

**USULAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN SPARE PART MENGGUNAKAN METODE  
CONTINUOUS REVIEW (s,Q) DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN  
LEADTIME UNTUK MENINGKATKAN FILL RATE DAN MEMINIMASI BIAYA  
PERSEDIAAN PADA PT.XYZ**

**PROPOSAL OF INVENTORY POLICY FOR SPARE PART USING CONTINUOUS REVIEW  
(s,Q) METHOD SUBJECT TO UNCERTAINTY LEAD TIME TO INCREASE FILL RATE  
AND MINIMIZE TOTAL INVENTORY COST AT PT XYZ**

<sup>1</sup>Farih Jamil Rajabi, <sup>2</sup>Luciana Andrawina, <sup>3</sup>Budi Santosa

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University  
[farihjamil@gmail.com](mailto:farihjamil@gmail.com), [lucianawina@gmail.com](mailto:lucianawina@gmail.com), [bschulasoh@gmail.com](mailto:bschulasoh@gmail.com)

**Abstrak :**

PT.XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang perawatan (*maintenance*), perbaikan (*repair*) dan pembongkaran secara keseluruhan (*overhaul*) engine pesawat dan mesin-mesin industri di Indonesia yang berlokasi di kota Bandung. Dalam melakukan proses perbaikan engine TPE selama tahun 2017, PT.XYZ selalu mengalami keterlambatan proses penyelesaian perbaikan engine dikarenakan ketidakterdediaan spare part pada stockroom. Salah satu penyebabnya akibat ketidakpastian lead time pemesanan spare part dari vendor. Diperlukan usulan kebijakan persediaan spare part engine TPE bagian turbine dalam menentukan jumlah pemesanan optimum sehingga permasalahan stockout akibat ketidakpastian lead time bisa diminimalisir, sehingga dapat meningkatkan fill rate dan meminimasi total biaya persediaan. Pada penelitian ini usulan kebijakan persediaan spare part engine TPE bagian turbine menggunakan menggunakan metode continuous review (s,Q) dengan distribusi poisson dan laplace dalam memodelkan lead time demand untuk menentukan nilai reorder point dan ukuran lot pemesanan optimum. Hasil perhitungan kebijakan persediaan usulan dengan metode continuous review (s,Q) dengan distribusi poisson dan laplace dalam memodelkan lead time demand mampu meminimasi biaya persediaan sebesar 60% dan meningkatkan fill rate sebesar 30%.

**Kata Kunci :** Kebijakan Persediaan; spare parts; MRO – maintenance, repair and overhaul; Continuous review (s,Q), fill rate.

**Abstrack-**

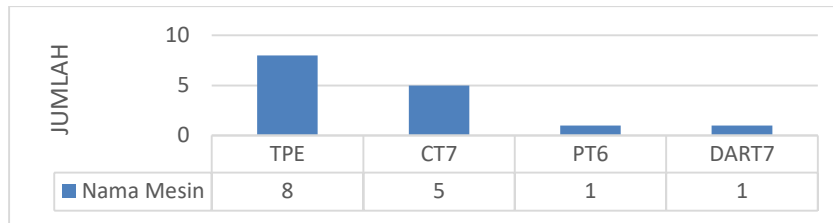
PT. XYZ is one of the companies engaged in maintenance, repair and overall overhaul of aircraft engines and industrial machinery in Indonesia located in the city of Bandung. During 2017, PT. XYZ always experienced delays in the completion of the TPE engine repair due to unavailability of spare parts in the stockroom. One of the causes is the uncertainty of lead time for ordering spare parts from vendors. Therefore, it is necessary to propose a policy to supply TPE engine spare parts, especially the turbine to determine the optimum order quantity. Thus the stockout problem due to uncertainty in lead times can be minimized so that it can increase the fill rate and minimize total inventory costs. This study proposed a turbine part, part of TPE engine spare part, inventory policy using the continuous review (s, Q) method with poisson and laplace distribution in modeling demand lead time to determine the reorder point value and optimum size lot ordering. The calculation results of the proposed inventory policy with the continuous review (s, Q) method with poisson and laplace distribution in modeling demand lead time can minimize inventory costs by 60% and increase the fill rate by 30%.

**Keywords :** Inventory policy; spare parts; MRO – maintenance, repair and overhaul; Continuous review (s,Q), fill rate.

**1. Pendahuluan**

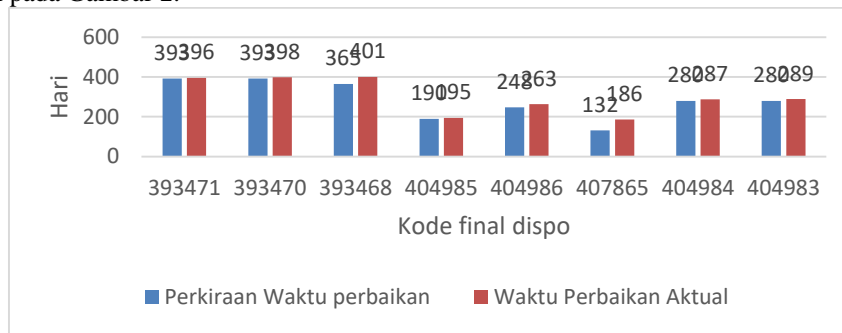
**1.1 Latar Belakang**

PT.XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang perawatan (*maintenance*), perbaikan (*repair*) dan pembongkaran secara keseluruhan (*overhaul*) engine pesawat dan mesin-mesin industri di Indonesia yang berlokasi di kota Bandung. Selama kurun waktu 2017, TPE merupakan engine yang terbanyak dilakukan proses overhaul pada PT.XYZ.



Gambar I. 1 Jumlah penerimaan perbaikan engine PT. XYZ tahun 2017

Selama proses perbaikan engine TPE, proses perbaikan selalu mengalami keterlambatan jadwal penyelesaian dimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar I. 2 Perbandingan waktu perencanaan dan aktual perbaikan engine

Menurut data root cause dari perusahaan pada Tabel 1 didapatkan penyebab keterlambatan perbaikan proses perbaikan engine TPE dikarenakan sparepart yang tidak tersedia pada stockroom.

Tabel I. 1 Data root cause penyebab keterlambatan perbaikan engine TPE

| Problem             | Jumlah   | Persentase |
|---------------------|----------|------------|
| Material            | 5        | 62.50%     |
| Material & Business | 3        | 37.50%     |
| <b>Jumlah</b>       | <b>8</b> |            |

Persentase pemenuhan permintaan spare part engine TPE bagian turbine belum bisa mencapai nilai sesuai KPI PT.XYZ yakni 85% untuk keseluruhan spare part, hal tersebut terbukti pada Tabel I.2

Tabel I. 2 Data Permintaan dan pemenuhan permintaan spare part engine TPE

| No | Nomer Sparepart | QD  | QF  | FR   | No | Nomer Sparepart | QD | QF | FR   |
|----|-----------------|-----|-----|------|----|-----------------|----|----|------|
| 1  | S8157CZ22-250   | 64  | 48  | 75%  | 18 | MS9489-08       | 55 | 55 | 100% |
| 2  | 3103721-1       | 17  | 15  | 88%  | 19 | 3101675-2       | 20 | 20 | 100% |
| 3  | MS9556-10       | 867 | 751 | 87%  | 20 | 893405-3        | 4  | 4  | 100% |
| 4  | MS9565-10       | 364 | 364 | 100% | 21 | 896453-1        | 2  | 0  | 0%   |
| 5  | 3101752-1       | 16  | 11  | 69%  | 22 | 865721-2        | 27 | 21 | 78%  |
| 6  | 869193-1        | 5   | 3   | 60%  | 23 | 3103012-1       | 10 | 6  | 60%  |
| 7  | 3108066-1       | 18  | 3   | 17%  | 24 | 3108098-1       | 9  | 4  | 44%  |
| 9  | 866550-1        | 6   | 6   | 100% | 26 | 358278          | 17 | 10 | 59%  |
| 10 | 865664-6        | 15  | 15  | 100% | 27 | 869907-1        | 8  | 0  | 0%   |
| 12 | 3101626-1       | 18  | 15  | 83%  | 29 | 897722-1        | 7  | 4  | 57%  |
| 13 | 3103750-5       | 16  | 10  | 63%  | 30 | 194-523-9203    | 6  | 5  | 83%  |
| 14 | 3103412-2       | 13  | 7   | 54%  | 31 | 194-523-9204    | 7  | 3  | 43%  |
| 15 | 896549-2        | 30  | 20  | 67%  | 32 | 211-557-9001    | 48 | 30 | 63%  |
| 16 | 865032-3        | 21  | 21  | 100% | 33 | AN320C3         | 61 | 61 | 100% |
| 17 | M274263103D     | 75  | 62  | 83%  | 34 | AN919-2J        | 13 | 13 | 100% |

Keterangan : QD : Jumlah permintaan part (unit)  
 QF : Jumlah pemenuhan permintaan part (unit)  
 FR : Persentase pemenuhan permintaan part.

Selain mengalami *shortage* yang mempengaruhi nilai *fill rate*, *sparepart engine* TPE bagian *turbine* juga mengalami persediaan berlebih di *stockroom* (*overstock*). Data *overstock* dari *sparepart engine* TPE bagian *Turbine* dapat dilihat pada Tabel I.3

| No | Nomer Sparepart | S    | D   | O    | No | Nomer Sparepart | S   | D  | O   |
|----|-----------------|------|-----|------|----|-----------------|-----|----|-----|
| 1  | S8157CZ22-250   | 208  | 64  | 144  | 18 | MS9489-08       | 445 | 55 | 390 |
| 2  | 3103721-1       | 129  | 17  | 112  | 19 | 3101675-2       | 106 | 20 | 86  |
| 3  | MS9556-10       | 4497 | 867 | 3630 | 20 | 893405-3        | 16  | 4  | 12  |
| 4  | MS9565-10       | 2177 | 364 | 1813 | 21 | 896453-1        | 4   | 2  | 2   |
| 5  | 3101752-1       | 82   | 16  | 66   | 22 | 865721-2        | 85  | 27 | 58  |
| 6  | 869193-1        | 20   | 5   | 15   | 23 | 3103012-1       | 33  | 10 | 23  |
| 7  | 3108066-1       | 24   | 18  | 6    | 24 | 3108098-1       | 26  | 9  | 17  |
| 8  | MS9500-04       | 590  | 150 | 440  | 25 | 3101171-1       | 16  | 4  | 12  |
| 9  | 866550-1        | 58   | 6   | 52   | 26 | 358278          | 30  | 17 | 13  |
| 10 | 865664-6        | 67   | 15  | 52   | 27 | 869907-1        | 16  | 8  | 8   |
| 11 | 3070358-6       | 304  | 94  | 210  | 28 | 3108056-1       | 43  | 15 | 28  |
| 12 | 3101626-1       | 80   | 18  | 62   | 29 | 897722-1        | 12  | 7  | 5   |
| 13 | 3103750-5       | 29   | 16  | 13   | 30 | 194-523-9203    | 30  | 6  | 24  |
| 14 | 3103412-2       | 28   | 13  | 15   | 31 | 194-523-9204    | 186 | 7  | 179 |
| 15 | 896549-2        | 58   | 30  | 28   | 32 | 211-557-9001    | 228 | 48 | 180 |
| 16 | 865032-3        | 84   | 21  | 63   | 33 | AN320C3         | 448 | 61 | 387 |
| 17 | M274263103D     | 267  | 75  | 192  | 34 | AN919-2J        | 99  | 13 | 86  |

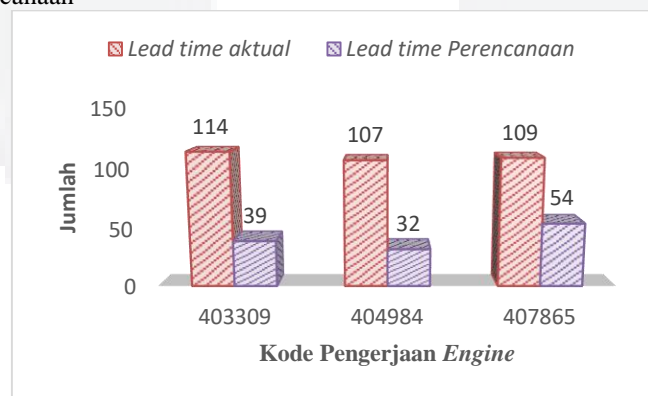
Keterangan:

S = Stock spare part engine TPE bagian turbine

D = Permintaan spare part engine TPE bagian turbine

O = Overstock

Dari banyaknya spare part yang digunakan untuk melakukan perbaikan engine TPE bagian turbine, didapatkan banyak spare part yang mengalami keterlambatan kedatangan ketika dilakukan pemesanan. Pada Gambar I.4 berikut ini adalah salah satu contoh spare part yang mengalami keterlambatan kedatangan akibat perbedaan lead time aktual dengan perencanaan



Gambar I. 3 Perbedaan Lead time aktual dengan lead time perencanaan

Berdasarkan latar belakang tersebut, usulan kebijakan persediaan suku cadang engine TPE untuk meningkatkan persentase pemenuhan permintaan (*fill rate*) dan minimasi total biaya persediaan sparepart engine TPE bagian turbine dengan mempertimbangan ketidakpastian demand dan leadtime menggunakan distribusi poisson dan laplace dengan metode continuous review (s,Q).

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Spare Part

Suku cadang (*spare part*) merupakan salah satu aspek terpenting dalam perusahaan jasa, karena keberadaan suku cadang (*spare part*) merupakan komponen yang menentukan kehandalan pelayanan kepada konsumennya. spare part diperlukan untuk menunjang dan menjamin keandalan mesin dan peralatan yang ada pada sistem tersebut (Bahagia, 2006).

### 2.1.1 Spare Part Classification

Menurut Williams (1984), dalam Conceicao, Silva, Lu, & Nunes (2015) klasifikasi permintaan berdasarkan permintaan selama selang *lead time* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Variabilitas waktu antar transaksi
2. Variabilitas besarnya permintaan
3. Variabilitas *lead time*

#### 2.1.1.1 Klasifikasi CV (Coefficient of Variation)

Rumus perhitungan *Coefficient of variation* (CV) adalah sebagai berikut:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Dimana nilai standar deviasi ( $\sigma$ ) dan *mean* ( $\mu$ ) didapatkan dari formula :

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2}{N}$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N}$$

Klasifikasi pola permintaan dari perhitungan CV dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Eaves & Kingsman, 2004) :

Tabel II. 1 Klasifikasi permintaan

| Variabilitas waktu rata-rata antar transaksi | Variabilitas ukuran permintaan | Variabilitas <i>Lead time</i> | Klasifikasi permintaan |
|--|--------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| $\leq 0.74$                                  | $\leq 0.10$                    | -                             | 1-Smooth               |
| $\leq 0.74$                                  | $> 0.10$                       | -                             | 2-Irregular            |
| $> 0.74$                                     | $\leq 0.10$                    | -                             | 3-Slow moving          |
| $> 0.74$                                     | $> 0.10$                       | $\leq 0.53$                   | 4-mildly Intermitten   |
| $> 0.74$                                     | $> 0.10$                       | $> 0.53$                      | 5-Highly Intermitten   |

## 2.2 Biaya Persediaan

### 2.2.1 Biaya Pesan

Jika K merupakan ongkos per pesan dan  $\frac{D}{Q}$  merupakan banyaknya pesanan pertahun maka:

$$\text{biaya pesan (Order cost)} = K \frac{D}{Q}$$

Dimana D merupakan permintaan tahunan (*annual demand*); dan Q merupakan jumlah pesanan (*order quantity*).

### 2.2.2 Biaya Simpan

Mengingat rata-rata persediaan (*stock*) sama dengan  $\frac{Q}{2} + SS$ , maka biaya simpan tahunan sebagai berikut:

$$\text{Biaya Simpan (Holding cost)} = h \left( \frac{Q}{2} + s - D_L \right)$$

### 2.2.3 Biaya Backorder

Jika p adalah biaya backorder per unit (*backorder*), n adalah jumlah siklus pengisian ulang (*replenishment*) dan  $\frac{D}{Q}n(s)$  adalah banyaknya *backorder* tahunan yang diharapkan, biaya *backorder* tahunan diberikan sebagai berikut

$$\text{Backorder cost} = p \frac{D}{Q} n(s)$$

Fungsi total biaya tahunan seperti berikut:

$$G(s, Q) = K \frac{D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + s - D_L \right) + p \frac{D}{Q} n(s)$$

## 2.3 Perhitungan permintaan selama selang *lead time*

Dalam (Silver, Pyke, & Peterson, 1998) dijelaskan jika permintaan dan *leadtime* bersifat independen variabel acak, dalam menghitung *mean*, *variance*, dan standar deviasi dari permintaan selama selang *leadtime* sebagai berikut:

$$E(D_L) = E(D) \cdot E(L)$$

$$\text{Var}(D_L) = E(L) \cdot \text{Var}(D) + (E(D))^2 \cdot \text{Var}(L)$$

Standar deviasi ( $\sigma_L$ ) :

$$\sigma_L = \sqrt{\text{Var}(D_L)}$$

Dimana  $E(D_L)$  dan  $\text{Var}(D_L)$  adalah rata-rata dan variansi dari *demand* selama selang *leadtime*, E(D) dan Var(D) merupakan rata-rata dan variansi *demand*, sedangkan E(L) dan Var(L) adalah rata-rata dan variansi *leadtime*.

Pada Tabel II.2 menjelaskan tentang notasi-notasi beserta penjelasannya yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel II. 2 Daftar notasi pada pengembangan model persediaan

| Variabel | Keterangan                          |
|----------|-------------------------------------|
| $L$      | <i>Lead Time</i>                    |
| $s$      | <i>Reorder point</i>                |
| $Q$      | <i>Order Quantity</i>               |
| $D$      | Permintaan per tahun                |
| $D_L$    | Permintaan selama <i>Lead time</i>  |
| $NS$     | <i>Cycle Service Level</i>          |
| $K$      | Biaya per <i>order</i> (\$)         |
| $h$      | Biaya simpan per item (\$/unit)     |
| $p$      | Biaya kekurangan per item (\$/unit) |

#### 2.4 Perhitungan Distribusi *poisson*

Adapun langkah langkahnya:

1. hitung nilai EOQ

$$EOQ = \sqrt{\frac{2kD}{h}}$$

2. hitung nilai  $P(s)$  untuk mendapatkan nilai  $s$

$$P(s) = \frac{Qh}{pD}$$

3. cari nilai  $n(s)$

$$n(s) = \lambda P(s) - s P(s + 1)$$

4. setelah didapatkan semua, sekarang hitung nilai  $Q$  melalui formula berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2D [K + pn(s)]}{h}}$$

#### 2.5 Perhitungan Distribusi *laplace*

Dengan ketentuan bahwa nilai  $\mu = D_L$  dan  $\text{Var}(D_L) = 2\theta^2$ . Maka langkah selanjutnya adalah:

1. hitung nilai  $Q$  dengan formula berikut:

$$Q = \theta + \sqrt{\frac{2KD}{h} + \theta^2}$$

2. hitung nilai  $P(s)$  dengan formula:

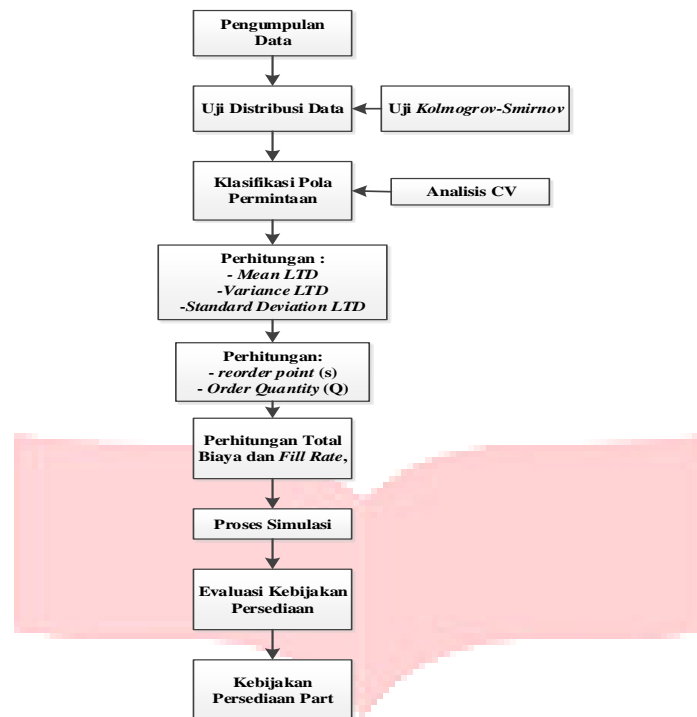
$$P(s) = \frac{Qh}{pD}$$

3. hitung nilai  $s$

$$s = -\theta \ln(2P(s)) + D_L$$

### 3. Model Konseptual

Model konseptual berikut menggambarkan konsep penelitian yang akan dilakukan



Gambar III. 1 Model Konseptual

#### 4. Perhitungan

Salah satu contoh perhitungan *spare part* dengan nomer *part* 3101752-1 dengan distribusi *poisson*:

Langkah 1, melakukan perhitungan EOQ:

$$\begin{aligned}
 EOQ &= \sqrt{\frac{2kD}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{(2)(2.89)(16)}{0.48}} \\
 &= 13.88 \approx 14 \text{ (pembulatan keatas)}
 \end{aligned}$$

Langkah 2, mencari nilai  $s$  dengan cara

$$\begin{aligned}
 P(s) &= \frac{Qh}{pD} \\
 &= \frac{(14)(0.48)}{(184.14)(16)} \\
 &= 0.0023
 \end{aligned}$$

Dari tabel *poisson* didapati nilai  $s=11$  bernilai  $P(s) = 0.0028$ . sedangkan nilai  $s=12$  bernilai  $P(s) = 0.0009$ . maka menurut (Nahmias, 2004) dilakukan proses pembulatan ke atas sehingga yang terpilih nilai  $s = 12$  dengan nilai  $P(s) = 0.0009$ . nilai  $P(s+1) = 0.0003$ .

Langkah 3, menentukan nilai  $n(s)$

$$\begin{aligned}
 n(s) &= \lambda \cdot P(s) - s \cdot P(s+1) \\
 &= 4 \times 0.0009 - 12 \times 0.0003 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Langkah 4, perhitungan *order quantity* (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{\frac{2D [K + pn(s)]}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{(2)(16) [(2.89) + (184.14)(0)]}{0.48}} \\
 &= 13.88 \approx 14 \text{ (pembulatan keatas)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya persediaan usulan: Biaya Simpan } (CM_j) &= h \left( \frac{Q}{2} + s - D_L \right) \\
 &= \$707.28 \left( \frac{14}{2} + 12 - 4 \right) \\
 &= \$10609.2 \\
 \text{Biaya pesan } (CP_j) &= K_j \cdot nc_j \\
 &= \$2.89 \cdot 1 \\
 &= \$2.89 \\
 \text{Biaya kekurangan } (CR_j) &= QRP_j \cdot p_j \\
 &= 0 \cdot \$184.14 = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Total biaya persediaan } (CT_j) &= CM_j + CP_j + CR_j \\ &= \$10609.2 + \$2.89 + 0 \\ &= \$10612.09 \end{aligned}$$

perhitungan parameter persediaan dengan menggunakan distribusi *laplace* pada *spare part* dengan nomer *spare part* MS9556-10 sebagai berikut

Langkah 1, hitung nilai  $\theta$

$$\begin{aligned} \theta &= \sqrt{\frac{\text{Var}(D_L)}{2}} \\ \theta &= \sqrt{\frac{22394.80}{2}} \\ \theta &= 105.82 \end{aligned}$$

Langkah 2, hitung nilai Q

$$\begin{aligned} Q &= \theta + \sqrt{\frac{2KD}{h} + \theta^2} \\ &= 105.82 + \sqrt{\frac{2(2.89)(867)}{0.48} + 105.82^2} \\ &= 252.92 \approx 253 \text{ (pembulatan keatas)} \end{aligned}$$

Langkah 3, hitung nilai P (s)

$$\begin{aligned} P(s) &= \frac{qh}{pD} \\ &= \frac{(253)(0.48)}{(0.58)(867)} \\ &= 0.2414 \end{aligned}$$

Langkah 4, hitung nilai s

$$\begin{aligned} s &= -\theta \ln(2P(s)) + D_L \\ &= -105.82 \ln(2(0.2414)) + 186 \\ &= 263.008 \approx 264 \text{ (pembulatan keatas)} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan total persediaan usulan untuk distribusi *laplace* pada *sparepart* dengan nomer *part* MS9556-10:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Simpan } (CM_j) &= h \left( \frac{Q}{2} + s - D_L \right) \\ &= \$2.43 \left( \frac{253}{2} + 264 - 186 \right) \\ &= \$496.935 \\ \text{Biaya pesan } (CP_j) &= K_j \cdot nc_j \\ &= \$2.89 (3) \\ &= \$8.67 \\ \text{Biaya kekurangan } (CR_j) &= QRP_j \cdot p_j \\ &= 338 (\$0.58) \\ &= \$196.04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Total biaya persediaan } (CT_j) &= CM_j + CP_j + CR_j \\ &= \$496.935 + \$8.67 + \$196.04 \\ &= \$701.645 \end{aligned}$$

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada bab sebelumnya maka didapatkan kesimpulan bahwa hasil perhitungan kebijakan persediaan usulan dengan metode *continuous review* (s,Q) dengan distribusi *poisson* dan *laplace* dalam memodelkan *lead time demand* diperoleh kebijakan persediaan yaitu *quantity lot* pemesanan *sparepart* yang optimum dan *reorder point* mampu meminimasi biaya persediaan sebesar 60% dan meningkatkan *fill rate* sebesar 30%.

**Daftar Pustaka :**

- Aditya, W. S., Pujawan, I. N., & Kurniati, N. (2011). PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PART DENGAN PENDEKATAN PERIODIC REVIEW (R,s,S) SYSTEM (STUDI KASUS : PT. GMF AERO ASIA – UNIT ENGINE MAINTENANCE).
- Bahagia, S. N. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: ITB.
- Conceicao, S. V., Silva, G. L., Lu, D., & Nunes, N. T. (2015). A demand classification scheme for spare part. Taylor & Francis.
- Eaves, A., & Kingsman, B. (2004). Forecasting for the ordering and stock-holding of Spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, 431–437.
- Hax, A., & Candea, D. (1984). *Production and Inventory Management*. New Jersey: NJ: Prentice-Hall.
- Kreuer, M., Wunderink, S., Dekker, R., & Schorr, B. (2005). Inventory Control Based on Advanced Probability Theory, an application. *European Journal of Operational Research*.
- Kumar, S. (2004). Spare Part Management - An IT Automation Perspective.
- Nahmias, S. (2004). *Production and Operations Analysis*. New York: McGraw-Hill College.
- Presutti, V. J., & Trepp, R. (1970). More ado about economic order quantities (EOQ). *Naval Research Logistic Quarterly*, 243-251.
- Presutti, V., & R., T. (1970). More Ado about Economic Order Quantities (EOQ). *Naval Research Logistics Quarterly*, 243–251.
- PT. XYZ. (2017, Nopember 22). Diambil kembali dari <http://www.umcntp.co.id/service.php?page=11>
- Rangkuti, F. (2007). *Manajemen Persediaan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Silver, E., Pyke, D., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: Wiley.
- Tijms, H. (1994). *Stochastic Models, An Algorithmic Approach*. Chichester: Wiley.
- Tyworth, J., & R., G. (2000). A Note on Solutions to the  $Q_r$  Inventory Model for Gamma Lead Time Demand. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 534–539.
- Williams, T. (1984). Stock Control with Sporadic and Slow-moving Demand. *Journal of the Operational Research Society*, 939-948.