

Usulan Perbaikan Pengendalian Perencanaan Peramalan & Safety Stock Pada Persediaan Spare Part GEARBOX Dengan Menggunakan Metode Time Series pada PT Indo Tambangraya Megah

Radytian Deiwantara*¹, Dr. Ir. Heru Prastawa, DEA.,²

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

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

Abstrak

Pt Indo Tambangraya Megah merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang industry batubara. pada penelitian ini, telah diketahui terdapat sebuah masalah demand pada stock gearbox yang berada pada level minimum yang dapat memungkinkan terjadinya overstock. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah forecasting perangkat gearbox sesuai dengan metode time series dan memberikan usulan terhadap kuantitas pada setiap kali pembelian perangkat gearbos dengang menggunakan metode safety stock dan reorder point. Metode yang dilakukan pada forecasting ini menggunakan 4 metode 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. Dari hasil pengolahan data yang dilakukan maka didapatkan bahwa metode terbaik untuk digunakan pada peramalan ini adalah metode Holt Winter Method dengan didapatkan error terkecil dari metode lainnya. Pada pengolahan data juga didapatkan hasil peramalan untuk 12 periode kedepannya dengan hasil sebagai berikut 62,61,60,61,62,63,61,60,60,6160, dan 60

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

Abstract

[Title: Proposed Improvement of Forecasting & Safety Stock Planning Control on GEARBOX Spare Part Inventory Using the Time Series Method at PT Indo Tambangraya Megah] PT Pt Indo Tambangraya Megah is a company engaged in the coal industry. in this research, it is known that there is a demand problem on gearbox stock which is at a minimum level that can allow overstock. Therefore, this study aims to design a forecasting of gearbox devices according to the time series method and provide suggestions for the quantity at each purchase of gearbox devices by using safety stock and reorder point methods. The method used in this forecasting uses 4 methods, namely the 3 Double Moving Average method, 5 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Holt Winter Method to find out how much usage in the next period. From the results of data processing carried out, it is found that the best method to use in this forecasting is the Holt Winter Method method with the smallest error obtained from other methods. In data processing, the results of forecasting for the next 12 periods are also obtained with the following results 62,61,60,61,62,63,61,60,60,6160, and 60

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

1. Pendahuluan

batu bara merupakan suatu sumber energi yang berbahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan organik yang terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen. Batubara mempunyai asal usul yang berasal dari tumbuhan zaman purba yang sudah terkonsolidasi antara stara batuan lainnya dan diubah oleh kombinasi pengaruh tekanan dan panas

selama berjuta juta tahun sehingga dapat membentuk sebuah lapiran batubara, Manfaat dari batu bara yaitu sebagai sebuah bahan baku untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan beberapa kegiatan industry lainnya seperti campuran pada proses peleburan besi dan baja, campuran pada industry semen, bahan baku pada industry kimia, dan masih banyak lagi (Abdul, 2000).

PT Indo Tambangraya Megah Tbk adalah sebuah perusahaan publik di Indonesia yang bergerak di bidang investasi, terutama di sejumlah anak perusahaan yang bergerak di bidang

*Penulis Korespondensi

Email: radytianeiwantara@students.ac.id

pertambahan. Setelah melakukan diskusi dan wawancara kepada kepala bidang *Asset management and General Affair (GA)* yang membawahi divisi *Asset Management* dan *Inventory Management and Warehouse*, diketahui terdapat sebuah permasalahan yang ada pada warehouse ITM yaitu pada masalah ketidaksesuaian peramalan pada masalah permintaan yang mengganggu persediaan pada warehouse ITM untuk periode-periode yang akan datang. Permasalahan yang didapatkan yaitu pada *sparepart Gearbox*. Hal tersebut disebabkan karena pada PT ITM ini mempunyai kebutuhan yang berbeda-beda, seperti barang yang sering keluar masuk warehouse yaitu *fast moving*, yang jarang keluar masuk warehouse yaitu *slow moving* dan yang kondisi masuk warehouse tidak sering dan tidak jarang yaitu *medium moving*.

Dengan data historis tertentu, peramalan adalah teknik untuk memperkirakan nilai masa depan. Ilmu untuk memprediksi kejadian di masa depan adalah definisi lain dari peramalan. Sementara itu, aktivitas peramalan ini dapat digunakan untuk menjalankan fungsi bisnis yang bertujuan untuk meramalkan penjualan dan penggunaan suatu produk agar dapat menghasilkan jumlah produk yang tepat. Dalam manajemen produksi/operasi, peramalan juga digunakan untuk membuat keputusan tentang pilihan proses, perencanaan kapasitas, tata letak fasilitas, serta berbagai keputusan yang sedang berlangsung dalam perencanaan, penjadwalan, dan persediaan (Supranto, 1984).

Ketika membuat keputusan, peramalan ini memiliki manfaat yang jelas. Sebuah keputusan dikatakan tepat dan baik jika memiliki dasar untuk merenungkan apa yang mungkin terjadi setelah keputusan tersebut diterapkan atau, dalam beberapa kasus, jika keputusan tersebut dapat mempertimbangkan apa yang mungkin terjadi di masa depan jika keputusan tersebut diambil (Hartini S., 2011).

Pada penyelesaian masalah ini diperlukan untuk melakukan penerapan yang tepat pada PT Indo Tambangraya Megah. Maka perlu dilakukan terlebih dahulu pengumpulan data dari *sparepart gearbox* pada tahun 2020-2022 sehingga dapat dilakukan peramalan pada *sparepart* tersebut. *Forecasting* atau peramalan adalah suatu kegiatan meramalkan sebuah permintaan suatu produk atau jasa pada waktu yang akan datang. Pada sebuah proses perencanaan sebuah produksi peramalan merupakan suatu hal yang sangat penting, peramalan tersebut dilakukan dengan melihat pada data historis dari

suatu perusahaan agar dapat diketahui pola permintaannya (makridakis, 1999).

Salah satu metode peramalan adalah metode *time series*, metode ini dapat digunakan untuk peramalan kuantitatif dengan merujuk kepada data masa lalu. Dengan melihat pada data historis pemakaian *spare part gearbox* pada PT ITM dari tahun 2020 – 2022 dan berdasarkan pada *lead time* dari *gearbox* dapat diperoleh nilai *safety stock* yang tepat untuk PT Indo Tambangraya Megah sehingga proses produksi pada PT ITM ini dapat berjalan dengan efektif.

2. Studi Litelaut

Peramalan

Peralaman atau *forecast* adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan yang menggunakan beberapa data di masa lalu. Peralaman atau *forecast* juga digunakan dalam melakukan manajemen produksi/operasi, untuk membuat keputusan-keputusan yang menyangkut bagaimana pemilihan proses, perencanaan kapasitas dan layout fasilitas serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus menerus berkenaan dengan perencanaan, scheduling dan persediaan

Metode Time Series

Time Series adalah sebuah metode peramalan yang digunakan untuk meramalkan suatu kondisi pada masa yang akan datang dengan mengacu pada data di masa lalu dengan asumsi proses yang bersifat stabil. Pada metode *Time Series* langkah-langkah yang dilakukan untuk meramalkan keadaan di masa depan yaitu diawali dengan melihat pola dating yang terbentuk dari data masa lalu.

Metode-metode yang digunakan dalam model deret waktu (*time series*), antara lain :

- **Single Moving Average (SMA)**

Single Moving Average adalah metode peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata-rata tersebut. *Single Moving Average* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i$$

X_i = Data pengamatan pada waktu ke-t

F_{t+1} = Nilai ramalan pada waktu ke-t+1 dengan menggunakan metode *single moving average*

- **Double Moving Average (DMA)**

Pada *double moving average* terdapat tiga aspek yaitu:

- Menggunakan *single moving average* pada waktu t
- Terjadi penyesuaian antara *single moving – double moving average* ($S'_t - S''_t$) pada saat t.

- Terjadi penyesuaian trend $t - N + 1$
Aspek-aspek ini dapat dilihat pada persamaan-persamaan peramalan berikut:

$$S't = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} xi}{N}$$

$$S''t = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} S, i}{N}$$

$$at = S't + (S't - S''t) = 2S't - S''t$$

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

$$ft + m = at + bt . m$$

- **Double Exponential Smoothing (DES)**

Metode ini hamper sama dengan metode SES, tetapi pada metode ini penghalusan dilakukan berganda.

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

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

$$at = S't + (S't - S''t) = 2S't - S''t$$

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

$$Ft + m = at + bt . m$$

- **Metode Holt Winter (Holt's Winter Method)**

Metode ini merupakan metode peramalan yang dikemukakan oleh *holt* dengan menggunakan persamaan kuadrat. Metode dilakukan dengan melihat pada data yang berjenis flustuasi atau mengalami gelombang pasang surut. Metode *holt-winter* adalah perkembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana yang menggunakan tiga konstanta pemulusan, yaitu konstanta untuk pemulusan keseluruhan level, pemulusan kecenderungan (trend), dan pemulusan musiman (Subagyo, 1993)

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

$$Y_{+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c}$$

Dengan bentuk pemulusan model ini sebagai berikut

- a) Pemulusan keseluruhan (*level*)

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

- b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

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

- c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

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

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

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

$$L_c = \frac{1}{c}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_c)$$

$$T_c = \frac{1}{k} \left(\frac{y_{c+1} - y_1}{c} + \frac{y_{c+2} - y_2}{c} + \dots + \frac{y_{c+k} - y_k}{c} \right)$$

Dengan c yaitu Panjang musiman dan K yang adalah konsntanta pembagi terhadap Panjang musiman. Sedangkan pemulusan dapat menggunakan nilai awal berikut:

- *Holt-Winter Multiplikatif*

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

- *Holt-Winter Aditif*

$$S_k = Y_k - L_c$$

dengan $k = 1, 2, 3, \dots$. Selanjutnya nilai-nilai parameter α, β , dan γ dapat ditentukan melalui program linear dengan tujuan untuk meminimumkan

Metode Perhitungan Error

secara umum perhitungan *error* suatu peramalan dapat dijabarkan sebagai berikut (Hartini S. , 2011)

$$et = dt - d't$$

Dimana :

et = kesalahan pada periode ke- i

dt = nilai sesungguhnya pada periode ke- i

$d't$ = nilai hasil peramalan pada periode ke- i

jumlah pada kesalahan peramalan bukan merupakan suatu ukuran yang biasa digunakan untuk menentukan apakah suatu metode peramalan tersebut efektif atau tidak tetapi hanya menjadi ukuran bias atau selisih bias yang dihasilkan. Jumlah dari kesalahan yang dihasilkan akan mendekati nilai nol pada metode- metode peramalan regresi. Untuk dapat menghindari masalah dimana nilai kesalahan positif menetralkan nilai kesalahan peramalan negative maka harus dilakukan beberapa metode kesalahan peramalan yang biasa dilakukan yaitu (Hartini S. , 2011)

1. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSE = \frac{\sum ei^2}{n}$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |ei|}{n}$$

3. *Mean Forecast Error (MFE)*

$$MFE = \frac{\sum ei}{n}$$

4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum |PE_t|}{n}$$

Safety Stock

safety stock adalah persediaan tambahan yang dijaga sebagai cadangan untuk melindungi perusahaan dari ketidakpastian dalam permintaan atau waktu pemesanan. Fungsi dari *safety stock* ini adalah untuk menghindari kesalahan dalam memperkirakan permintaan selama lead time. Besarnya nilai dari *safety stock* ini bergantung pada ketidakpastian dari supply maupun demand. Pada saat situasi normal, ketidakpastian supply ini dapat diawali dengan standar deviasi lead time dari supplier, yaitu waktu antar yang dimulai dari pemesanan bahan baku sampai bahan baku dapat diterima (Heizer & Render, 2004).

Reorder Point

Perhitungan *reorder point* adalah perhitungan yang digunakan untuk menghitung kapan sebuah perusahaan harus memesan ulang kembali barang yang ingin ditentukan. Reorder point dilakukan untuk menentukan dilevel berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada (Baroroh, 2005). Berikut merupakan perhitungan dari reorder point:

$$ROP = D \times LT + SS$$

Dimana :

ROP = Reorder Point

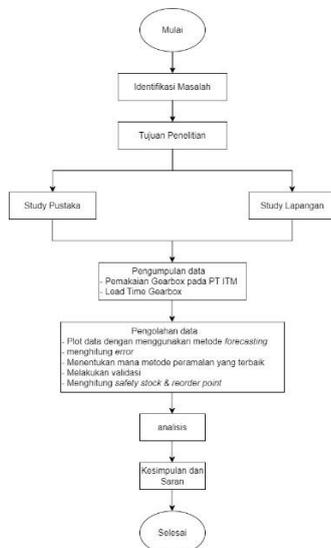
D = Rata-rata Demand

LT = Lead Time

SS = Safety stock

3. Metodo Penelitian

Berikut adalah metodologi penelitian *flowchart* metodologi penelitian kerja praktek pada PT Indo Tambangraya megah



Gambar 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Tahap pertama pada pengerjaan kerja praktik pada PT Indo Tambangraya Megah adalah mengidentifikasi apa saja masalah yang ada pada perusahaan tersebut dengan melakukan penelitian dan wawancara langsung terhadap karyawan karyawan mengenai proses produksi. Permasalahan yang ditemukan yaitu adanya kekurangan maupun kelebihan *stock* pada *sparepart* gearbox pada proses produksi yang akan berdampak pada hasil akhirnya. Selanjutnya Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengendalian persediaan *sparepart* Gearbox dengan menggunakan metode Time Series dan analisis pola data.

Studi Pustaka dikerjakan untuk Menjelaskan terkait teori apa saja yang digunakan dalam pembuatan laporan. Studi pustaka didapatkan melalui buku dan referensi lain seperti makalah dan jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian, Kemudian Studi lapangan ini mempunyai tujuan yaitu untuk mengamati kondisi langsung terhadap apa yang terjadi di lapangan dan melakukan wawancara langsung terhadap pekerja di perusahaan, dengan tujuan untuk mengamati proses yang terjadi pada perusahaan.

Proses pengumpulan data dilakukan di Asset Management dan Inventory Management and Warehouse/ Produksi PT Indo Tambangraya Megah pada tanggal 26 Desember 2022 – 26 Januari 2023. Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan topik penelitian yang dibahas. Data yang dikumpulkan terdiri dari 2 jenis yaitu, Data primer yang sudah didapatkan salah satunya dengan menggunakan metode wawancara mengenai data lead time manufaktur maupun data lead time pengiriman *sparepart* gearbox dan Data sekunder adalah data yang didapatkan tanpa harus melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang ingin diamati. Untuk data sekunder yang didapat pada perusahaan, ini didapatkan dengan meminta arsip file perusahaan terkait pemakaian bahan baku selama 3 tahun terakhir (2020- 2022). Data ini digunakan sebagai inputan dalam melakukan forecasting demand bahan baku selama 12 bulan kedepan.

Pengolahan data adalah suatu tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Tujuan dari pengolahan data ini adalah mendapatkan suatu hasil dari permasalahan yang sudah dicari sebelumnya sehingga dari hasil pengolahan data tersebut dapat menjawab pertanyaan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Tahap awal dalam mengolah data adalah melakukan peramalan terhadap *sparepart* gearbox dengan mempertimbangan metode apa yang paling sesuai dengan masalah ini. Selanjutnya setelah dilakukan peramalan terhadap *sparepart* yang ingin di bahas,

dilanjutkan dengan menghitung perhitungan error pada setiap metode agar diketahui metode mana yang mempunyai error terkecil. Metode yang mempunyai error terkecil akan diujivalidasi apakah ada nilai error. Jika demikian, kontrol dapat diterapkan pada bagian periode yang berada di luar batas kontrol. Teknik ini diganti dengan teknik yang memiliki kesalahan terkecil kedua, namun, jika sumber kesalahan yang keluar dari batas kontrol tidak ditentukan dalam jangka waktu tertentu. Dengan hasil peramalan, bisnis dapat menyesuaikan metode pasokan bahan baku agar sesuai dengan permintaan di masa depan, dan idealnya tingkat layanan akan meningkat. Data leadtime yang terkumpul juga akan digunakan untuk menentukan stok pengaman yang efektif dan ambang batas pemesanan ulang untuk bisnis PT Indo Tambangraya Megah..

Setelah hasil ditemukan, hasil tersebut akan diperiksa dan dibandingkan dengan ide-ide yang relevan untuk menarik kesimpulan dari masalah yang dihadapi. Item yang dianalisis adalah produk akhir dari pemrosesan data sebelumnya. Mengevaluasi persediaan pengaman yang disarankan untuk memastikan bahwa persediaan tersebut efektif dan mampu memenuhi permintaan sambil mempertahankan tingkat layanan yang diinginkan..

Tahap terakhir pada metodologi penelitian adalah membrikan kesimpulan dan saran terhadap PT Indo Tambangraya Megah. Kesimpulan diberikan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Saran adalah suatu opini yang dikemukakan yang dapat memberikan manfaat serta dapan dijadikan bahan pertimbangan untuk memperbaiki perusahaan kedepannya

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah salah 1 dari data historis pemakaian *sparepart gearbox* pada tahun 2020 – 2022 berikut adalah data pada tahun 2020

Table 1. Pemakaian Gearboc tahun 2020

| t | Periode | Jumlah (pcs) |
|---|----------------|--------------|
| 1 | Januari 2020 | 65 |
| 2 | Februari 2020 | 65 |
| 3 | Maret 2020 | 63 |
| 4 | Apr-20 | 62 |
| 5 | Mei 2020 | 62 |
| 6 | Juni 2020 | 62 |
| 7 | Juli 2020 | 59 |
| 8 | Agustus 2020 | 59 |
| 9 | September 2020 | 60 |

| | | |
|-----------|---------------|-------|
| 10 | Oktober 2020 | 61 |
| 11 | November 2020 | 61 |
| 12 | Desember 2020 | 58 |
| Jumlah | | 737 |
| Rata-rata | | 61,42 |

Setelah didapatkan data historis pemakaian *sparepart gearbox* pada tahun 2020, data tersebut akan diguakan untuk diagregatkan agar menjadi total dari data perbulan makan akan digunakan sebagai pengumlan data yang melibatkan keadaan masa lalu dan dibuat plot data untuk menggambarkannya.



Gambar 2. Plot data 2020

Dapat dilihat pada gambar diatas menggunakan *sparepart gearbox* mempunyai pola musiman. Kegiatan selanjutnya adalah melakukan peramalan menggunakan 3 metode yaitu *Double Moving Average*, *Double Eksponential Smoothing* dan *Holt Winter's Method*.

Berikut adalah perhitungan dari *forecasting* menggunakan metode *Double Moving Average*, *Double Eksponential Smoothing* dan *Holt Winter's Method*.

a. *Double Moving Average*

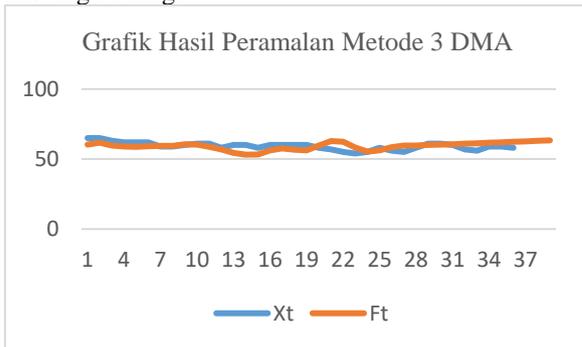
Metode pertama yang akan digunakan untuk melakukan *forecasting demand* adalah *Double Moving Average* dengan nilai $T=3$ dan $T=5$

- 3 DMA

| Periode | Xt | S' | S'' | a | b | Ft | Error | Error' | Error'' | PE |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 1 | 65 | | | | | | | | | |
| 2 | 65 | | | | | | | | | |
| 3 | 65 | 64,33 | | | | | | | | |
| 4 | 62 | 63,33 | | | | | | | | |
| 5 | 62 | 63,33 | 63,33 | -0,50 | | | | | | |
| 6 | 62 | 62,00 | 62,56 | 61,44 | -0,38 | 61,17 | 0,83 | 0,83 | 0,69 | 1,34% |
| 7 | 59 | 61,00 | 61,78 | 60,22 | -0,39 | 59,83 | 0,83 | 0,83 | 0,69 | 1,41% |
| 8 | 59 | 60,00 | 61,00 | 59,00 | -0,50 | 58,50 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 0,85% |
| 9 | 60 | 59,33 | 60,11 | 58,56 | -0,39 | 58,17 | 1,83 | 1,83 | 3,36 | 3,06% |
| 10 | 61 | 60,00 | 59,78 | 60,22 | 0,11 | 60,33 | 0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,09% |
| 11 | 61 | 60,67 | 60,00 | 61,33 | 0,33 | 61,67 | -0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,09% |
| 12 | 58 | 60,00 | 60,22 | 59,78 | -0,11 | 59,67 | -1,67 | 1,67 | 2,78 | 2,87% |
| 13 | 60 | 59,67 | 60,11 | 59,22 | -0,23 | 59,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,67% |
| 14 | 60 | 59,33 | 59,67 | 59,00 | -0,17 | 58,83 | 1,17 | 1,17 | 1,38 | 1,94% |
| 15 | 58 | 59,33 | 59,44 | 59,22 | -0,08 | 59,22 | -1,17 | 1,17 | 1,38 | 2,03% |
| 16 | 60 | 59,33 | 59,33 | 59,33 | 0,00 | 59,33 | 0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,11% |
| 17 | 60 | 59,33 | 59,33 | 59,33 | 0,00 | 59,33 | 0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,11% |
| 18 | 60 | 60,00 | 59,56 | 60,44 | 0,22 | 60,67 | -0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,11% |
| 19 | 60 | 60,00 | 59,78 | 60,22 | 0,11 | 60,33 | -0,33 | 0,33 | 0,11 | 0,54% |
| 20 | 58 | 59,33 | 59,78 | 58,89 | -0,33 | 58,67 | -0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,15% |
| 21 | 57 | 58,33 | 59,22 | 57,44 | -0,44 | 57,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00% |
| 22 | 55 | 56,67 | 58,11 | 55,22 | -0,73 | 54,50 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 0,93% |
| 23 | 54 | 55,33 | 56,78 | 53,89 | -0,73 | 53,17 | 0,83 | 0,83 | 0,69 | 1,54% |
| 24 | 55 | 54,67 | 55,56 | 53,78 | -0,44 | 53,33 | 1,67 | 1,67 | 2,78 | 3,03% |
| 25 | 58 | 55,67 | 55,22 | 56,11 | 0,22 | 56,33 | 1,67 | 1,67 | 2,78 | 2,87% |
| 26 | 56 | 56,33 | 55,56 | 57,11 | 0,39 | 57,50 | -1,50 | 1,50 | 2,25 | 2,89% |
| 27 | 55 | 56,33 | 56,11 | 56,56 | 0,11 | 56,67 | -1,67 | 1,67 | 2,78 | 3,03% |
| 28 | 58 | 56,33 | 56,33 | 56,33 | 0,00 | 56,33 | 1,67 | 1,67 | 2,78 | 2,87% |
| 29 | 61 | 58,00 | 56,89 | 59,11 | 0,56 | 59,67 | 1,33 | 1,33 | 1,78 | 2,19% |
| 30 | 61 | 60,00 | 58,11 | 61,89 | 0,94 | 62,83 | -1,83 | 1,83 | 3,36 | 3,03% |
| 31 | 60 | 60,67 | 59,56 | 61,78 | 0,56 | 62,33 | -2,33 | 2,33 | 5,44 | 3,89% |
| 32 | 57 | 59,33 | 60,00 | 58,67 | -0,33 | 58,33 | -1,33 | 1,33 | 1,78 | 2,34% |
| 33 | 56 | 57,67 | 59,22 | 56,11 | -0,78 | 55,33 | 0,67 | 0,67 | 0,44 | 1,19% |
| 34 | 59 | 57,33 | 58,11 | 56,56 | -0,39 | 56,17 | 2,83 | 2,83 | 8,03 | 4,89% |
| 35 | 59 | 58,00 | 57,67 | 58,33 | 0,17 | 58,50 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 0,85% |
| 36 | 58 | 58,67 | 58,00 | 59,33 | 0,33 | 59,67 | -1,67 | 1,67 | 2,78 | 2,87% |
| 37 | | | | | | 59,67 | | 0,00 | | |
| 38 | | | | | | 60,00 | | | | |
| 39 | | | | | | 60,33 | | | | |
| 40 | | | | | | 60,67 | | | | |
| 41 | | | | | | 61,00 | | | | |
| 42 | | | | | | 61,33 | | | | |
| 43 | | | | | | 61,67 | | | | |
| 44 | | | | | | 62,00 | | | | |
| 45 | | | | | | 62,33 | | | | |
| 46 | | | | | | 62,67 | | | | |
| 47 | | | | | | 63,00 | | | | |
| 48 | | | | | | 63,33 | | | | |
| Total | | | | | | | | | | 60,45% |
| MAPE | | | | | | | | | | 1,85% |

Gambar 3. Perhitungan 3DMA

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



Gambar 4. Grafik 3 DMA

- 5DMA

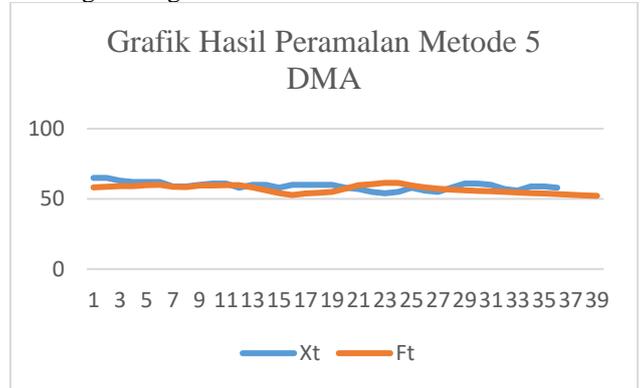
| Periode | Xt | S' | S'' | a | b | Ft | Error | Error' | Error'' | PE |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 1 | 65 | | | | | | | | | |
| 2 | 65 | | | | | | | | | |
| 3 | 65 | | | | | | | | | |
| 4 | 62 | | | | | | | | | |
| 5 | 62 | 65,40 | | | | | | | | |
| 6 | 62 | 62,80 | | | | | | | | |
| 7 | 59 | 61,60 | | | | | | | | |
| 8 | 59 | 60,80 | | | | | | | | |
| 9 | 60 | 60,40 | 61,80 | 59,00 | -0,70 | | | | | |
| 10 | 61 | 60,20 | 61,16 | 59,34 | -0,48 | 58,20 | 2,70 | 2,70 | 7,29 | 4,43% |
| 11 | 61 | 60,00 | 60,60 | 59,40 | -0,30 | 58,76 | 2,24 | 2,24 | 5,02 | 3,87% |
| 12 | 58 | 59,80 | 60,24 | 59,56 | -0,22 | 59,10 | -1,10 | 1,10 | 1,21 | 1,89% |
| 13 | 60 | 60,00 | 60,00 | 59,80 | -0,04 | 59,84 | 0,66 | 0,66 | 0,74 | 1,43% |
| 14 | 60 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 0,00 | 59,88 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,20% |
| 15 | 58 | 59,40 | 59,84 | 58,96 | -0,22 | 60,00 | -2,00 | 2,00 | 4,00 | 3,45% |
| 16 | 60 | 59,20 | 59,68 | 58,72 | -0,24 | 58,74 | 1,26 | 1,26 | 1,59 | 2,19% |
| 17 | 60 | 59,60 | 59,64 | 59,56 | -0,02 | 58,48 | 1,12 | 1,12 | 2,31 | 2,53% |
| 18 | 60 | 59,60 | 59,56 | 59,64 | 0,02 | 59,54 | 0,46 | 0,46 | 0,21 | 0,77% |
| 19 | 60 | 59,60 | 59,48 | 59,72 | 0,06 | 59,66 | 0,34 | 0,34 | 0,12 | 0,37% |
| 20 | 58 | 59,60 | 59,52 | 59,68 | 0,04 | 59,78 | -0,78 | 0,78 | 3,17 | 3,07% |
| 21 | 57 | 59,00 | 59,48 | 58,52 | -0,24 | 59,72 | -2,72 | 2,72 | 7,40 | 4,77% |
| 22 | 55 | 58,00 | 59,16 | 58,84 | -0,58 | 58,28 | -3,28 | 3,28 | 10,76 | 5,86% |
| 23 | 54 | 56,80 | 58,00 | 55,00 | -0,90 | 56,26 | -2,26 | 2,26 | 5,11 | 4,19% |
| 24 | 55 | 55,80 | 57,84 | 55,76 | -1,02 | 54,10 | 0,90 | 0,90 | 0,81 | 1,64% |
| 25 | 58 | 55,80 | 57,08 | 54,52 | -0,64 | 52,74 | 5,26 | 5,26 | 27,67 | 9,07% |
| 26 | 56 | 55,60 | 56,40 | 54,80 | -0,40 | 53,88 | 2,12 | 2,12 | 4,49 | 3,79% |
| 27 | 55 | 55,60 | 55,92 | 55,28 | -0,16 | 54,40 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 1,09% |
| 28 | 58 | 56,40 | 55,84 | 56,96 | 0,18 | 55,12 | 2,88 | 2,88 | 8,29 | 4,97% |
| 29 | 61 | 57,60 | 58,20 | 59,00 | 0,70 | 57,24 | 3,76 | 3,76 | 14,14 | 6,18% |
| 30 | 61 | 58,20 | 56,80 | 59,72 | 0,76 | 59,70 | 1,50 | 1,50 | 1,80 | 2,13% |
| 31 | 60 | 59,00 | 57,36 | 60,64 | 0,82 | 60,48 | -0,48 | 0,48 | 0,23 | 0,80% |
| 32 | 57 | 59,40 | 58,12 | 60,68 | 0,64 | 61,46 | -4,46 | 4,46 | 19,89 | 7,82% |
| 33 | 56 | 59,00 | 58,64 | 59,36 | 0,18 | 61,22 | -5,22 | 5,22 | 28,30 | 9,30% |
| 34 | 59 | 58,60 | 58,84 | 58,56 | -0,12 | 59,24 | -0,54 | 0,54 | 0,29 | 0,92% |
| 35 | 59 | 58,20 | 58,84 | 57,56 | -0,32 | 58,24 | 0,76 | 0,76 | 0,58 | 1,29% |
| 36 | 58 | 57,80 | 58,60 | 57,00 | -0,40 | 57,24 | 0,76 | 0,76 | 0,58 | 1,31% |
| 37 | | | | | | 58,60 | | | | |
| 38 | | | | | | 56,20 | | | | |
| 39 | | | | | | 55,80 | | | | |
| 40 | | | | | | 55,40 | | | | |
| 41 | | | | | | 55,00 | | | | |
| 42 | | | | | | 54,60 | | | | |
| 43 | | | | | | 54,20 | | | | |
| 44 | | | | | | 53,80 | | | | |
| 45 | | | | | | 53,40 | | | | |
| 46 | | | | | | 53,00 | | | | |
| 47 | | | | | | 52,60 | | | | |
| 48 | | | | | | 52,20 | | | | |
| Total | | | | | | | | | | 86,51% |
| MAPE | | | | | | | | | | 3,32% |

Gambar 3. Perhitungan 3DMA

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

Gambar 5. Perhitungan 4 DMA

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



Gambar 6. Grafik 5 DMA

- b. *Double Eksponensial Smoothing*

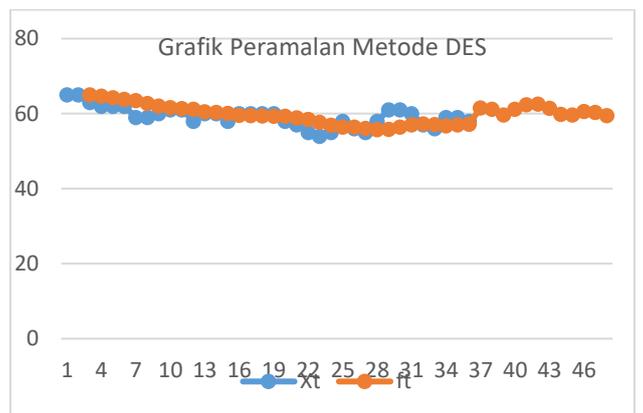
Peramalan dengan menggunakan metode *Double Eksponensial Smoothing* menggunakan E-views, untuk menemukan alpha dapat dilihat dari gambar dibawah ini

Date: 04/02/23 Time: 16:21
 Sample: 2020M01 2022M12
 Included observations: 36
 Method: Double Exponential
 Original Series: DEMAND
 Forecast Series: DOUBLES

| | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------|
| Parameters: | Alpha | 0.0800 |
| | Sum of Squared Residuals | 328.8715 |
| | Root Mean Squared Error | 3.022469 |
| End of Period Levels: | Mean | 56.27465 |
| | Trend | -0.172302 |

Gambar 7. Perhitungan E-views

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



Gambar 8. Grafik perhitungan DES

- c. *Holt Winter's Method.*

metode ini menggunakan *software* minitab untuk perhitungan sebagai berikut

Multiplicative Method

Data Demand
Length: 36

Smoothing Constants

α (level) 0.9
 γ (trend) 0.1
 δ (seasonal) 0.5

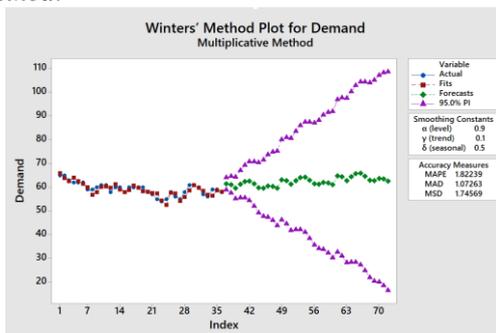
Accuracy Measures

MAPE 1.82239
MAD 1.07263
MSD 1.74569

Forecasts

| Period | Forecast | Lower | Upper |
|--------|----------|---------|--------|
| 37 | 61.5332 | 58.9053 | 64.161 |
| 38 | 61.1606 | 57.6508 | 64.670 |
| 39 | 59.6886 | 55.1081 | 64.269 |
| 40 | 61.2431 | 55.5081 | 66.978 |
| 41 | 62.4333 | 55.5018 | 69.365 |
| 42 | 62.6055 | 54.4532 | 70.757 |
| 43 | 61.4301 | 52.0432 | 70.817 |
| 44 | 59.8614 | 49.7309 | 70.492 |
| 45 | 59.6923 | 47.8114 | 71.573 |
| 46 | 60.5663 | 47.4304 | 73.702 |
| 47 | 60.3843 | 45.9900 | 74.779 |
| 48 | 59.5370 | 43.8812 | 75.192 |

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



Gambar 9. Grafik Perhitungan *Winter*

Metode selanjutnya dilakukan verifikasi terdapat semua perhitungan yang telah dilakukan lalu dicari nilai error tercil dari metode yang digunakan. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan dari 3 metode :

Tabel 2. Rekap perhitungan error

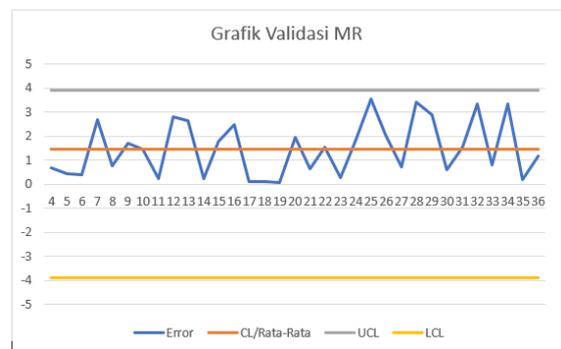
| Metode | MAPE |
|-------------|--------|
| 3 DMA | 1,95 % |
| 5 DMA | 3,32% |
| DES | 3,27% |
| Holt-Winter | 1,83% |

Setelah diketahui nilai error terkecil maka didapatkan forecasting terpilih dari metode *holt-Winter* dari metode yang dihitung sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Forecasting

| Periode | Bulan | Forecast |
|---------|----------------|----------|
| 37 | Januari 2023 | 62 |
| 38 | Februari 2023 | 61 |
| 39 | Maret 2023 | 60 |
| 40 | April 2023 | 61 |
| 41 | Mei 2023 | 62 |
| 42 | Juni 2023 | 63 |
| 43 | Juli 2023 | 61 |
| 44 | Agustus 2023 | 60 |
| 45 | September 2023 | 60 |
| 46 | Oktober 2023 | 61 |
| 47 | November 2023 | 60 |
| 48 | Desember 2023 | 60 |

Setelah dilakukan perhitungan nilai error terkecil dengan metode MAPE, maka diketahui bahwa peramalan metode terpilih adalah *holt-Winter* 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 10. Grafik validasi

Dengan menggunakan hasil peramalan Holt Winter Multiplikatif didapatkan grafik seperti diatas dengan batas control 3.888. Periode dinyatakan valid dan dapat dijadikan acuan untuk melakukan forecast *demand* untuk beberapa periode kedepan.

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%.

$$\text{Std} = \frac{\sqrt{((62-61)^2 + (61-61)^2 + (60-61)^2 + \dots + (61-61)^2)}}{12-1}$$

$$\text{Std} = 0,996 \% \approx 1 \%$$

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

- Maka *safety stock sparepart* batubara pada *service level* 90%

$$\text{Safety Stock} = 1,28 \times 1\% \times \sqrt{7} = 1,28 \approx 1 \text{ pcs}$$

Safety stock dengan *service level* 90% sebesar 1 pcs

- Maka *safety stock sparepart* batubara pada *service level* 95%

$$\text{Safety Stock} = 1,96 \times 1\% \times \sqrt{7} = 1,96 \approx 2 \text{ pcs}$$

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

Diketahui:

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

$$\text{Rata-Rata Demand 1 bulan} = 59 \text{ pcs}$$

$$D \times LT \text{ (Bulan Safety Stock)} = 59 \times 0,233 = 13,799$$

$$\text{Safety Stock (Service level 90\%)} = 1,28 \approx 1 \text{ pcs}$$

$$\text{Safety Stock (Service level 95\%)} = 1,96 \approx 2 \text{ pcs}$$

$$\text{ROP (Service level 90\%)} = 13,799 + 1,28 \text{ pcs} = 15,079 \text{ pcs} \approx 15 \text{ pcs}$$

$$\text{ROP (Service level 95\%)} = 13,799 + 1,96 \text{ pcs} = 15,759 \text{ pcs} \approx 16 \text{ pcs}$$

Hasilnya, saat menggunakan tingkat layanan 90% dan 16 buah saat menggunakan tingkat layanan 95%, jumlah persediaan suku cadang batu bara diisi ulang. Ketika stok suku cadang di gudang tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan produksi periode tersebut, maka diperlukan pemesanan ulang. Namun, karena perusahaan memiliki standar persediaan pengaman untuk menentukan waktu pemesanan ulang, maka

pemesanan terkadang terlalu cepat dan terlalu lambat..

Selain itu, analisis selanjutnya juga telah selesai. Memilih plot data adalah langkah awal dalam memulai operasi peramalan. Pada tahap ini, permintaan suku cadang gearbox diperiksa untuk melihat bagaimana pola permintaan berubah dari waktu ke waktu. Setelah pola data gearbox dikenali, berbagai teknik peramalan yang sesuai dapat ditemukan, dan peramalan kemudian dapat dilakukan. Penggunaan suku cadang gearbox untuk tahun 2020 hingga 2022 diplot, dan temuannya mengungkapkan bahwa meskipun datanya memiliki pola yang tidak teratur, data tersebut cenderung bersifat musiman atau musiman..

Teknik peramalan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 3 DMA, 5 DMA, DES, dan Holt Winter. Metode dengan nilai error terkecil akan dianggap sebagai metode terbaik. Dari metode-metode tersebut akan ditentukan nilai error terkecil. Karena perhitungan error menggunakan MAPE memiliki tingkat presisi yang lebih tinggi, maka nilai error inilah yang digunakan sebagai acuan. Teknik Holt Winter yang memiliki nilai MAPE sebesar 1,83% merupakan metode komputasi data pola musiman dengan nilai MAPE yang paling minimum sesuai dengan perhitungan error yang dilakukan.

Jika ditentukan bahwa Holt Winter adalah pendekatan yang paling efektif, validasi data dilakukan untuk melihat apakah hasil pemrosesan data berbeda dalam rata-rata dan varians. Dengan menggunakan pendekatan moving range, data divalidasi. Nilai rata-rata kesalahan metode Holt Winter adalah 1,462; UCL adalah 3,888; dan LCL adalah -3,888. Grafik validasi menunjukkan bahwa teknik ini valid karena tidak ada nilai kesalahan yang lebih besar dari batasan UCL dan LCL.

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. Jumlah persediaan pengaman berubah tergantung pada tingkat layanan yang berbeda karena sejumlah faktor. 90% dan 95% dari tingkat layanan digunakan. Dengan melakukan hal ini, PT Indo Tambangraya Megah akan memiliki kebebasan yang lebih besar untuk memilih tingkat layanan yang dibutuhkan perusahaan. Waktu tunggu untuk suku cadang pengganti gearbox adalah tujuh hari, yang berdampak pada jumlah persediaan pengaman. Perhitungan kebutuhan persediaan pengaman untuk suku cadang pengganti gearbox

pada tingkat servis 90% (1 buah) dan tingkat servis 95% (2 buah).

Untuk memutuskan pada tingkat persediaan berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan saat ini, waktu pemesanan ulang atau titik pemesanan ulang dihitung. Waktu tunggu untuk suku cadang gearbox diketahui adalah 7 hari, atau 0,233 bulan. Ketika jumlah persediaan melebihi 15 buah, jika menggunakan service level 90%, dan 16 buah, jika menggunakan service level 95%, maka dilakukan pemesanan baru untuk suku cadang gearbox.

5. kesimpulan

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

Dari hasil peramalan serta perhitungan dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan *sparepart* Gearbox 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 62, 61, 60, 61, 62, 63, 61, 60, 60, 61, 60, dan 60 dalam pieces.

dengan melihat pada pengolahan data yang sudah dilakukan maka didapatkan kesimpulan bahwa metode terbaik yang digunakan adalah metode dengan perhitungan *Holt Winter Multiplikatif*, metode ini menjadi metode terbaik dengan mempunyai hasil nilai *error* terkecil yang dihitung menggunakan metode MAPE yaitu 1,83%.

Setelah dilakukan peramalan maka didapatkan bahwa perusahaan harus memiliki *safety point* sebesar 1 pcs dengan *service level 90%* dan sebesar 2 pcs dengan *service level 95%*. Jumlah dari gearbox yang telah dilakukan ini dapat dijadikan pertimbangan pada saat ingin mengganti gearbox yang sudah tidak dapat terpakai pada alat berat

Berdasarkan lead time pemesanan adaptor dan safety stock, waktu pemesanan kembali reorder point sparepart Gearbox dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 15 pcs, jika menggunakan service level 90% dan 16 pcs jika menggunakan service level 95%.

6. Ucapan Terimakasih

Terimakasih pada PT Indo Tambangraya Megah pada departemen *Inventory and Warehouse* yang telah memberikan kesempatan dan bimbingan dalam pelaksanaan pengerjaan kerjapraktek

Daftar Pustaka

[BPS], B. P. (jakarta). Proyeksi penduduk Indonesia 2010-2035.

Abdul, S. (2000). *Sosiologi Sistematis teori dan Terapan*. Bandar Lampung: Bumi Aksara.

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, dan Regresi Berganda dengan Minitab*. bogor.

Gaspersz, V. (2004). *Production Planning And Inventory Control*. Jakarta: Gramedia.

Gasperz, & Vincent. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia.

Ginting. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.

Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk.

Heizer, & Render. (2004). *Manajemen Operasi*. jakarta: salemba empat.

Hendra. (2009). *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. andi: Yogyakarta.

Indrajir. (2003). *Manajemen Persediaan*. Jakarta: Gramedia.

Indriyatni. (2011). ANALISIS KUALITAS JASA PELAYANAN TERHADAP KEPUASAN PASIEN RSU. UNGARAN DI KABUPATEN SEMARANG. *Jurnal STIE Semarang*, 1-14.

Iriawan, N. (2006). *Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan mintab14*.

makridakis. (1999). *metode peramalan*. jakarta.

Mineral, K. E. (2021, mei 5). *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Retrieved from Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi*. Diambil kembali dari <https://etbke.esdm.go.id>

Nita.M, & Hidayat, R. (2012). *Perancangan Sistem Pakar*. Jogjakarta: Ghalia Indonesia.

stastiika, B. p. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. jakarta: BPS.

Subagyo. (1993). *Studi Kelayakan Teori Aplikasi q*. Jakarta: PT.Gramedia.

Supranto. (1984). *Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi*. Jakarta: Erlangga.

supranto. (1984). *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi*. jakarta.