shah, S. K. (1985). *Coal-Fired Power Generation Handbook*.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supranto. (1984). *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi*. Jakarta : Erlangga.
- Taylor. (2004). *Manufacturing Operations Management*. Berlin : Scientific Europe Ltd.