

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN SUKU CADANG PESAWAT B737-NG DENGAN PENDEKATAN MODEL *PERIODIC REVIEW* DI PT. X

Harwan Ahyadi¹, Siti Khodijah²

Program Studi Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan, Indonesia^{1 2}
email¹ : harwanfti@yahoo.co.id

Abstract

PT. X is one of the companies engaged in the field of an aircraft-maintenance and repairing services. PT. X classifies the aircraft spare parts into three groups namely rotatable, repairable, and expandable. PT. X has a problem of having shortage inventory of the expandable spare part with 9 unit total of shortage in 2016. If this problem occurs continuously, it can increase the total inventory cost. Therefore, this study discusses the improvement of the inventory control of the expandable spare parts.

The first phase of this study is forecasting the existing spare parts of the A Classes. Then, we determine the maximum inventory and the average inventory in warehouse using min-max method. After that, we determine the inventory level which covers ordering period (T), maximum inventory (R) and the average inventory in warehouse using Periodic Review Models. The final phase of this study is comparing the total inventory cost between Periodic Review Models and Min-Max method.

The Classification with ABC method result 5 spare parts from A Class with a percentage of total items are 12.5% from 40 total item. Meanwhile, the total value of A Class amounted to 71.80% that had Rp 132,285,644.22 from the total price Rp 184,218,274.36. Periodic Review Models result an ordering period (T) and maximum inventory (R) which is optimal and can minimize shortage 0 unit from 6 unit in A Class. With this decreased of shortage, it can minimize the total inventory cost from the company. The comparative results between the total inventory cost using Periodic Review Models and Min-Max Method is Periodic Review Models has a smaller total inventory cost than Min-max Method with a total saving of inventory cost amounted Rp 81,121,836.62 and the percentage savings of 39.25%.

Keywords: spare parts, inventory, min-max method.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa perawatan pesawat terbang yang biasa dikenal dengan MRO (Maintenance, Repair, dan Overhaul). Suku cadang yang dimiliki dalam kaitannya dengan MRO dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu jenis rotatable, repairable, dan expendable. Suku cadang yang sering mengalami permasalahan kekurangan persediaan (Shortage) adalah suku cadang jenis expendable.

Penelitian ini dilakukan pada suku cadang jenis expendable untuk pesawat tipe B737-NG. Jumlah Shortage 40 suku cadang jenis expendable yang diteliti pada tahun 2016 tercatat sebanyak 7 Suku Cadang yang mengalami

shortage. Dimana shortage masing-masing suku cadang yaitu material 474031, material 002A0006-39, material 510183-401 material 305766-1 material E0400-01, material MS28782-19 sebanyak 1 item yang tidak terpenuhi, dan material MS20995C32. Banyaknya shortage ini, mengakibatkan keterlambatan penerbangan, karena pesawat harus menunggu diperbaiki sampai tersedianya suku cadang yang diperlukan di gudang. Keterlambatan penerbangan ini juga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Kendala tersebut diatas, yang menjadikan fokus dalam penelitian.

Dengan harapan, penelitian ini diperoleh pengendalian persediaan yang lebih optimal,

sehingga dapat meminimalkan total biaya persediaan.

Batasan masalah dalam penelitian adalah jenis suku cadang expendable yang terdapat di unit TME (Team Material Expendable), penelitian dilakukan dari bulan Oktober 2015 sampai dengan September 2016.

TINJAUAN PUSTAKA

Suku Cadang Pesawat

Persediaan suku cadang pesawat termasuk kategori persediaan material MRO, yaitu persediaan yang mendukung operasional proses *maintenance*. Suku cadang pesawat terbang dibagi menjadi 3, yaitu :

- 1) *Rotable Material*
- 2) *Repairable Material*
- 3) *Expendable Material*

Klasifikasi Persediaan Dengan Metode ABC

Kriteria-kriteria dalam klasifikasi ABC adalah sebagai berikut :

- 1) Kelas A – Persediaan ini memiliki nilai volume tahunan rupiah yang tinggi. Kelas ini memiliki sekitar 70% dari total nilai persediaan,
- 2) Kelas B – Persediaan ini mempunyai nilai volume tahunan rupiah yang menengah. Kelompok ini merepresentasikan sekitar 20% dari total nilai persediaan
- 3) Kelas C – Persediaan ini memiliki nilai volume tahunan rupiah sekitar 10% dari total nilai persediaan,

Peramalan Single Exponential Smoothing

Persamaan yang dipakai dalam metode ini adalah :

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

Keterangan :

- F_{t+1} = Peramalan periode t+1
- α = Konstanta Pemulusan (nilainya antara 0 dan 1)
- D_t = Data Aktual Periode t
- F_t = Peramalan periode t

Metode ini cocok untuk data stasioner. Kelebihan dari metode ini adalah tidak memerlukan data yang terlalu banyak dan dapat mengurangi masalah penyimpanan data.

Pengukuran Kesalahan Peramalan dengan MAD (Mean Absolute Deviation)

Perhitungan kesalahan peramalan dengan cara MAD dapat dirumuskan :

$$MAD = \frac{\sum(D_t - F_t)}{n} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- D_t = Permintaan Aktual
- F_t = permintaan Hasil Peramalan
- n = Jumlah periode

Pengendalian Persediaan

Pengertian Persediaan;

Persediaan adalah suatu bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin.¹⁾

Tujuan Persediaan

Kegiatan manajemen persediaan memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, diantaranya yaitu :

- a. Meminimalisasi nilai investasi pada persediaan.
- b. Menciptakan penggunaan biaya yang efisien

Biaya Dalam Persediaan

1) Biaya pemesanan

Biaya pemesanan (*ordering cost*) dihitung berdasarkan rumus:

$$Op = f \times A, \dots \dots \dots (3)$$

f = frekuensi pemesanan/tahun

A = Biaya tiap kali pemesanan

2) Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan (*holding cost*) adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang. Biaya penyimpanan dapat dinyatakan dalam bentuk rupiah per-tahun per-unit barang.

Oh = % Harga per unit x Jumlah unit yang ada digudang.....(4)

3) Biaya kekurangan persediaan

Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost, stock out cost*) adalah biaya yang timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang pada waktu diperlukan.

Ok = % harga perunit x jumlah

Shortage.....(5)

Metode Pengendalian Persediaan Min-Max

Untuk material *expendable* menggunakan metode minimum maksimum level, dimana apabila jumlah persediaan sudah mencapai batas *reorder point (ROP)*, maka dilakukan pembelian kembali.

Langkah-Langkah dalam menghitung pengendalian persediaan metode *min-max*, yaitu :

1) Menghitung frekuensi pemesanan dengan rumus :

$$f = \frac{D}{Q} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana nilai dari Q dapat dicari sebagai

berikut : $Q = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{h}} \dots \dots \dots (7)$

Dimana :

- D = *Demand* (Permintaan Selama Setahun)
- Q = Jumlah tiap kali pesan
- A = Biaya Pemesanan

h = Biaya Penyimpanan

2) Menghitung Persediaan Maksimum :

a) Menghitung *Safety Stock*

SS=

$$\frac{\text{Rata-rata pemakaian per bulan} \times \text{Lead Time}}{2}, \dots (8)$$

b) Menghitung *minimum stock*

$$\text{Min. Stock} = (\text{Rata-Rata Pemakaian} \times \text{Lead Time}), \dots (9)$$

c) Menghitung *Reorder Point (ROP)*

$$\text{ROP} = \text{Min} + \text{SS}, \dots (10)$$

d) Menghitung Maksimum Stok

$$\text{Max. Stock} = (\text{ROP} + \text{Min}) \times L, \dots (11)$$

3) Menghitung Rata-rata Persediaan di gudang selama setahun :

$$\text{Rata-rata persediaan} = \text{Max-DL} \dots (12)$$

Dimana :

D = *Demand* (Permintaan Selama Setahun)

4) Menghitung Prediksi Jumlah *Shortage* (Kekurangan) Selama Setahun :

$$\frac{\text{Total Shortage 2016}}{\text{Jumlah Permintaan 2016}} = \frac{\text{Prediksi Shortage 2017}}{\text{Jumlah Permintaan 2017}}, \dots (13)$$

5) Menghitung Total Biaya Persediaan selama setahun :

$$\text{Ot} = \text{Oh} + \text{Op} + \text{Ok}, \dots (14)$$

Dimana :

$$\text{Oh} = (\text{biaya simpan} \times \text{rata-rata persediaan di gudang}), \dots (15)$$

$$\text{Op} = (\text{demand/lot pemesanan}) \times \text{biaya pemesanan}$$

$$\text{Ok} = (\text{Total Shortage stock} \times \text{Biaya Shortage}), \dots (16)$$

Model Pengendalian Persediaan *Periodic Review*

Dengan metode *periodic review*, status persediaan di gudang ditentukan pada interval yang teratur dan tetap, dan memesan *order quantity* yang dibutuhkan sampai mencapai level persediaan maksimum.

1) Model (R,s)

a) Formulasi Model P

Berdasarkan ekspektasi, ongkos inventori total (OT) terdiri dari komponen *ordering cost*, *holding cost*, dan *shortage cost*. Berikut ini akan dijabarkan formulasinya, sehingga akan dapat ditentukan variabel-variabel keputusan yang akan dikendalikan yaitu T dan R :

1) *Ordering Cost (Op)*

Ordering cost per tahun (Op) dapat dinyatakan sebagai berikut :

A (ongkos tiap kali pesan) × (frekuensi pemesanan per tahun)

$$\text{Op} = A \times f, \dots (17)$$

Jika setiap kali pemesanan dilakukan selang waktu T, frekuensi pemesanan per tahun sebesar :

$$f = \frac{1}{T}, \dots (18)$$

Dengan demikian *ordering cost* per tahun dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\text{Op} = \frac{A}{T}, \dots (19)$$

2) *Holding cost (Oh)*

Holding cost per tahun (Oh) merupakan perkalian antara ekspektasi inventori per tahun (m) dengan *holding cost* per unit per tahun (h) atau :

$$\text{Oh} = m \times h, \dots (20)$$

Dalam suatu siklus tertentu, inventori akan berada pada tingkat (s + TD) di awal siklus pada tingkat (s) di akhir siklus, sehingga inventori ekspektasi harga adalah :

$$m = s + \frac{TD}{2}, \dots (21)$$

Dalam kasus *backorder* kekurangan inventori dapat dipenuhi kemudian, secara sistematis dengan *backorder* memungkinkan nilai s berharga negatif sehingga ekspektasi harga s adalah :

$$S = R - DL - TD, \dots (22)$$

Dengan demikian diperoleh ekspektasi inventori (m) sebagai berikut :

$$m = R - DL - TD + \frac{TD}{2}, \dots (23)$$

Untuk itu, dengan mensubstitusikan persamaan m ke dalam rumus awal Oh, maka didapatkan rumus untuk menghitung Oh, yaitu :

$$\text{Oh} = \left(R - DL - \frac{TD}{2} \right) \times h, \dots (24)$$

Keterangan :

R = ekspektasi persediaan maksimum

DL = Ekspektasi permintaan selama L periode

T = Interval Waktu Antar Pemesanan

D = Jumlah permintaan

h = biaya *holding cost*

3) *Shortage cost (Ok)*

Jika ongkos setiap unit kekurangan inventori sebesar Cu dan jumlah total kekurangan inventori selama satu tahun adalah NT, *shortage cost* per tahun adalah :

$$\text{Ok} = \text{NT} \times \text{Cu}, \dots (25)$$

Adapun harga NT dapat ditentukan sebagai perkalian antara jumlah siklus dalam satu tahun dengan jumlah kekurangan inventori untuk setiap siklus, maka :

$$\text{NT} = \frac{N}{T}$$

Dengan demikian, Shortage Cost dapat dihitung dengan rumus :

$$O_k = \frac{C_u \times N}{T}, \dots\dots\dots(26)$$

Keterangan :

Ok = Total Biaya Kekurangan Persediaan

Cu = Biaya Kekurangan Persediaan

N = Kemungkinan jumlah kekurangan inventori

T = Interval waktu antar pemesanan

b. Solusi dengan Metode Hadley-Within

Seperti pada model Q, cara pencarian solusi T* dan R* juga akan menggunakan metode Hadley-Within dengan cara sebagai berikut :

1) Menghitung nilai T sebagai berikut :

$$T = \sqrt{\frac{2 \times A}{D h}}$$

2) Menghitung α sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{T \times h}{C_u}$$

3) Menghitung R (Persediaan Maksimum) dimana nilai R mencakup kebutuhan selama (T+L) periode dan dinyatakan dengan :

$$R = D(T+L) + Z\alpha\sqrt{T + L}, \dots\dots\dots(23)$$

4) Menghitung Kemungkinan terjadinya Shortage :

$$N = \sigma_D\sqrt{T + L} (f_{(Z\alpha)} - (Z\alpha \times \omega_{Z\alpha}), \dots\dots\dots(24)$$

Dimana :

$$f_{(Z\alpha)} = \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 0)$$

$$\omega_{Z\alpha} = \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 0) - (Z\alpha(1 - \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 1)))$$

5) Menghitung Ot Periodic Review :

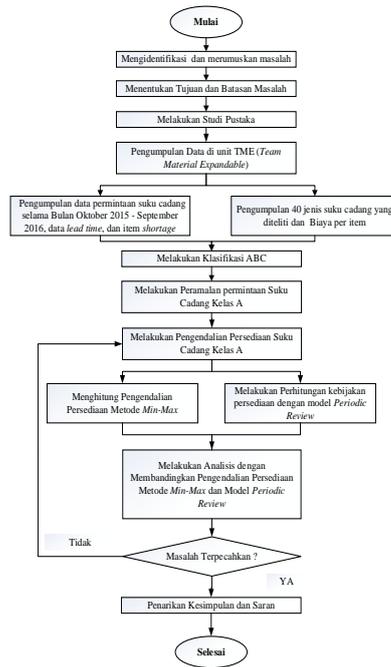
$$O_t = \frac{A}{T} + \left(R - DL - \frac{DT}{2} \right) h + \frac{C_u N}{T}, \dots\dots\dots(25)$$

6) Ulangi mulai langkah 2 dengan menambah T sebesar 0.005 dan pengurangan T sebesar 0.005. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan Ot Optimal.

METODE PENELITIAN DAN DATA

Metode Penelitian

Proses penelitian dapat dilihat pada sajian gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Data permintaan

Data permintaan material tipa bulan dapat dilihat dalam sajian tabel 3.1

Tabel 3.1 Data permintaan material perbulan

| No | Bulan | Permintaan Material | | | | |
|--------------|-------|---------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|
| | | 4740 31 | 4011 59-1 | 002A0 006-39 | 51018 3-401 | 3057 66-1 |
| 1 | Okt | 5 | 4 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | Nov | 6 | 4 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | Des | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| 4 | Jan | 7 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| 5 | Feb | 5 | 3 | 8 | 8 | 8 |
| 6 | Mar | 5 | 2 | 8 | 9 | 12 |
| 7 | April | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| 8 | Mei | 4 | 5 | 8 | 7 | 10 |
| 9 | Juni | 5 | 5 | 10 | 9 | 10 |
| 10 | Juli | 5 | 4 | 12 | 8 | 12 |
| 11 | Agu | 6 | 4 | 9 | 8 | 14 |
| 12 | Sept | 5 | 3 | 8 | 10 | 8 |
| Total Demand | | 63 | 49 | 108 | 107 | 126 |
| Rata-Rata | | 5 | 4 | 9 | 9 | 11 |

3.2. Menghitung Holding Cost, Ordering Cost, dan Shortage Cost

Holding cost Holding Material dapat dihitung berdasarkan rumus.(20),(25) untuk beberapa material dan dapat dilihat pada tabel 3.3, dan Orderingcost dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.2 Holding Cost/unit

| No | Material | Harga Rp/Unit | Holding Cost/Unit |
|----|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | 474031 | 40640723,26 | 3657665,09 |
| 2 | 401159-1 | 31495288,34 | 2834575,95 |
| 3 | 002A0006-39 | 21,812,768.00 | 1,963,149.12 |
| 4 | 510183-401 | 20,247,000.00 | 1,822,230.00 |
| 5 | 305766-1 | 18,089,884.62 | 1,628,089.62 |

Tabel 3.3 Ordering Cost/Order

| No | Material | Harga Rp/Unit | Holding Cost/Unit |
|----|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | 474031 | 40,640,723.26 | 2,032,036.16 |
| 2 | 401159-1 | 31,495,288.34 | 1,574,764.42 |
| 3 | 002A0006-39 | 21,812,768.00 | 1,090,638.40 |
| 4 | 510183-401 | 20,247,000.00 | 1,012,350.00 |
| 5 | 305766-1 | 18,089,884.62 | 904,494.23 |

Tabel 3.4 Shortage Cost

| No | Material | Harga Rp/Unit | Holding Cost/Unit |
|----|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | 474031 | 40,640,723.26 | 4,064,072.33 |
| 2 | 401159-1 | 31,495,288.34 | 3,149,528.83 |
| 3 | 002A0006-39 | 21,812,768.00 | 2,181,276.80 |
| 4 | 510183-401 | 20,247,000.00 | 2,024,700.00 |
| 5 | 305766-1 | 18,089,884.62 | 1,808,988.46 |

3.3. Peramalan Suku Cadang Kelas A

Perhitungan Peramalan suku cadang dapat dilihat berdasarkan tabel 3.5

Tabel 3.5 Peramalan 2017

| No | Bulan | Permintaan Material | | | | |
|--------------|-------|---------------------|----------|-------------|------------|----------|
| | | 474031 | 401159-1 | 002A0006-39 | 510183-401 | 305766-1 |
| 1 | Okt | 5 | 4 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | Nov | 5 | 4 | 10 | 10 | 10 |
| 3 | Des | 6 | 4 | 10 | 10 | 10 |
| 4 | Jan | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | Feb | 7 | 5 | 10 | 10 | 12 |
| 6 | Mar | 5 | 3 | 9 | 10 | 8 |
| 7 | April | 5 | 2 | 9 | 10 | 12 |
| 8 | Mei | 5 | 5 | 9 | 10 | 10 |
| 9 | Juni | 4 | 5 | 9 | 9 | 10 |
| 10 | Juli | 5 | 5 | 9 | 9 | 10 |
| 11 | Agu | 5 | 4 | 10 | 9 | 12 |
| 12 | Sept | 6 | 4 | 9 | 9 | 14 |
| Total Demand | | 63 | 50 | 114 | 116 | 128 |
| Rata-Rata | | 5 | 4 | 10 | 10 | 11 |

3.4 Perhitungan Pengendalian Persediaan Metode Min-Max

a) Menghitung Frekuensi Pemesanan

Frekuensi pemesanan dapat dihitung berdasarkan rumus (6) dan dapat dilihat pada tabel 3.6 untuk setiap material

Tabel 3.6 Frekuensi Pemesanan

| No | Material | Frekuensi Pemesanan |
|----|-------------|---------------------|
| 1 | 474031 | 8 |
| 2 | 401159-1 | 7 |
| 3 | 002A0006-39 | 10 |
| 4 | 510183-401 | 11 |
| 5 | 305766-1 | 11 |

a. Menghitung Maksimum Stok Metode Min-Max

1) Menghitung *Safety Stock* berdasarkan rumus II-(8). Diperoleh tiap material, disajikan dalam bentuk tabel 3.7.

Tabel 3.7. Safety Stock Metode Min-Max Tahun 2017

| No | Material | Rata-rata Pemakaian per bulan | Lead time/ Bulan | SS |
|----|-------------|-------------------------------|------------------|----|
| 1 | 474031 | 5 | 1 | 3 |
| 2 | 401159-1 | 4 | 1 | 2 |
| 3 | 002A0006-39 | 10 | 1 | 5 |
| 4 | 510183-401 | 10 | 1 | 5 |
| 5 | 305766-1 | 11 | 1 | 5 |

2) Menghitung *Minimum Stock*

Perhitungan *Minimum Stock* metode *min-max* perusahaan diperoleh dan ditabelkan 3.8

Tabel 3.8 Minimum Stock Metode Min-Max Tahun 2017

| No | Material | Rata-rata Pemakaian per bulan | Lead time/ Bulan | Minimum Stock |
|----|-------------|-------------------------------|------------------|---------------|
| 1 | 474031 | 5 | 1 | 5 |
| 2 | 401159-1 | 4 | 1 | 4 |
| 3 | 002A0006-39 | 10 | 1 | 10 |
| 4 | 510183-401 | 10 | 1 | 10 |
| 5 | 305766-1 | 11 | 1 | 11 |

3) Menghitung *Reorder Point*

Reorder dihitung dan ditabelkan pada tabel 3.9 berdasarkan rumus II-(10)

Tabel 3.9 Reorder Point

| No | Material | Max Stock | Demand 2017 | LT /Tahun | Rata-Rata Persediaan Metode Min-Max |
|----|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 474031 | 13 | 63 | 0.0822 | 8 |
| 2 | 401159-1 | 10 | 50 | 0.0822 | 6 |
| 3 | 002A0006-39 | 25 | 114 | 0.0822 | 16 |
| 4 | 510183-401 | 25 | 116 | 0.0822 | 15 |
| 5 | 305766-1 | 27 | 128 | 0.0822 | 16 |

Tabel 3.10 Reorder Point Metode Min-Max Tahun 2017

| No | Material | Minimum Stock | SS | Reorder Point |
|----|-------------|---------------|----|---------------|
| 1 | 474031 | 5 | 3 | 8 |
| 2 | 401159-1 | 4 | 2 | 6 |
| 3 | 002A0006-39 | 10 | 5 | 15 |
| 4 | 510183-401 | 10 | 5 | 15 |
| 5 | 305766-1 | 11 | 5 | 16 |

4) Maximum stock dihitung berdasarkan rumus II.-(11) Dan ditabelkan 3.11

Tabel 3.11 Maximum Stock Metode Min-Max Tahun 2017

| No | Material | ROP | Min Stock | LT | Max Stock |
|----|-------------|-----|-----------|----|-----------|
| 1 | 474031 | 8 | 5 | 1 | 13 |
| 2 | 401159-1 | 6 | 4 | 1 | 10 |
| 3 | 002A0006-39 | 15 | 10 | 1 | 25 |
| 4 | 510183-401 | 15 | 10 | 1 | 25 |
| 5 | 305766-1 | 16 | 11 | 1 | 27 |

b. Menghitung Rata-Rata Persediaan Tahun 2017 dengan Metode Min-Max

Berikut adalah contoh perhitungan rata-rata persediaan selama setahun di gudang metode *min-max* perusahaan berdasarkan rumus II.-(11)

Tabel 3.12 Rata-rata persediaan pertahun digudang Tahun 2017

| No | Material | Max Stock | Demand 2017 | LT /Tahun | Rata-Rata Persediaan Metode Min-Max |
|----|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 474031 | 13 | 63 | 0.0822 | 8 |
| 2 | 401159-1 | 10 | 50 | 0.0822 | 6 |
| 3 | 002A0006-39 | 25 | 114 | 0.0822 | 16 |
| 4 | 510183-401 | 25 | 116 | 0.0822 | 15 |
| 5 | 305766-1 | 27 | 128 | 0.0822 | 16 |

c. Menghitung Prediksi Shortage

Berikut adalah contoh perhitungan Prediksi *Shortage* selama setahun metode *min-max* perusahaan dapat dilihat pada tabel 3.13

Tabel 3.13 Prediksi shortage stock

| No | Material | Demand 2016 | Shortage Stock 2016 | Demand 2017 | Prediksi Shortage Stock 2017 |
|----|-------------|-------------|---------------------|-------------|------------------------------|
| 1 | 474031 | 63 | 2 | 63 | 2 |
| 2 | 401159-1 | 49 | 0 | 50 | 0 |
| 3 | 002A0006-39 | 108 | 2 | 114 | 2 |
| 4 | 510183-401 | 107 | 1 | 116 | 1 |
| 5 | 305766-1 | 126 | 1 | 128 | 1 |

a. Total Biaya Persediaan Metode Min-max

Berikut adalah contoh Total Biaya Persediaan (Ot) selama setahun metode *min-max* perusahaan dapat dilihat pada tabel 3.14

Tabel 3.14 Total Biaya Persediaan Metode Min-Max

| No | Material | Rata-rata Persediaan 2017 | f | Shrt | Total Biaya Persediaan selama tahun 2017 Rp |
|------------------------------------|-------------|---------------------------|----|------|---|
| 1 | 474031 | 8 | 8 | 2 | 53,645,754.66 |
| 2 | 401159-1 | 6 | 7 | 0 | 28,030,806.64 |
| 3 | 002A0006-39 | 16 | 10 | 2 | 46,679,323.52 |
| 4 | 510183-401 | 15 | 11 | 1 | 40,494,000.00 |
| 5 | 305766-1 | 16 | 11 | 1 | 37,807,858.91 |
| TOTAL BIAYA PERSEDIAAN (Ot) | | | | | 206,657,743.73 |

Pengendalian Persediaan Model Periodic Review

a. Menghitung Standar Deviasi

Berikut adalah contoh perhitungan standar deviasi tahun 2017 Model *Periodic Review* :

1) Standar Deviasi Material 474031

$$= \sqrt{\frac{(12 \times 337) - 3,969}{12(12-1)}} = 0.754$$

Tabel 3.15 Hasil Standar Deviasi permintaan peramalan 2017

| | Material | $\sum D^2$ | $(\sum D)^2$ | Standar Deviasi Permittaan 2017 |
|---|-------------|------------|--------------|---------------------------------|
| 1 | 474031 | 337 | 3969 | 0.754 |
| 2 | 401159-1 | 218 | 2500 | 0.937 |
| 3 | 002A0006-39 | 1086 | 12996 | 0.522 |
| 4 | 510183-401 | 1124 | 13456 | 0.492 |
| 5 | 305766-1 | 1392 | 16384 | 1.557 |

a. Penentuan Periode Waktu antar pemesanan (T)

Berikut adalah contoh perhitungan interval pemesanan tahun 2017 Model *Periodic Review*:

1) Interval Pemesanan (T) Material 474031

$$= \sqrt{\frac{2 \times \text{Rp } 2,032,036.16}{63 \times \text{Rp } 3,657,665.09}} = 0.1328 \text{ /tahun}$$

Tabel 3.16 Interval Pemesanan (T) Tahun 2017 Model Periodic Review

| No | Material | Biaya Pemesanan (A) | Dmnd 2017 | Biaya Penyimpanan (h) | Interval Pemesanan/ Tahun |
|----|-------------|---------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | 474031 | Rp2,032,036.16 | 63 | Rp3,657,665.09 | 0.1328 |
| 2 | 401159-1 | Rp1,574,764.42 | 50 | Rp2,834,575.95 | 0.1491 |
| 3 | 002A0006-39 | Rp1,090,638.40 | 114 | Rp1,963,149.12 | 0.0987 |
| 4 | 510183-401 | Rp1,012,350.00 | 116 | Rp1,822,230.00 | 0.0979 |
| 5 | 305766-1 | Rp904,494.23 | 128 | Rp1,628,089.62 | 0.0932 |

b. Menghitung R (Maksimum Stok)

1) Menghitung nilai α

Berikut adalah contoh perhitungan α tahun 2017 Model *Periodic Review*:

Nilai α Material 47403

$$= \frac{0.1328 \times \text{Rp } 3,657,665.09}{\text{Rp } 4,064,072.33} = 0.1195$$

2) Menghitung Nilai R (Maksimum Stok)

Berikut adalah contoh perhitungan Maksimum Stok tahun 2017 Model *Periodic Review* :

a) Maksimum Stok (R) Material 47403

$$: R = 63 (0.1328 + 0.0822)$$

b) + $1.18 \sqrt{0.1328 + 0.0822} = 14$ item

Tabel 3.18 Hasil Maksimum Stok dengan *Periodic Review*

| No | Mat | α | T | L | Z α | $\frac{R}{Z\alpha}$ | $\frac{R}{Z\alpha}$ | Prediksi Shortage 2017 (N) |
|----|-------------|----------|--------|--------|------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | 474031 | 0.754 | 0.1328 | 0.0822 | 1.18 | 0.1995 | 0.0588 | 0.045541 |
| 2 | 401159-1 | 0.937 | 0.1491 | 0.0822 | 1.11 | 0.2162 | 0.0677 | 0.063687 |
| 3 | 002A0006-39 | 0.522 | 0.0987 | 0.0822 | 1.35 | 0.1608 | 0.0411 | 0.023427 |
| 4 | 510183-401 | 0.492 | 0.0979 | 0.0822 | 1.35 | 0.1598 | 0.0407 | 0.021897 |
| 5 | 305766-1 | 1.557 | 0.0932 | 0.0822 | 1.38 | 0.1540 | 0.0383 | 0.065936 |

a. Rata-rata Persediaan Selama Tahun 2017 Model *Periodic Review*

Berikut adalah contoh perhitungan Rata-rata persediaan selama tahun 2017 Model *Periodic Review* :

1) Rata-Rata Persediaan digudang Selama

Setahun Material 474031:

$$= (14 - (63 \times 0.0822) - \left(\frac{63 \times 0.1328}{2} \right)) = 5$$

item

Tabel 19 Rata-rata Persediaan

| No | Material | Biaya Pemesanan (A) | Dmnd 2017 | Biaya Penyimpanan (h) | Interval Pemesanan/ Tahun |
|----|-------------|---------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | 474031 | Rp2,032,036.16 | 63 | Rp3,657,665.09 | 0.1328 |
| 2 | 401159-1 | Rp1,574,764.42 | 50 | Rp2,834,575.95 | 0.1491 |
| 3 | 002A0006-39 | Rp1,090,638.40 | 114 | Rp1,963,149.12 | 0.0987 |
| 4 | 510183-401 | Rp1,012,350.00 | 116 | Rp1,822,230.00 | 0.0979 |
| 5 | 305766-1 | Rp904,494.23 | 128 | Rp1,628,089.62 | 0.0932 |

Tabel 3.20 Rata-rata persediaan selama tahun 2017 model *Periodic Review*

| No | Material | R | D | L/ Tahun | T | Rata-Rata Model <i>Periodic Review</i> |
|----|-------------|----|-----|----------|--------|--|
| 1 | 474031 | 14 | 63 | 0.0822 | 0.1328 | 5 |
| 2 | 401159-1 | 12 | 50 | 0.0822 | 0.1491 | 4 |
| 3 | 002A0006-39 | 21 | 114 | 0.0822 | 0.0987 | 6 |
| 4 | 510183-401 | 21 | 116 | 0.0822 | 0.0979 | 6 |
| 5 | 305766-1 | 23 | 128 | 0.0822 | 0.0932 | 7 |

b. Kemungkinan Shortage (N) Model *Periodic Review*

Berikut adalah contoh perhitungan Kemungkinan *Shortage* selama tahun 2017 Model *Periodic Review* :

1) Kemungkinan *Shortage* Material

474031 :

$$N = 0.754 \sqrt{0.1328 + 0.0822} (0.1995 -$$

$$(1.18 \times 0.0588))$$

$$= 0.045541 \text{ item}$$

Tabel 3.21 Hasil Kemungkinan *Shortage* Tahun 2017 *Periodic Review*

| No | Material | Shortage Cost (Cu) | α | Z α |
|----|-------------|--------------------|----------|------------|
| 1 | 474031 | Rp4,064,072.33 | 0.1195 | 1.18 |
| 2 | 401159-1 | Rp3,149,528.83 | 0.1342 | 1.11 |
| 3 | 002A0006-39 | Rp2,181,276.80 | 0.0889 | 1.35 |
| 4 | 510183-401 | Rp2,024,700.00 | 0.0881 | 1.35 |
| 5 | 305766-1 | Rp1,808,988.46 | 0.0839 | 1.38 |

a. Total Biaya Persediaan Model *Periodic Review*

Berikut adalah contoh perhitungan Total Biaya Persediaan Optimal (Ot) selama tahun 2017 Model *Periodic Review* :

Perhitungan Total Biaya Biaya Persediaan Optimal Material 474031 :

$$Ot = \left(\frac{\text{Rp } 2,032,036.16}{0.1328} \right) + (5 \times \text{Rp } 3,657,665.09) + \left(\frac{\text{Rp } 4,064,072.33 \times 0.045541}{0.1328} \right)$$

$$Ot = \text{Rp } 33,992,684.26/ \text{tahun}$$

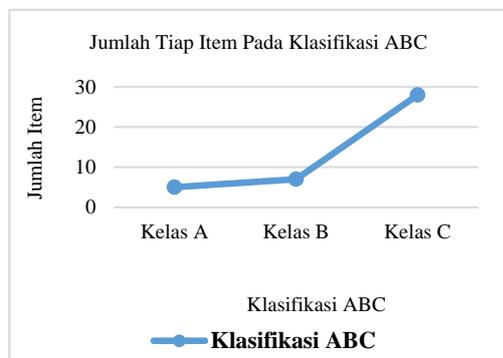
Tabel 3.22 Total Biaya Persediaan Optimal *Periodic Review*

| No | Material | Rata-Rata Persediaan 2017 | T | N | Total Biaya Persediaan <i>Periodic Review</i> Tahun 2017 Rp |
|-----------------------------|-------------|---------------------------|--------|----------|---|
| 1 | 474031 | 5 | 0.1328 | 0.045541 | 33,992,684.26 |
| 2 | 401159-1 | 4 | 0.1491 | 0.063687 | 23,982,132.00 |
| 3 | 002A0006-39 | 6 | 0.0987 | 0.023427 | 23,737,604.85 |
| 4 | 510183-401 | 6 | 0.0979 | 0.021897 | 22,186,561.89 |
| 5 | 305766-1 | 7 | 0.0932 | 0.065936 | 21,636,924.11 |
| TOTAL BIAYA PERSEDIAAN (Ot) | | | | | 125,535,907.12 |

ANALISIS

4.1 Klasifikasi ABC

Berikut disajikan grafik pengklasifikasian Suku Cadang berdasarkan harga unit suku cadang dari masing-masing klas yang dapat dilihat pada sajian gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Jumlah Item Pada Masing-Masing Kelas

Berdasarkan gambar 4.1 diatas, maka dapat diketahui bahwa kelas A memiliki jumlah persentase sebanyak 71.81%, Klas B 21,40 % dan klas C 6,79 % dari total harga keseluruhan, dengan suku cadang kelas A memiliki harga pembelian sebanyak 5 item dengan persentase sebesar 12.5%

Kelas B memiliki jumlah persentase sebanyak B dengan jumlah 7 unit dengan persentase sebesar 17.5%, dan klas C 28 item dengan persentase sebesar 70% dari total item yang diteliti.

Untuk itu, dengan melakukan klasifikasi ABC ini, maka dalam menentukan pengendalian persediaan dapat difokuskan pada item-item yang bernilai besar yang masuk kategori A karena akan mengakibatkan kerugian yang besar bagi perusahaan.

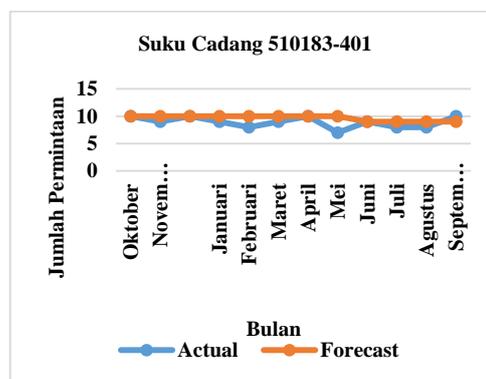
4.2 Peramalan Permintaan

Dari berbagai suku cadang yang diperoleh harga MAD berurut Suku Cadang 474031 dengan konstanta α yaitu 0.9, Berikut hasil peramalan satu dilihat bahwa hasil peramalan menunjukkan permintaan yang lebih stabil pada bulan Oktober, November, April, Mei, dan Agustus. Hal ini berbeda dengan tahun sebelumnya dimana permintaan stabil hanya terjadi pada 4 bulan yaitu Oktober, Maret, April, dan Juli. Dimana peramalan dilakukan dengan metode *single exponential smoothing*.

Untuk Suku Cadang 401159-1 nilai konstanta α yang digunakan yaitu 0.9, sehingga memiliki MAD yang paling kecil. Menunjukkan permintaan yang lebih stabil pada bulan Oktober, November, Desember, Februari, Juni, Juli, dan September. Hal ini berbeda dengan tahun

sebelumnya dimana permintaan stabil hanya terjadi pada 6 bulan yaitu Oktober, November, Januari, Mei, Juni, dan Agustus.

Suku Cadang 002A0006-39 dengan nilai konstanta α yang digunakan yaitu 0.1, hal tersebut dikarenakan nilai α ini memiliki MAD yang paling kecil. Berikut hasil peramalan satu tahun kedepan suku cadang 0020006-39 dengan $\alpha=0.1$ dapat dilihat pada sajian gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Permintaan Aktual dengan peramalan *spare part* 002A0006-39

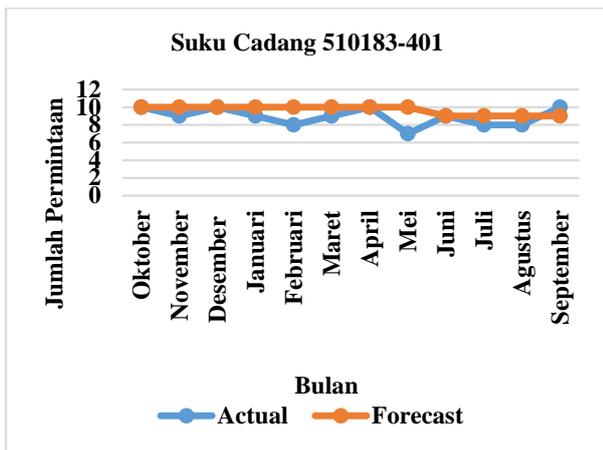
Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil peramalan menunjukkan permintaan yang lebih konstan dibanding tahun sebelumnya. Dimana permintaan peramalan cenderung konstan pada bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, April, Mei, Juni, dan Juli.

Hasil peramalan ini cenderung konstan karena peramalan dilakukan dengan metode *single exponential smoothing* yang memiliki nilai $\alpha = 0.1$. Nilai α sebesar 0.1 yang dihasilkan memiliki jumlah peramalan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan data aktual yang ada. Hal ini juga terlihat dari pola permintaan data aktual dimana permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu.

Untuk Suku Cadang 510183-401 dengan nilai konstanta α yang digunakan yaitu 0.1, hal tersebut dikarenakan nilai α ini memiliki MAD dengan $\alpha=0.1$ dapat dilihat pada sajian gambar 4.3.

dengan peramalan *spare part* 510183-401

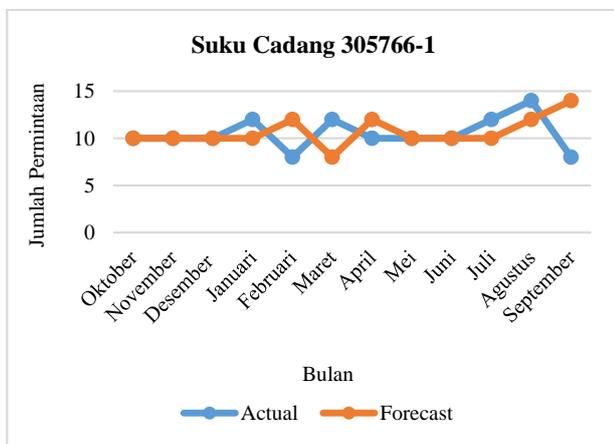
Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil peramalan menunjukkan permintaan yang lebih konstan dibanding tahun sebelumnya. Dimana permintaan peramalan cenderung konstan pada bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juli, Agustus, dan September.



Gambar 4.3 Grafik Permintaan Aktual

Hasil peramalan ini cenderung konstan karena peramalan dilakukan dengan metode *single exponential smoothing* yang memiliki nilai $\alpha = 0.1$. Nilai α sebesar 0.1 yang dihasilkan memiliki jumlah peramalan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan data aktual yang ada. Hal ini juga terlihat dari pola permintaan data aktual dimana permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu.

Suku Cadang 305766-1 dengan nilai konstanta α yang digunakan yaitu 0.9, hal tersebut dikarenakan nilai α ini memiliki MAD dengan $\alpha = 0.9$ dapat dilihat pada sajian gambar 4.4.



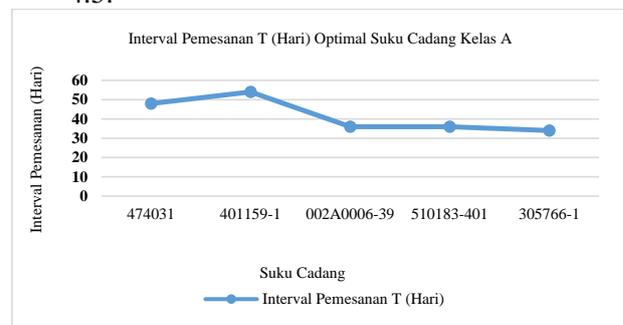
Gambar 4.4 Grafik Permintaan Aktual

dengan peramalan *spare part* 305766-1 Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil peramalan menunjukkan permintaan yang lebih stabil pada bulan Oktober, November, Desember, Januari, Juni, dan Juli. Hal ini berbeda dengan tahun sebelumnya dimana permintaan stabil hanya terjadi pada 5 bulan yaitu Oktober, November, Desember, Mei, dan Juni. Hasil peramalan ini hampir mendekati data observasi yang dilakukan karena peramalan

dilakukan dengan metode *single exponential smoothing*

4.3 Analisis Periode Waktu Antar Pemesanan (T)

Periode waktu antar pemesanan (T) yang dihasilkan dari model *periodic review* untuk 5 suku cadang kelas A berbeda-beda. Perbedaan periode waktu antar pemesanan (T) pada 5 suku cadang kelas A dapat dilihat pada sajian gambar 4.5.



Gambar 4.5 Interval Pemesanan T (Hari)

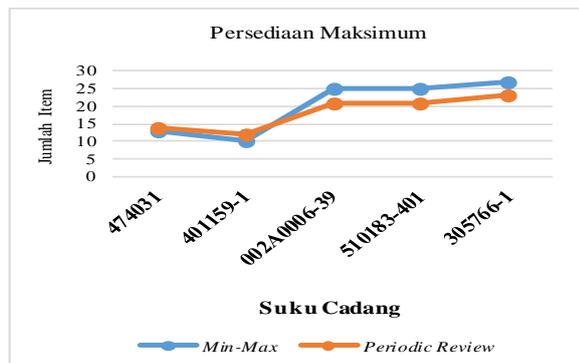
Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan periode waktu antar pemesanan (T) pada setiap suku cadang kelas A berbeda-beda. Periode waktu antar pemesanan (T) paling pendek adalah 34 hari pada suku cadang 305766-1 dan yang paling panjang adalah 54 hari pada suku cadang 401159-1.

Pada suku cadang 305766, periode waktu antar pemesanan (T) yang dihasilkan paling pendek hal ini dikarenakan permintaan suku cadang 305766 cukup tinggi yaitu 128 unit/tahun. Sedangkan, Pada suku cadang 401159-1 periode waktu antar pemesanan (T) yang dihasilkan paling panjang hal ini dikarenakan permintaan suku cadang 401159-1 tidak begitu tinggi yaitu 50 unit/tahun. Adanya interval pemesanan tersebut untuk mengantisipasi terjadinya *shortage* dengan melakukan peninjauan setiap interval pemesanan.

4.4 Analisis Perbandingan Persediaan Maksimum

Pada metode *min-max*, pemenuhan persediaan hingga level maksimum dilakukan jika sudah mencapai titik pemesanan kembali (ROP). Sedangkan, pada model *periodic review*, pemenuhan persediaan hingga level maksimum dilakukan jika sudah sampai pada interval pemesanan yang sudah ditentukan.

Berikut adalah perbandingan persediaan maksimum metode *min-max* perusahaan dengan model usulan *periodic review* untuk suku cadang kelas A dapat dilihat pada sajian gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Persediaan Maksimum

Berdasarkan gambar 4.6 diatas, maka dapat diketahui bahwa Perbedaan jumlah persediaan maksimum ini dikarenakan persediaan maksimum yang dihitung dengan menggunakan metode *min-max* hanya bergantung pada titik pemesanan kembali, minimum stok, dan *leadtime*. Sementara, model *periodic review* mempertimbangkan service level pada tabel distribusi normal, besarnya demand, interval pemesanan, dan *lead time*.

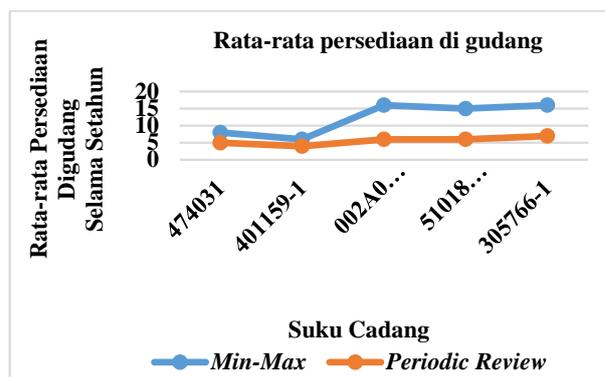
Persediaan maksimum yang diterapkan oleh perusahaan dengan metode *min-max* belum optimal dikarenakan masih sering terjadi *shortage* karena pemenuhan persediaan maksimum dilakukan jika mencapai titik pemesanan kembali. Sedangkan, persediaan model *periodic review* sangat optimal dalam menetapkan persediaan maksimum dikarenakan kemungkinan terjadinya *shortage* yaitu 0 karena pemenuhan persediaan maksimum dilakukan pada interval yang ditentukan, sehingga dapat meminimalkan *shortage cost*.

4.5 Analisis Perbandingan Rata-Rata Persediaan di gudang

Rata-rata persediaan digudang digunakan untuk mengetahui besarnya *holding cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan selama kurun waktu 1 tahun. Berikut, hasil perbandingan rata-rata persediaan di gudang selama tahun 2017 dapat dilihat pada sajian gambar 4.7

Berdasarkan gambar 4.7, maka dapat diketahui bahwa hasil rata-rata persediaan yang dimiliki perusahaan selama digudang dengan menggunakan model *periodic review* memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan metode *min-max*. Hal ini disebabkan model *periodic review* Hasil rata-rata persediaan selama di gudang menggunakan metode *min-max* menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan model *periodic review*, hal ini dikarenakan perusahaan menyimpan

persediaan sebanyak persediaan maksimum dikurangi permintaan selama *leadtime*.



Gambar 4.7 Rata-Rata Perbandingan Persediaan di gudang selama setahun

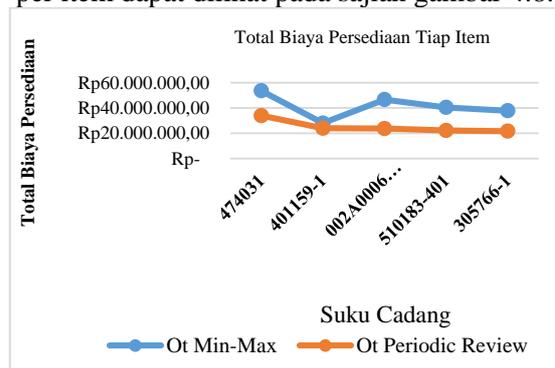
Sedangkan model *periodic review*, memiliki persediaan yang sedikit dikarenakan tidak hanya mengurangi persediaan maksimum dengan permintaan selama *leadtime*, melainkan ada faktor permintaan selama interval pemesanan.

Dengan meminimalisasi jumlah persediaan yang ada di gudang, akan mengurangi besarnya *holding cost* yang akan ditanggung oleh perusahaan karena jumlah persediaan rata-rata yang ada di gudang semakin sedikit.

4.6 Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan

Dapat diketahui bahwa total biaya persediaan perusahaan dengan metode *min-max* untuk 5 item suku cadang kelas A sebesar Rp 206,657,743.73. Sedangkan total biaya persediaan usulan dengan model *periodic review* untuk 5 item suku cadang kelas A sebesar Rp 125,535,907.12.

Hasil Perbandingan selisih total biaya persediaan per item dapat dilihat pada sajian gambar 4.8.

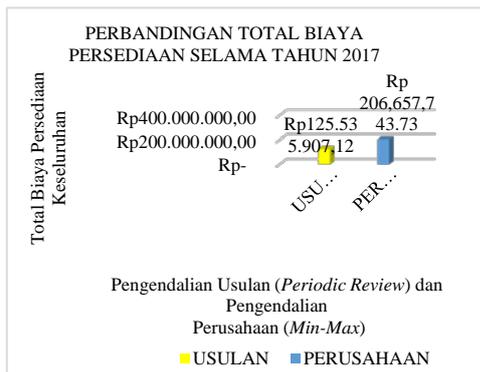


Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan Tiap Item

Berdasarkan gambar 4.10 diatas maka dapat diketahui selisih Total Biaya Min-Max dengan Periodic Review untuk suku cadang 474031 yaitu Rp 19,653,070.40 dengan persentase selisih sebesar 36.63%, untuk suku cadang 401159-1 selisih total biaya persediaan yaitu Rp

4,048,674.64 dengan persentase selisih sebesar 14.44%, untuk suku cadang 002A0006-39 selisih total biaya persediaan yaitu Rp 22,941,718.67 dengan persentase selisih sebesar 49.15%, untuk suku cadang 510183-401 selisih total biaya persediaan yaitu Rp 18,307,438.11 dengan persentase selisih sebesar 45.21, untuk suku cadang 305766-1 selisih total biaya persediaan yaitu Rp 16,170,934.80.

Berdasarkan pada perhitungan sebelumnya, maka perbandingan total biaya persediaan keseluruhan 5 item suku cadang kelas A dapat dilihat pada sajian gambar 4.9



Gambar 4.9 Diagram Batang Perbandingan

Total Biaya Persediaan Keseluruhan

Berdasarkan gambar 4.11 diatas, maka dapat diketahui total biaya persediaan model *Periodic Review* menghasilkan total biaya persediaan yang lebih kecil yaitu sebesar Rp 125,535,907.12. Sedangkan, total biaya persediaan dengan menggunakan kebijakan perusahaan yaitu sebesar Rp 206, 657,743.73. Model *periodic review* yang dilakukan dapat menghemat total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan untuk mengelola persediaan di PT. X. Besarnya penghematan yang diperoleh dari Model *Periodic Review* sebesar Rp 81,121,836.62. Sehingga persentase selisih total biaya persediaan yaitu sebesar 39.25%.

Penghematan total biaya persediaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, satu diantaranya adalah berkurangnya persediaan rata-rata semua suku cadang kelas A di gudang.

SIMPULAN

Dari hasil pengolahan data diperoleh kesimpulan sbb:

- 1) Jumlah suku cadang yang didapatkan untuk kelas A pada klasifikasi ABC yaitu sebanyak 5 item dengan persentase sebesar 12.5% dari total item keseluruhan sebanyak 40 item. Sedangkan, total harga suku cadang kelas A sebesar Rp 132,285,644.22 dengan persentase sebesar

71.81% dari total harga keseluruhan sebesar Rp 184,218,274.36.

- 2) Model *periodic review* yang telah digunakan dapat menghasilkan periode waktu antar pemesanan (T) yang optimal untuk 5 suku cadang kelas A. Periode waktu antar pemesanan (T) pada setiap suku cadang berbeda, periode waktu antar pemesanan (T) paling pendek adalah 34 hari pada suku cadang 305766-1 dan yang paling lama adalah 54 hari pada suku cadang 401159-1.
- 3) Model *periodic review* yang telah digunakan dapat menghasilkan persediaan maksimum (R) yang optimal untuk 5 suku cadang kelas A. Persediaan maksimum (R) pada setiap suku cadang berbeda, persediaan maksimum (R) paling sedikit adalah 12 unit pada suku cadang 401159-1 dan yang paling banyak adalah 23 unit pada suku cadang 305766-1.
- 4) Hasil perbandingan total biaya persediaan model *periodic review* dengan metode *min-max* yaitu total biaya persediaan model *periodic review* mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan metode *min-max* dengan Selisih Total Biaya Persediaan yaitu sebesar Rp 81,121,836.62 dan persentase selisih total biaya persediaan yaitu sebesar 39.25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Jauhari, Wakhid. 2008. *Penentuan Model Persediaan Spare Part Dengan Mempertimbangkan Terjadinya Back Order*. Jurnal Gema Teknik – Nomor 1 / Tahun XI.
- Akyati, Monica Bakhtyarhi. 2011. *Pengendalian Persediaan Periodic Review*. Surakarta : Jurnal UNS
- Dirpan, Andi STP. 2007. *Metode Peramalan Kuantitatif*. Makasar : Jurnal UNHAS.
- Fatchur Rochman, Sayyidan. 2013. *Penentuan Kebijakan Persediaan Spare Parts Pada Perusahaan Migas Dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo*. Depok : Skripsi UI.
- Gasperz, Vincent. 2007. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Herjanto, Edi. 2007. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta : Grasindo
- Herjanto, Edi. 2009. *Sains Manajemen : Analisis Kuantitatif Untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta : Grasindo
- Muhbiantie, Ranidya Tri Y. 2011. *Pengendalian Persediaan Suku Cadang Pesawat Terbang Dengan Pendekatan Model Continuous Review*. Surakarta : Skripsi UNS.

Team Material Expandable. 2016. Laporan Tahunan (Monitoring) B737-NG. Tangerang : PT.X

Wisner, Joel D. 2017. *Operations Management : A Supply Chain Process Approach.* California : SAGE.

https://id.wikipedia.org/wiki/Boeing_737