

USULAN PERBAIKAN PENGENDALIAN PERENCANAAN & SAFETY STOCK MATERIAL BIJI PLASTIK KS-15P DTN4 5PK N0731 DENGAN METODE *TIME SERIES* & *MIN – MAX* (Studi Kasus: PT Bonecom Tricom)

Dhea Anjelina Br Sinuraya¹, Hery Suliantoro²

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

²Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT Bonecom Tricom adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi suku cadang mobil dan motor dengan menggunakan bahan baku biji plastik dari berbagai jenis. Dalam proses produksinya, perusahaan mengadopsi strategi produksi pull system dengan sistem kanban, yang terdiri dari dua jenis produksi: regular dan proyek. Pada produk regular, perusahaan melakukan peramalan setiap tiga bulan untuk menentukan jumlah produk yang diproduksi, sementara produk proyek memiliki kontrak kerja yang lebih fleksibel. Namun, berdasarkan hasil wawancara dengan divisi Production Control Delivery (PCD), perusahaan mengalami permasalahan dalam perencanaan kebutuhan material untuk produk proyek. Masalah utama muncul karena jumlah material yang dibutuhkan untuk produk proyek sulit diprediksi, akibat adanya trial berulang yang tidak terkontrol. Akibatnya, terjadi penumpukan material yang tidak terorganisir dan kesulitan dalam perencanaan bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan peramalan material dengan menggunakan metode time series dan mengoptimalkan kuantitas minimum dan maksimum persediaan bahan baku biji plastik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Holt's Winter Multiplicative memberikan peramalan terbaik dengan tingkat kesalahan yang rendah. Selain itu, penerapan metode Min-Max dapat mengurangi biaya persediaan hingga 12,144% dan memperbaiki perencanaan kebutuhan material dengan lebih efisien.

Kata kunci: Pengendalian persediaan, peramalan, metode time series, Min-Max, safety stock, Holt-Winter's Multiplicative.

Abstract

PT Bonecom Tricom is a manufacturing company that produces automotive parts for cars and motorcycles, using various types of plastic pellets as raw materials. In its production process, the company adopts a pull system production strategy with a kanban system, which consists of two production types: regular and project-based. For regular products, the company conducts forecasting every three months to determine the production quantity, while project products are governed by more flexible contractual agreements. However, based on interviews with the Production Control Delivery (PCD) division, the company faces challenges in material planning for project products. The main issue arises from the difficulty in predicting the amount of material required for project products due to uncontrolled repeated trials. As a result, there is an accumulation of unorganized materials, causing difficulties in raw material planning. This research aims to propose material forecasting using the time series method and to optimize the minimum and maximum inventory quantities of plastic pellet raw materials. The findings indicate that the Holt's Winter Multiplicative method provides the best forecasting results with a low error rate. Furthermore, the implementation of the Min-Max method can reduce inventory costs by 12.144% and improve material planning efficiency.

Keywords: Inventory control, forecasting, time series method, Min-Max, safety stock, Holt-Winter's Multiplicative.

1. Pendahuluan

PT Bonecom Tricom merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memproduksi suku cadang mobil dan motor. Dalam proses produksi, PT Bonecom Tricom menggunakan bahan baku biji plastik yang terdiri dari beberapa jenis. PT Bonecom Tricom ini menggunakan strategi produksi dengan pull system yaitu dengan menggunakan sistem kanban. Terdapat dua sistem produksi pada perusahaan ini yaitu regular dan proyek. Pada produk regular perusahaan memiliki forecasting setiap tiga bulan sekali yang akan menjadi patokan dalam memproduksi jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan produk proyek sudah memiliki kontrak kerja.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan divisi *production control delivery* (PCD) bahwa masih terdapat permasalahan dalam penentuan material yang dibutuhkan pada produk proyek. Produk proyek memiliki masa *trial* yang jumlahnya tidak dapat dipastikan berapa kali percobaan sehingga dihasilkan produk dengan *finish good* yang tentunya sesuai dengan keinginan *customer*. Hal ini menjadi permasalahan bagi divisi tersebut dalam melakukan penentuan seberapa banyak bahan baku biji plastik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Tidak jarang terjadi terdapat penumpukan material yang tentunya juga memakan banyak tempat untuk penyimpanan. Faktor lain yang mengakibatkan timbulnya masalah tersebut yaitu kurangnya komunikasi antara divisi *engineering* dengan divisi PCD, setiap kali melakukan *trial* divisi *engineering* tidak memiliki laporan yang jelas seberapa banyak material yang digunakan. Bahkan tidak jarang material yang tersisa tidak didata dengan baik tetapi malah ditumpuk bersamaan dengan material lain di gudang penyimpanan material. Hal ini juga menyebabkan divisi PCD terus menerus memesan material tanpa mendata dan menanyakan ulang kepada divisi *engineering* berapa material yang telah digunakan.

Berdasarkan dengan permasalahan tersebut, dapat dikatakan bahwa perusahaan belum menerapkan metode yang optimal dalam melakukan pengendalian persediaan bahan baku biji plastik yang dapat mengakibatkan permasalahan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan usulan peramalan material yang sesuai dengan metode *time series* karena metode ini dapat membantu dalam memprediksi nilai-nilai masa depan berdasarkan pola historis dari data yang diamati, metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi tren, musiman, dan pola lainnya yang mungkin tersembunyi dalam data waktu. Serta memberikan usulan minimum dan maksimum kuantitas material biji plastik yang berada di gudang penyimpanan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Persediaan

Persediaan (*inventory*) adalah stok barang maupun sumber daya yang digunakan dalam perusahaan untuk melakukan kegiatan produksi maupun operasional, biasanya pada saat tertentu persediaan merupakan aset terbesar dalam laporan posisi keuangan yang sulit untuk diuangkan maupun dicairkan, oleh karena itu biasanya perusahaan sebisa mungkin menjaga tingkat persediaan tetap rendah (Pramita, 2020).

2.1.1 Jenis Persediaan

Untuk memenuhi fungsi persediaan, Heizer dan Render (2015) membedakan jenis persediaan menjadi 4 yaitu sebagai berikut (Pramita, 2020).

1. Persediaan Persediaan bahan baku (*Raw Material*) Merupakan material yang telah dibeli namun belum diproses.
2. Persediaan barang dalam proses (*Work in Proses Inventory*) merupakan komponen atau bahan baku mentah yang telah diproses namun belum selesai.
3. Pemeliharaan, Perbaikan dan Pengoperasian (*Maintenance/ Repair / Operating* (MRO)) merupakan jenis persediaan yang diperlukan untuk pemeliharaan.
4. Persediaan Barang Jadi (*Finished Good Inventory*) merupakan persediaan yang diperoleh dari hasil produksi yang sudah selesai dan masih disimpan di gudang perusahaan.

2.1.2 Fungsi Persediaan

Menurut Tampubolon (2004:190) fungsi persediaan adalah sebagai berikut (Agung, 2014).

1. Fungsi *Decoupling*
Merupakan fungsi perusahaan untuk mengadakan persediaan decouple. Dengan mengadakan pengelompokan operasional secara terpisah-pisah.
2. Fungsi *Economic Size*
Penyimpanan persediaan dalam jumlah besar dengan pertimbangan adanya diskon atas pembelian bahan, diskon atas kualitas untuk dipergunakan dalam proses konversi, serta didukung kapasitas gudang yang memadai.
3. Fungsi Antisipasi
Merupakan penyimpanan persediaan bahan yang fungsinya untuk penyelamatan jika sampai terjadi keterlambatan pesanan bahan dari pemasok. Tujuan utama adalah untuk menjaga proses konversi agar tetap berjalan dengan lancar.

2.1.3 Tujuan Persediaan

Tujuan adanya persediaan adalah sebagai berikut.

1. Untuk memberikan pilihan barang agar dapat memenuhi permintaan konsumen yang diantisipasi dan memisahkan perusahaan dari fluktuasi permintaan. Persediaan seperti ini digunakan secara umum pada perusahaan ritel.
2. Untuk memisahkan beberapa tahapan dari proses produksi. Jika persediaan sebuah perusahaan berfluktuatif, persediaan tambahan mungkin diperlukan agar dapat memisahkan proses produksi dari pemasok.
3. Mengambil keuntungan dari melakukan pemesanan dengan sistem diskon kuantitas, karena dengan melakukan pembelian dalam jumlah banyak dapat mengurangi biaya pengiriman.
4. Melindungi perusahaan terhadap inflasi dan kenaikan harga.

2.1.4 Biaya Persediaan

Menurut pendapat Agus Ristono (2009 : 22) dalam bukunya Manajemen Persediaan, biaya persediaan dapat dibedakan menjadi (Karamoy, 2022).

1. Ongkos Pembelian (*Purchase Cost*)
2. Ongkos Pemesanan atau Biaya Persiapan
3. Ongkos Simpan (*Carrying /Holding Cost*)
4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Stockout Cost*)

2.2 Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan diartikan sebagai seperangkat pedoman dalam memastikan jumlah inventaris yang harus diatur, waktu harus melakukan pemesanan dalam menambah cadangan, dan jumlah persediaan yang harus dipesan serta jumlah dan tingkat persediaan yang dibutuhkan tergantung pada jumlah produk yang akan diproduksi perusahaan, jenis perusahaan, dan proses (Febrianti, 2023).

2.2.1 Safety Stock

Menurut Assauri (2016), *safety stock* diartikan sebagai persediaan lebih yang disediakan dengan tujuan dapat menghindari kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku dalam proses produksi di perusahaan (Febrianti, 2023). Berikut merupakan persamaan perhitungan *safety stock* :

$$SS = Z \times \sigma$$

Dimana,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Keterangan

SS : *Safety Stock*

Z : *Safety Factor (Service Level)*

σ : Standar Deviasi

X_i : Pemakaian Sesungguhnya

\bar{X} : Rata-rata pemakaian

2.2.2 Reorder Point (ROP)

ROP disebut juga dengan batas/titik jumlah pemesanan kembali termasuk permintaan yang diinginkan atau kebutuhan selama masa tenggang, titik pemesanan kembali merupakan suatu batas dari jumlah persediaan yang ada pada saat pesanan harus dilakukan kembali. Rumus besarnya titik pemesanan kembali dapat dihitung sebagai berikut (Herjanto, 1997).

$$ROP = D \times L \times SS$$

Keterangan

D : *Demand* (Permintaan)

L : *Leadtime*

SS : *Safety Stock*

2.3 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan metode untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data masa lalu. Manajemen produksi menggunakan hasil-hasil peramalan dalam pembuatan keputusan-keputusan yang menyangkut pemilihan proses, perencanaan kapasitas dan layout fasilitas serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus menerus berkenaan dengan perencanaan, scheduling dan persediaan (Hamirsa, 2022).

2.4 Jenis-Jenis Peramalan

Berdasarkan horizon waktu, peramalan dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu peramalan jangka; pendek, panjang, dan menengah. Biasanya, pada peramalan jangka panjang digunakan pendekatan kualitatif, sedangkan peramalan jangka pendek dan menengah menggunakan pendekatan kuantitatif (Narasimhan, McLeavy, & Billington, 1995) (Hamirsa, 2022):

1. Peramalan jangka pendek; meliputi jangka waktu kurang dari tiga bulan sampai dengan satu tahun. Ditujukan untuk merencanakan pembelian bahan baku, jadwal kerja, tenaga kerja, dan tingkat produksi.
2. Peramalan jangka menengah; meliputi jangka waktu bulanan sampai dengan tiga tahun. Ditujukan untuk merencanakan penjualan, anggaran produksi dan kas.
3. Peramalan jangka panjang; meliputi jangka waktu tiga tahun atau lebih. Ditujukan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, pengembangan lokasi atau fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (R&D).

2.5 Pola Data

Menurut (Seto, 2016) terdapat 4 jenis pola data yaitu sebagai berikut (Yulianty, 2020).

1. *Trend* (T), terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.
2. *Seasonality* (S) pola musiman terjadi bila pola datanya berulang sesudah suatu

periode tertentu: hari, mingguan, bulanan, triwulan dan tahun.

3. *Cycles (C)*, Siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis.
4. *Horizontal (H) / Stasioner*, terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.

2.6 Metode Peramalan

Metode peramalan terbagi atas dua bagian yaitu metode peramalan kualitatif dan kuantitatif. Berikut merupakan kedua metode peramalan.

1. Metode peramalan kualitatif digunakan pada saat tidak terdapat pemodelan matematika, hal ini dapat terjadi dikarenakan tidak adanya data dari masa lalu yang bersifat matematis. Peramalan kualitatif biasanya berjangka panjang yang merupakan pendapat dari orang yang sudah ahli pada bidangnya. Sehingga peramalan ini bersifat sangat subjektif (Pratama, 2013).
2. Peramalan kuantitatif adalah metode peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu. Dengan kata lain metode peramalan ini memprediksi masa yang akan datang dengan jalan mengeksploitasi pada nilai variabel pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang digunakan pada peramalan. Metode yang baik akan memberikan hasil peramalan yang baik pula, artinya memberikan penyimpanan (*error*) yang terkecil. Metode peramalan kuantitatif pada dasarnya dapat dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu metode Deret Berkala (*Time Series*) dan Metode Causal (Pratama, 2013).

2.6.1 Metode *Time Series*

Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan dipikirkan dengan variabel waktu. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Secara umum terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu horizontal, tren, musiman, dan siklis (Hanke dan Wichren, 2005: 158) (Lisnawati, 2012). Beberapa metode analisis deret waktu antara lain (Madepa, 2016).

1. Metode *Moving Average* (rata-rata bergerak)

Metode ini disebut dengan metode rata-rata bergerak karena perhitungannya menggunakan rata-rata dari sekelompok data sebagai ramalan untuk periode yang akan datang. Berikut ini merupakan beberapa metode *Moving Average*.

- *Single Moving Average*

Single Moving Average merupakan metode peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata-rata tersebut. Karakteristik dari metode ini diantaranya adalah memerlukan data masa lalu selama jangka waktu tertentu. Berikut merupakan rumus perhitungan dengan metode *Single Moving Average*:

$$F_{t+1} = \frac{X_{t-N+1} + \dots + X_{t+1} + X_t}{N}$$

Keterangan

X_t : Data pengamatan periode t

N: Jumlah deret

T: Periode saat ini

F_{t+1} : Nilai peramalan periode berikutnya

- *Double Moving Average*

Berikut ini merupakan persamaan perhitungan dengan metode *Double Moving Average*:

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

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

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

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

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

- *Weighted Moving Average*

Berikut ini merupakan persamaan perhitungan dengan metode *Weighted Moving Average*.

$$F_t = \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan pada periode } n)}{\sum \text{ bobot}}$$

2. Metode *Exponential Smoothing*

Exponential Smoothing merupakan teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling terakhir memiliki bobot yang lebih besar dalam rata-rata bergerak. Metode ini menunjukkan pembobotan yang menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih tua. Peramalan dengan menggunakan metode *exponential smoothing* memerlukan sebuah konstanta yang dikenal dengan α . α merupakan konstanta pemulusan yang nilainya harus diperkirakan dengan tepat. α memiliki nilai diantara 0 sampai 1, $0 < \alpha < 1$. Berikut ini merupakan beberapa metode *exponential smoothing*:

- *Single Exponential Smoothing*

Metode ini dilakukan dengan mendekati keadaan peramalan dengan kondisi nyata. Berikut merupakan rumus perhitungan metode *single exponential smoothing*:

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

- **Double Exponential Smoothing**
Berikut merupakan rumus perhitungan metode *Double Exponential Smoothing*:

- Nilai *smoothing* pertama ($S't$)

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

- Nilai *smoothing* kedua ($S''t$)

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

- Besarnya konstanta (α)

$$\alpha t = S_t + (S'_t - S''_t)$$

- Besarnya *slope forecast* (bt)

$$bt = \frac{\alpha}{(1 - \alpha)}(S'_t - S''_t)$$

- Besarnya Peramalan (F_{t+m})

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_{tm}$$

Keterangan

$S't$: Nilai *single exponential smoothing* pertama

$S''t$: Nilai *double exponential smoothing* kedua

X_t : Nilai statis pada statistik t

S'_{t-1} : Nilai *single exponential smoothing* t-1

S''_{t-1} : Nilai *double exponential smoothing* t-1

α : Nilai parameter

b : Slope

- **Holt-Winter's Method**

Holt-Winter's Method merupakan perkembangan dari *metode exponential smoothing* yang menggunakan 3 konstanta pemulusan (*smoothing constant*), yakni konstanta untuk pemulusan level, pemulusan trend, dan pemulusan musiman. Model *Holt-Winter* terdiri dari 2 pendekatan, yakni:

- 1) **Multiplicative Holt-Winters**

Metode *Holt's-Winter Multiplikatif* yang digunakan untuk variasi data musiman dari data *time series* yang mengalami fluktuasi. Nilai ramalan untuk periode yang ditinjau pada akhir periode ke-t dari model ini adalah

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

Dengan nilai pemulusan yang digunakan sebagai berikut:

- a. Pemulusan keseluruhan (level)

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

- b. Pemulusan kecenderungan (trend)

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

- c. Pemulusan musiman (seasonal)

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

- 2) **Additive Holt-Winters**

Metode *Holt-Winter Aditif* yang digunakan untuk variasi data musiman dari data *time series* yang konstan. Nilai ramalan untuk periode yang ditinjau pada akhir periode ke-t dari model ini adalah

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

Dengan nilai pemulusan yang digunakan sebagai berikut:

- a. Pemulusan keseluruhan (level)

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

- b. Pemulusan kecenderungan (trend)

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

- c. Pemulusan musiman (seasonal)

$$S_t = (Y_t - L_t) + (1 - \delta)T_{t-1}$$

Keterangan

Y_t : Proyeksi nilai yang diharapkan pada periode t

L_t : Nilai pemulusan level

T_t : Nilai pemulusan trend

S_t : Nilai pemulusan musiman

c : Jumlah periode musiman

α : Konstanta level

γ : Konstanta trend

δ : Konstanta musiman

Dengan nilai $0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1, 0 < \delta < 1$

2.7 Uji Kesalahan Peramalan

Uji Kesalahan Peramalan digunakan dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual. Menurut (Sofyan, 2013) makin kecil nilai kesalahan maka makin tinggi tingkat ketelitian peramalan, demikian sebaliknya. Dalam menggunakan berbagai macam metode peramalan maka kita harus memilih hasil atau metode yang mendekati akurat, hal ini bisa dilihat dengan menggunakan pengukuran kesalahan atau penghitungan *error* (Dharmesta & Susanto, 2020). Berikut merupakan metode yang digunakan untuk menghitung *error*.

$$e = A_t - F_t$$

Keterangan

A_t : Nilai aktual

F_t : Nilai peramalan

Berikut merupakan beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung kesalahan dalam peramalan (Hartini, 2011):

1. **Mean Absolute Deviation (MAD)**

MAD adalah rata-rata dari nilai absolut simpangan (Gaspersz, 2008).

$$MAD = \frac{\sum |X_t - F_t|}{n}$$

2. **Mean Square Error (MSE)**

Mean Square Error dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan (Gaspersz, 2008).

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

3. **Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

Mean Absolute Percentage Error adalah rata-rata persentase kesalahan absolut yang dihitung dengan mencari nilai absolut galat disetiap periode,

kemudian dibagi dengan nilai pengamatan aktual dan absolut galat persentase (Syafwan dkk, 2021)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

4. *Error (ME)*

Mean error merupakan metode perhitungan error dengan menjumlahkan semua kesalahan selama periode peramalan yang membaginya dengan jumlah periode peramalan. Berikut merupakan rumus yang digunakan:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

5. *Cumulative Forecast Error (CFE)*

Cumulative Forecast Error merupakan metode perhitungan error dimana banyaknya kesalahan peramalan didapatkan dari jumlah permintaan dikurangi dengan hasil ramalan. Berikut merupakan rumus yang digunakan:

$$CFE = \sum_{i=1}^n e_i$$

2.8 Validasi Hasil Peramalan

Validasi merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil peramalan dengan data permintaan masa lalu (Bakhtiar, 2022).

Berikut merupakan beberapa metode validasi hasil peramalan yang berlandaskan pada statistika parametrik, yaitu *Tracking Signal*, *Moving Range*, *Uji T*, dan *Uji Chi Square* (Mileniadewi, 2022).

2.9 Metode Minimum Maximum (Min-Max)

Pada pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode min-max stock yang meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Menentukan safety stock Rumus Safety $SS = (\text{Maksimum pemakaian} - \bar{X}) \times l$
2. Menentukan persediaan minimum: $Min\ stock = (\bar{X} \times l) + SS$
3. Menentukan persediaan maksimum $Max\ stock = 2(\bar{X} \times l) + SS$
4. Menentukan order quantity Order quantity $Q = Max\ stock - Min\ stock$
5. Menentukan frekuensi pemesanan $F = \frac{D}{Q}$
6. Menghitung total cost Rumus total cost

$$Total\ cost = F \times S \left(\left(\frac{Q}{2} \right) + SS \right) \times H$$

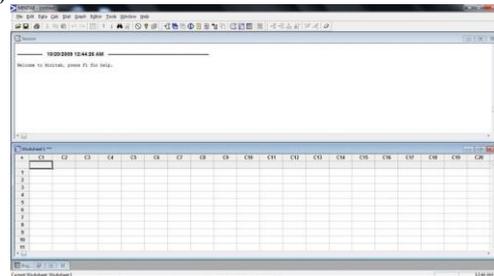
Keterangan

- H : Biaya simpan
- S : Biaya pesan
- L : Leadtime
- SS : *Safety stock*
- Q : Kuantitas pemesanan

- \bar{X} : Rata-rata pemakaian
- D : Jumlah penggunaan
- F : Frekuensi pemesanan

2.10 Software Minitab

Minitab merupakan sebuah *software* yang dirancang untuk mempermudah pengolahan data statistik. *Minitab* memberikan kesempatan kepada pemakainya untuk menentukan pilihan atau tahapan proses pengolahan datanya. Hasil analisis *software minitab* dapat ditampilkan dalam histogram, plot, dan angka dengan hanya memberikan dengan hanya memberikan satu atau dua perintah, bahkan dapat digabungkan dengan pengolahan data lain seperti *Microsoft Office*. Berikut merupakan tampilan dari *software Minitab*.



Gambar 1. Tampilan *Software Minitab*

3. Tinjauan Sistem

3.1 Profil PT Bonecom Tricom

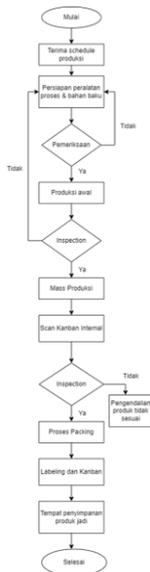
PT Bonecom Tricom merupakan sebuah perusahaan swasta nasional yang bergerak dalam bidang industri perdagangan yang berlokasi di Kawasan MM2100, Jl. Selayar IV No.1 Blok L-7, Cikedokan, Cikarang Barat, Bekasi, Jawa Barat 17530. Perusahaan ini memiliki spesialisasi utama di bidang manufaktur khususnya pada industri otomotif. Pendirian PT Bonecom Tricom dimulai dengan penjualan dan distribusi suku cadang dan komponen, mulai dari suku cadang otomotif hingga suku cadang tempat tidur pegas. Berikut merupakan logo PT Bonecom Tricom.



Gambar 2. Logo PT Bonecom Tricom

3.2 Proses Produksi

Berikut ini merupakan *flowchart* proses produksi pada PT. Bonecom Tricom.



Gambar 3. Flowchart Produksi PT Bonecom Tricom

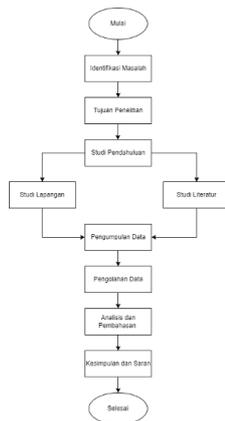
4. Metodologi Penelitian

4.1 Tempat dan Metode Pengumpulan Data

Objek penelitian ini adalah pengendalian persediaan pada material biji plastik KS-15P DTN4 5PK N0731 yang digunakan pada proyek YTB. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 08 Januari 2024 - 05 Februari 2024. Jam kerja dimulai pada pukul 07.15 – 16.00 WIB. Penelitian ini dilaksanakan di Departemen *Production Control Delivery*.

4.2 Metode Penelitian

Berikut ini merupakan *flowchart* metode penelitian.



Gambar 4. Flowchart Metode Penelitian

4.3 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terdapat di PT Bonecom Tricom. Identifikasi masalah dilakukan dengan wawancara karyawan dan pengamatan secara langsung di lantai produksi. Salah satu permasalahan yang ditemukan yaitu terjadinya penumpukan material yang diakibatkan oleh material yang dipakai untuk trial

pada produk proyek. Hal ini diakibatkan karena departemen PCD (*Production Control Delivery*) belum menerapkan metode yang optimal untuk melakukan pemesanan material yang dibutuhkan. Salah satu contoh proyek yang sedang berjalan adalah proyek YTB dengan perusahaan Suzuki, proyek ini sudah berjalan dari tahun 2023 dan akan berakhir di tahun 2025 yang akan datang. Selama dilakukan *trial* produk YTB masih terjadi penumpukan material yang diakibatkan karena ketidaktepatan departemen PCD dalam memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan dan tidak adanya data yang terstruktur dari departemen *engineering* seperti seberapa banyak material yang dipakai, material yang menjadi *waste*, dan material yang tersisa. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, akan dilakukan peramalan jumlah minimum dan maksimum stok yang berada di gudang dan dilakukan perbaikan sistem *trial* dengan pengadaan total material *trial report engineering* yang terdiri dari tanggal *trial*, jenis material, proyek, nama part, total material yang terpakai, dan total material yang tersisa. Pada penelitian ini akan fokus membahas untuk dilakukannya peramalan stock yang optimal karena untuk *trial report* sudah dilaksanakan oleh departemen PCD dimulai setelah peneliti memberikan usulan perbaikan saat kerja praktek di PT Bonecom Tricom.

5. Pengumpulan dan Pengolahan Data

5.1 Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan total penggunaan material biji plastik KS-15P DTN4 5PK N0731 dari bulan Februari 2023 – Januari 2024.

Tabel 1. Total Penggunaan Material

Bulan	Material KS-15P DTN4 5PK N0731 (gr)
Feb	20000
Mar	70000
Apr	40000
Mei	50000
Jun	10000
Jul	60000
Aug	30000
Sep	45000
Oct	25000
Nov	60000
Dec	80000
Jan	12000

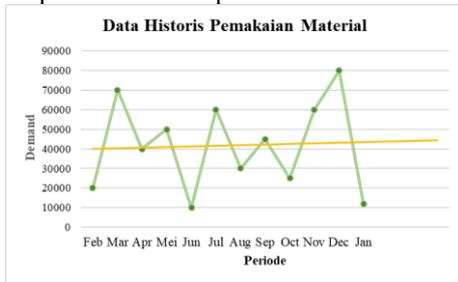
Material biji plastik KS-15P DTN4 5PK N0731 dibeli dengan harga Rp. 40.000 /Kg dan waktu yang dibutuhkan dari proses pemesanan material hingga tiba di PT. Bonecom (*leadtime*) selama 1 bulan.

5.2 Pengolahan Data

5.2.1 Plot Data Historis Penggunaan Material

Data historis berikut ini merupakan penggunaan material biji plastik KS-15P DTN4 5PK N0731 yang digunakan dalam melakukan proses *trial* untuk menyelesaikan proyek YTB yang terdiri

dari 4 part *garnish comp* yang menggunakan material tersebut. Trial ini sudah dimulai dari bulan Februari 2023 hingga Januari 2024 dan akan berakhir di bulan Februari 2025 mendatang. Berikut ini merupakan hasil dari plot data.



Gambar 5. Plot Data

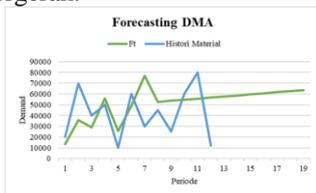
Berdasarkan gambar yang ditunjukkan pada plot data diatas, bahwa dapat disimpulkan penggunaan material untuk trial proyek YTB cenderung *seasonal* (musiman). Dikarenakan kuantitas yang di produksi untuk trial juga ditentukan dengan permintaan ataupun event yang sudah ditetapkan oleh customer pada master schedule. Sehingga metode peramalan yang akan digunakan untuk menyelesaikan laporan ini adalah metode *Double Moving Average*, *Double Ekspontensial Smoothing*, dan *Holt's Winter Multiplikatif* karena metode ini memperhitungkan *trend*, *musim*, dan *randomness*.

5.2.2 Peramalan

Berikut ini merupakan peramalan penggunaan material untuk 12 periode yang akan datang.

- *Double Moving Average*

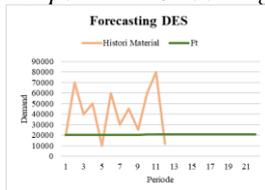
Berikut ini merupakan grafik plot peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* 3 periode bergerak.



Gambar 6. Grafik *Double Moving Average*

- *Double Exponential Smoothing*

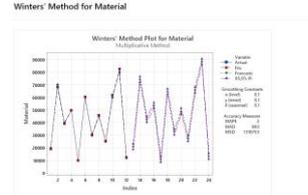
Berikut ini merupakan grafik plot data dari peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*.



Gambar 7. Grafik *Double Exponential Smoothing*

- *Holt's Winter Multiplikatif*

Berikut ini merupakan hasil peramalan dengan menggunakan *software Minitab*.



Gambar 8. Grafik *Holt's Winter Multiplikatif*

5.2.3 Perbandingan Hasil Peramalan

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan verifikasi *error* untuk ketiga metode peramalan.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Peramalan

Metode Peramalan	MSE	MAD	MAPE
<i>Double Moving Average</i>	1406338624	32889	128%
<i>Average Double Exponential Smoothing</i>	890127932	24670	60%
<i>Holt's Winter Multiplicative</i>	1318753	893	2%

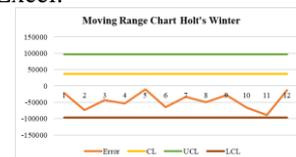
Berdasarkan tabel rekapitulasi perhitungan error, dapat diketahui bahwa metode *Holt's Winter Multiplikatif* memiliki nilai error terkecil dengan nilai MSE sebesar 1318753, MAD 893, dan MAPE sebesar 2%. Sehingga kesimpulannya metode yang terpilih adalah *Holt's Winter Multiplikatif*. Berikut ini merupakan hasil peramalan terpilih dengan metode *Holt's Winter*.

Tabel 3. Hasil Peramalan

Periode	Forecasting
1	21118
2	74231
3	42603
4	53490
5	10746
6	64766
7	32531
8	49021
9	27360
10	65970
11	88372
12	13318

5.2.4 Validasi Hasil Peramalan

Berikut ini merupakan hasil validasi yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel*:



Gambar 9. Validasi Hasil Peramalan

Berdasarkan grafik *Moving Range* di atas, dapat diketahui jika tidak terdapat nilai *Moving Range* yang melewati batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah. Hal ini memiliki arti jika metode terpilih *Holt's Winter Multiplikatif* dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk satu tahun kedepan.

5.2.5 Ordering Cost dan Holding Cost

Berikut ini merupakan perhitungan holding cost dan ordering cost yang dilakukan oleh perusahaan.

1. Ordering Cost

Ordering cost adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan pemesanan bahan atau barang, sejak dari penempatan pemesanan sampai pada tersedianya barang digudang, yang mencakup biaya administrasi, biaya pemilihan vendor, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan inspeksi barang. *Ordering cost* untuk material biji plastik jenis KS-15P DTN4 5PK N0731 diasumsikan sebesar Rp10.000.000.

2. Holding Cost

Holding cost ditentukan secara otomatis oleh sistem yang digunakan oleh perusahaan. *Holding cost* yang digunakan diasumsikan 10% dari harga beli barang. *Holding cost* diasumsikan sebesar Rp800,00.

5.2.6 Perhitungan Safety Stock

Pada penelitian ini, jumlah *safety stock* akan bervariasi sesuai dengan *service level* yang digunakan. *Service level* yang digunakan dimulai dari 90% hingga 99%. Hal ini dilakukan agar perusahaan lebih leluasa dalam menentukan *service level* yang perusahaan inginkan. Berikut ini merupakan contoh I untuk material biji plastik dengan *service level* 99%.

$$\bar{x} = \frac{21118 + 74231 + 42603 + 64766 + \dots + 13318}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{543525}{12}$$

$$\bar{x} = 45293.71667$$

$$\bar{x} = 45294$$

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

$$std\ dev = \sqrt{\frac{\sum (21118 - 45294)^2 + \dots + (13318 - 45294)^2}{12 - 1}}$$

$$std\ dev = 24996,45007$$

$$std\ dev = 24996$$

$$Safety\ stock = standar\ deviasi \times Z$$

$$\times \sqrt{leadtime\ (bulan)}$$

$$Safety\ stock = 24996 \times 1,88 \times \sqrt{1}$$

$$Safety\ stock = 46993$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan *safety stock* untuk material proyek YTB.

Tabel 4. *Service Level*

Service Level	Z	Material
90%	1,28	31995
91%	1,34	33495
92%	1,41	35245
93%	1,48	36995
94%	1,55	38744
95%	1,64	40994
96%	1,75	43744
97%	1,88	46993
98%	2,05	51243
99%	2,33	58242

5.2.7 Perhitungan Min-Max Stock

Berikut ini merupakan perhitungan min-max pada persediaan material:

1. Persediaan minimum

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

$$\text{Min} = (45294 \times 1) + 46993$$

$$\text{Min} = 92287$$

2. Persediaan Maximum

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

$$\text{Max} = 2 \times (45294 \times 1) + 51243$$

$$\text{Max} = 137581$$

3. Order Quantity

$$Q = \text{Max stock} - \text{Min Stock}$$

$$Q = 45294$$

4. Frekuensi Pemesanan

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{543525}{45294} = 12$$

5. Perhitungan Total Cost Min - Max

$$TC = F \times S + \left(\frac{Q}{2} + \text{SS} \right) \times H$$

$$TC = 12 \times 10.000.000 \left(\left(\frac{45294}{2} \right) + 46993 \right) \times 800$$

$$TC = \text{Rp } 175.712.148$$

5.2.8 Biaya Total Perusahaan

Untuk mengetahui efektifitas penggunaan metode *min-max*, perlu dilakukan perbandingan biaya persediaan perusahaan saat ini dengan biaya persediaan yang dikeluarkan apabila menggunakan metode *min-max*. Biaya total perusahaan merupakan total biaya pesan dan biaya simpan. Berikut merupakan perhitungan biaya total perusahaan.

$$TC_{perusahaan} = \text{Biaya pesan} + \text{Biaya simpan}$$

$$TC_{perusahaan} = (12 \times \text{Rp}10.000.000) + (100.000 \times \text{Rp}800)$$

$$TC_{perusahaan} = \text{Rp } 200.000.000$$

5.2.9 Perbandingan Biaya Persediaan dan Safety Stock

Berikut ini merupakan perbandingan biaya persediaan dan jumlah *safety stock* beserta persentasenya.

Tabel 5. Perbandingan Biaya Persediaan dan *Safety Stock*

Jenis	Safety Stock		Biaya Persediaan (TC)			
	Exist ing	Min- Max	%	Existi ng	Min- Max	%
KS-	1000	46993	53	Rp20	175.	12,1
15P	00		,0	0.000	712.	44
DTN4			07	.000	148	
5PK						
N0731						

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan yaitu:

1. Metode peramalan terpilih untuk melakukan peramalan penggunaan material jenis KS-15P DTN4 5PK N0731 untuk *trial* produk proyek YTB yaitu *Holt's Winter Multiplikatif*. Metode ini terpilih karena mendapatkan hasil nilai *error* terkecil dan tidak melebihi batas UCL dan LCL saat divalidasi.
2. Perbandingan antara *safety stock* yang diterapkan perusahaan untuk material *trial* sebesar 100000gram menjadi 46993gram mengalami penurunan sebesar 53,007 %.
3. Salah satu metode yang diterapkan untuk mencegah terjadinya *overstock* adalah metode *Min-Max*. Berdasarkan hasil perhitungan minimum *inventory* yang diterapkan perusahaan adalah sebesar 92287gram dan maksimum *inventory* sebesar 137581 gram.
4. Penggunaan metode *Min-Max* dapat menurunkan biaya total persediaan perusahaan. Penurunan yang terjadi sebesar 12,144%. Penurunan ini diakibatkan jumlah *order quantity* (Q) sudah optimal sehingga material dipesan dan disimpan sesuai dengan kebutuhan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam PT Bonecom Tricom, serta pembimbing penelitian, yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agung, P. D. (2014). Evaluasi Biaya Persediaan Bahan Baku dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Pada CV. Wahana Mulya.
- Bakhtiar, A. (2022). Analisis Penjadwalan Lifting Produk Pertamina Dengan Metode

Distribution Requirement Planning. *Vol. 1, No. 1*, 1-6.

- Dharmesta, M. A., & Susanto, N. (2020). PERAMALAN PERENCANAAN PRODUKSI TERAK DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING WITH TREND PADA PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK. *Media Neliti*, 4.
- Febrianti, M. (2023). Analisis Pengendalian persediaan Bahan Baku Untuk Mencapai Efisiensi Biaya persediaan Pada Konveksi Abed Klaten.
- Gaspersz. (2008). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hamirsa, H. (2022). Usulan Perencanaan Peramalan (Forecasting) Dan Safety Stock Persediaan Spare Part Busi Champion Type RA7YC-2 (EV-01/EW-01/2) Menggunakan Metode Time Series Pada PT Triangle Motorindo Semarang.
- karamoy, H. (2022). Analisis Pengelolaan Biaya Persediaan Bahan Baku menggunakan Metode Economic Order Quantity Pada UD.Anugerah.
- Lisnawati. (2012). Model Exponential Smoothing Holt-Winter Dan Model Sarima Untuk Peramalan Tingkat Hunian Hotel Di Provinsi DIY.
- Madepa, D. A. (2016). Analisis Time Series Menggunakan Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Penjualan Masa Mendatang Yang Akurat Di PT.Mensa Binasukses.
- Mileniadewi, S. H. (2022). Peramalan Kebutuhan Dan Usulan Perencanaan Safety Stock Bahan Baku Crude Oil Pada Unit Kilang Ppsdm Migas Cepu Dengan Metode Time Series. *Vol. 1, No. 1*, 1-8.
- Pramita, A. (2020). Analisis Pengendalian bahan Baku Produksi Polypropylene Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Di PT. Pertamina RU III Plaju.
- Pratama, Y. (2013). Forecasting Analisis Secara Kualitatif dan Kuantitatif.
- Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap Di PT X.