

PENENTUAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN SUKU CADANG PADA MESIN *LASER CUTTING* CNC DI PT PINDAD DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN LAJU KERUSAKAN MENGGUNAKAN METODE *CONTINUOUS REVIEW* UNTUK MEMINIMASI TOTAL BIAYA PERSEDIAAN

DETERMINATION OF SPARE PART INVENTORY POLICY FOR LASER CUTTING CNC MACHINE AT PT PINDAD CONSIDER UNCERTAINTY FAILURE RATE USING CONTINUOUS REVIEW METHOD TO MINIMIZE TOTAL INVENTORY COST

M. Ikhbal Efendi¹, Luciana Andrawina², Putu Giri Artha Kusuma³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹ikhbalef97@gmail.com, ²luciana@telkomuniversity.co.id, ³putugiriak@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di PT Pindad (Persero) yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang Peralatan pertahanan dan keamanan negara. Sebagai perusahaan manufaktur yang memproduksi alat-alat berat, PT Pindad menggunakan berbagai jenis mesin untuk mendukung proses produksinya. Akan tetapi, perusahaan belum tepat dalam menentukan jumlah persediaan suku cadang yang harus dipersiapkan untuk mengganti suku cadang yang rusak. Objek mesin pada penelitian ini adalah mesin *laser cutting* CNC karena berdasarkan hasil pengumpulan data di lapangan mesin ini menguras pengeluaran sebesar 76,13% dari total pembelian suku cadang mesin dan terdapat suku cadang yang mengalami *stock out* serta adanya *gap* antara jumlah pemakaian dengan jumlah pembelian selama periode 2019. Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan usulan kebijakan persediaan dengan memperhitungkan kebutuhan suku cadang berdasarkan laju kerusakan untuk satu periode yang akan datang menggunakan metode *Poisson Process*. Kebijakan persediaan dilakukan dengan metode *Continuous Review* untuk meminimasi total biaya persediaan. Hasil dari kebijakan persediaan usulan pada penelitian ini dapat menurunkan total biaya persediaan hingga 28,90% atau sebesar Rp415.003.518,05 dari kondisi aktual. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat merancang aplikasi untuk pengelolaan persediaan suku cadang yang terintegrasi dengan pihak *maintenance* dan *supply chain*.

Kata kunci : suku cadang, *poisson process*, *continuous review*, laju kerusakan, *stockout*

Abstract

This research was conducted at PT Pindad (Persero) which is a State-Owned Company (BUMN) that is engaged in the field of defense and state security equipment. As a manufacturing company that manufactures heavy equipment, PT Pindad uses various types of machinery to support its production process. However, the company has not precisely determined the number of parts that must be prepared to replace damaged parts. The object of the machine in this study is a laser cutting CNC machine because based on the results of data collection in the field this machine drains 76.13% of the total cost of purchasing machine parts, there are spare parts that experience stock out and there is a gap between the number of uses and the number of purchases during the 2019 period. This research was conducted to provide an inventory policy proposal by calculating the expected demand for spare parts based on the failure rate for the coming period using the Poisson Process method. Inventory policy is carried out using the Continuous Review method to minimize the total inventory cost. The results of the inventory policy proposed in this study can reduce the total cost of inventory by 28.90% or Rp.415,003,518.05 from the actual condition.

Keywords: spare part, poisson process, continuous review, failure rate, stockout

1. Pendahuluan

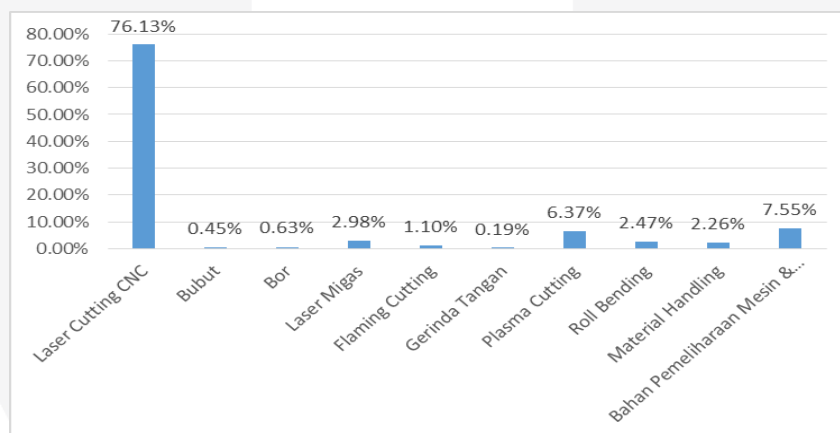
PT Pindad (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang Peralatan pertahanan dan keamanan serta peralatan industrial untuk mendukung pembangunan nasional dan secara khusus untuk mendukung pertahanan dan keamanan negara. Perusahaan ini menerapkan sistem manufaktur *make-to-order*, dimana proses produksi akan berjalan jika adanya pesanan. Sebagai perusahaan manufaktur yang memproduksi alat-alat berat, PT Pindad menggunakan berbagai jenis mesin untuk mendukung proses produksinya. Untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin, divisi *maintenance* telah membuat tindakan *preventive* dan *corrective*. Tetapi, perusahaan belum tepat dalam menentukan jumlah persediaan suku cadang yang harus dipersiapkan untuk mengganti suku cadang yang rusak. Dari hasil wawancara dan data yang didapat dari pihak

maintenance, berikut merupakan data durasi penggunaan mesin, waktu mesin berhenti, dan suku cadang yang diganti.

Tabel 1. 1 Durasi Penggunaan dan Downtime Mesin Tahun 2019 di PT Pindad (Persero) Divisi Kendaraan Khusus

Nama Mesin	Total Jam Berhenti (Jam)	Suku Cadang yang diganti
Mesin Bubut	4	Lampu, coolant, kontaktor 110V
Bor Radial	25	Vully, snap ring, coolant
Frais Horizontal	8	Selang air, coolant
Mesin Gergaji	4,5	Bearing ball, coolant
Mesin Tekuk	9	Coolant, pelumas
Mesin Gunting Plat	4	Pen Roda Gigi
<i>Laser Cutting</i> CNC	66,25	Nozzle cutting, filter, easy kit

Berdasarkan Tabel I.2, total jam berhenti yang paling besar adalah pada mesin *laser cutting* CNC, dengan waktu selama 66,25 jam. Penggunaan mesin ini juga terbilang intens diketahui waktu penggunaannya pada tahun 2019 adalah selama 1918,27 jam. Salah satu penyebab terjadinya *downtime* mesin yaitu tidak tersedianya suku cadang pengganti. Jika *downtime* mesin terjadi, mengakibatkan terhentinya proses produksi sehingga perusahaan harus melakukan *trade-off* untuk mencapai target produksi dengan melakukan pemesanan kembali atau “melempar” proses produksi ke pihak luar perusahaan. Berikut merupakan data biaya pembelian suku cadang untuk tahun 2019 yang didapatkan melalui sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*) perusahaan..



Gambar 1.1 Persentase Biaya Pembelian Suku Cadang di PT Pindad (Persero) Tahun 2019

Berdasarkan Gambar 1.1, dapat dilihat bahwa pada mesin *laser cutting* CNC persentase biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pembelian suku cadang adalah sebesar 76,13% dari total biaya pembelian suku cadang pada tahun 2019. Diketahui total biaya pembelian suku cadang pada tahun 2019 adalah Rp1.944.017.400,-. Berikut merupakan data kebutuhan dari suku cadang mesin *laser cutting* CNC.

Tabel 1. 2 Kondisi Persediaan *Spare Part* untuk Mesin *Laser Cutting* CNC di PT Pindad pada tahun 2019

No.	Nama Material	Stockout	Jumlah Pemakaian	Jumlah Pembelian	Klasifikasi Suku Cadang
1	Nozzle Cutting Φ 1,0 mm	2 kali	31	50	<i>Non-repairable part</i>
2	Nozzle Cutting Φ 1,2 mm	2 kali	65	100	<i>Non-repairable part</i>

3	Nozzle Cutting Φ 1,4 mm	2 kali	65	100	<i>Non-repairable part</i>
4	Nozzle Cutting Φ 2,3 mm	-	36	50	<i>Non-repairable part</i>
5	Filter Cartridge	1 kali	23	40	<i>Non-repairable part</i>
6	Easy Kit Cu 4	1 kali	4	4	<i>Non-repairable part</i>

Dapat dilihat pada Tabel 1.2, terdapat suku cadang yang mengalami *stock out* (tidak tersedianya barang pengganti di gudang) dan adanya *gap* antara jumlah pemakaian dengan jumlah pembelian selama periode 2019. Hal ini terjadi karena sistem penentuan kebutuhan inventaris suku cadang didasarkan pada permintaan operator di lapangan. Berikut merupakan kondisi biaya persediaan pada mesin *laser cutting* CNC.



Gambar 1. 2 Kondisi Biaya Persediaan pada Mesin *Laser Cutting* CNC

Berdasarkan Gambar 1.2, biaya kekurangan timbul karena ketidaktersediaan suku cadang pengganti saat adanya permintaan (*stock out*). Perusahaan belum menerapkan analisis kuantitas *reorder point* dan *safety stock* pada persediaan suku cadang mesin *laser cutting* CNC. Diketahui total biaya persediaan suku cadang pada mesin *laser cutting* CNC pada tahun 2019 adalah sebesar Rp1.436.175.201,79. Perlu dilakukan efisiensi total biaya persediaan dengan melakukan *trade-off* terhadap keempat komponen biaya persediaan yaitu biaya pembelian, biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan.

2. Dasar Teori

2.1 Persediaan

Persediaan mengacu pada semua barang, baik barang jadi, barang dagangan, dan material yang dimiliki oleh bisnis untuk dijual di pasar untuk mendapatkan keuntungan. Dalam bisnis manufaktur, persediaan tidak hanya berupa produk akhir yang diproduksi dan siap dijual, tetapi juga bahan baku yang digunakan dalam produksi dan barang setengah jadi di gudang atau di lantai pabrik [16].

2.2 Persediaan Spare Part

Keberadaan *spare part* pada sebuah perusahaan diperlukan untuk menjamin ketersediaan sistem seperti sistem produksi pada suatu perusahaan. Inventori *spare part* digunakan untuk menjaga agar peralatan khususnya mesin produksi selalu berada dalam kondisi yang baik, dimana inventori *spare part* sangat ditentukan oleh pemakaian dan perawatan peralatan/ mesin yang ada di perusahaan. Inventori *spare part* berbeda dengan inventori lainnya dari segi kebijakan dan fungsi yang digunakan [14, 24]. Sebagai contoh, untuk inventori *work in process* dibutuhkan untuk melancarkan aliran produksi yang dapat terganggu karena perbedaan laju proses produksi, dan lain-lain. Sedangkan, untuk inventori *spare part* dibutuhkan untuk menjaga agar peralatan/ fasilitas yang digunakan untuk tetap pada kondisi yang baik.

2.3 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan waktu rata-rata atau ekspektasi kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang beroperasi pada kondisi normal. MTTF sering dinyatakan dalam angka perkiraan masa pakai suatu komponen. Perhitungan MTTF untuk masing-masing distribusi [8]:

1. Distribusi Eksponensial

Pada distribusi eksponensial, parameternya adalah lambda (λ) yang nilainya konstan terhadap waktu (t). Sehingga rata-rata waktu antar kerusakannya adalah:

$$MTTF = \int (t) dt = \frac{1}{\lambda} = \mu \quad (1)$$

2. Distribusi Normal

Pada distribusi Normal, parameternya adalah mean (μ) dan standar deviasi (σ). Nilai MTTF-nya adalah nilai μ .

3. Distribusi Weibull

Pada distribusi Weibull terdapat 3 parameter, yaitu parameter karakteristik umur pakai (α atau η), parameter bentuk (β), dan parameter lokasi (γ). Apabila menggunakan 2 parameter saja, yaitu parameter η dan β , maka disebut dengan distribusi Weibull dengan 2 parameter (2-parameter Weibull). Sehingga waktu antar kerusakan pada komponen/sistem dengan distribusi 2-parameter Weibull adalah:

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma(1 + 1/\beta) \quad (2)$$

Di mana,

Γ = fungsi Gamma.

η = *scale parameter* yang mempengaruhi nilai tengah dari pola data

β = *shape parameter* yang mempengaruhi laju kerusakan

2.4 Poisson Process

Poisson process menurut merupakan salah satu metode untuk menghitung kebutuhan suku cadang dalam satu periode. Probabilitas mengamati kegagalan *non-repairable part* n dalam waktu t diberikan oleh *poisson probability mass function* ($P_n(t)$) [8].

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \quad (3)$$

$$\lambda t = \frac{1}{MTTF} t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} \quad (4)$$

Repairable part adalah komponen yang jika terjadi kerusakan, komponen tersebut masih dapat diperbaiki. Berbeda dengan perhitungan komponen yang tidak dapat diperbaiki, komponen yang dapat diperbaiki menggunakan nilai *MTTR (Mean Time To Repair)* dan nilai *scrap rate (R)* [18].

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^{n-1} e^{-\lambda t}}{(n-1)!} \quad (5)$$

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times MTTR}{MTBF} \quad (6)$$

2.5 Continuous Review dengan Distribusi Poisson

Level persediaan yang ditinjau kontinyu, dan pemesanan dilakukan sebesar ukuran lot pemesanan (Q) diletakkan setiap waktu jika level persediaan mencapai pemesanan s , objektifnya adalah untuk mendapatkan nilai optimum dari Q dan s bahwa perkiraan biaya persediaan per unit waktu minimal. Jika kekurangan inventori diperlakukan dengan model (s, Q) akan diperoleh total biaya persediaan dengan formulasi seperti di bawah ini [15].

$$O_T = D \cdot p + \frac{A \cdot D}{Q} + h \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q + s - D_L \right) + c_u \cdot \frac{D}{Q} n(s) \quad (7)$$

Notasi yang menjelaskan mengenai formula ini sebagai berikut.

D = rata-rata permintaan (unit/tahun)

D_L = ekspektasi permintaan selama *lead time* pemesanan (unit)

h = biaya simpan / *holding cost*

c_u = biaya kekurangan per unit

A = biaya pemesanan per sekali pesan

$n(s)$ = *expected shortage per cycle*

Q = jumlah pemesanan per siklus

s = level pemesanan persediaan
 σ = standar deviasi permintaan
 ss = *safety stock*

3. Perhitungan

3.1 Parameter Distribusi Time To Failure

Hasil perhitungan nilai parameter untuk masing-masing suku cadang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Parameter Distribusi Time To Failure (TTF)

Suku Cadang	Distribusi	Parameter			
		η	β	σ	μ
Nozzle Φ 1,0 mm	Weibull	299,46	2,65	-	-
Nozzle Φ 1,2 mm	Weibull	147,53	2,56	-	-
Nozzle Φ 1,4 mm	Weibull	145,38	2,24	-	-
Nozzle Φ 2,3 mm	Normal	-	-	236,27	78,01
Filter cartridge	Normal	-	-	397,73	2171,5
Easy Kit Cu 4	Normal	-	-	332,98	2035,8

3.2 Perhitungan Mean Time To Failure

Hasil perhitungan MTTF dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perhitungan Nilai MTTF Distribusi Weibull

Suku Cadang	Parameter		$(1 + \frac{1}{\beta})$	$\Gamma(x)$	MTTF (Jam)
	η	β			
Nozzle Φ 1,0 mm	299,46	2,65	1,377	0,8888	266,147
Nozzle Φ 1,2 mm	147,53	2,56	1,39	0,8879	130,985
Nozzle Φ 1,4 mm	145,38	2,24	1,4467	0,8857	128,764

Hasil MTTF untuk komponen yang berdistribusi normal dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perhitungan Nilai MTTF Distribusi Normal

Suku Cadang	Parameter		MTTF (Jam)
	σ	μ	
Nozzle Φ 2,3 mm	78,01	236,27	236,27
Easy kit cu 4	397,73	2171,5	2171,5
Filter cartridge	332,98	2035,8	2035,8

3.3 Perhitungan Kebutuhan Suku Cadang

Berikut merupakan faktor-faktor dari suku cadang nozzle Φ 1,0 mm yang dibutuhkan dalam perhitungan ekspektasi *demand*.

P (tingkat kepercayaan) = 95%
 MTTF = 249,47 jam
 A (jumlah komponen dalam mesin) = 1 buah
 N (jumlah mesin) = 1 buah
 M (jam operasional mesin) = 720 jam/bulan
 T (periode) = 1 tahun

Berikut merupakan perhitungan nilai λt :

$$\lambda t = \frac{1}{MTTF} t = \frac{1 \times 1 \times 720 \times 12}{249,47} = 32,463$$

Untuk iterasi perhitungan kebutuhan suku cadang adalah sebagai berikut:

Untuk 0 spare, $P = \exp(-32,463) = 7,96849E-15 = 0\% > 95\%$
 Untuk 1 spare, $P = 7,96849E-15 (1 + 32,463) = 2,66652E-13 = 0\% > 95\%$
 Untuk 2 spare, $P = 7,96849E-15 (526,932 + 33,463) = 4,46551E-12 = 0\% > 95\%$
 Untuk 42 spare, $P = 7,96849E-15 (2,14192E + 1,17863E+14) = 0,956 = 96\% > 95\%$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan suku cadang nozzle Φ 1,0 mm di atas, jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhi nilai 95% ketersediaan nozzle Φ 1,0 mm selama satu tahun yang akan datang adalah sebanyak 42 buah.

3.4 Perhitungan Total Biaya Persediaan Aktual

Berikut merupakan faktor-faktor yang dibutuhkan dalam melakukan perhitungan total biaya persediaan aktual untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm.

D (<i>demand</i>)	= 50 unit per tahun
Q (ukuran lot pemesanan)	= 25 unit per pesan
p (harga komponen)	= Rp2.075.000,- per unit
A (biaya pesan)	= Rp287.946,- per sekali pesan
h (biaya simpan)	= Rp181.510,- per tahun
cu (biaya kekurangan)	= Rp1.760.736,- per unit
L (<i>lead time</i>)	= 60 hari = 0,164 tahun

Perhitungan total biaya persediaan aktual untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm adalah sebagai berikut.

- Biaya pembelian
 $O_B = D \cdot p = (50) \cdot (\text{Rp}2.075.000) = \text{Rp}103.750.000,-$
- Biaya pesan
 $O_P = \frac{A \cdot D}{Q} = \frac{(\text{Rp}287.946) \cdot (50)}{(25)} = \text{Rp}575.892,48$
- Biaya simpan
 $O_S = h \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q\right)$
 $O_S = (\text{Rp}181.510) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (25)\right)$
 $O_S = \text{Rp}2.268.874,86$
- Biaya kekurangan
 $O_K = c_u \cdot N = (\text{Rp}1.760.736) \cdot (2) = \text{Rp}3.521.472,-$
- Total Biaya Persediaan
 $O_T = O_B + O_P + O_S + O_K$
 $O_T = \text{Rp}103.750.000 + \text{Rp}575.892,48 + \text{Rp}2.268.874,86 + \text{Rp}3.521.472$
 $O_T = \text{Rp}110.116.239,34$

3.5 Perhitungan Variabel dan Total Biaya Persediaan Kebijakan Persediaan Usulan

Berikut merupakan faktor-faktor yang dibutuhkan dalam melakukan perhitungan variabel kebijakan persediaan untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm.

D (<i>demand</i>)	= 42 unit per tahun
A (biaya pesan)	= Rp287.946,- per sekali pesan
h (biaya simpan)	= Rp181.510,- per unit
cu (biaya kekurangan)	= Rp1.760.736,- per unit
L (<i>lead time</i>)	= 60 hari = 0,164 tahun
σ (standar deviasi)	= 0,279 unit per tahun

Iterasi 1

Langkah 1: hitung nilai Q^* awal

$$Q^* = Q1 = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (\text{Rp}287.946) \cdot (42)}{(\text{Rp}181.510)}} = 11,54 \approx 12 \text{ unit}$$

Langkah 2: hitung nilai kemungkinan kekurangan inventori

$$1 - F(s) = \frac{h \cdot Q1}{cu \cdot D} = \frac{(\text{Rp}181.510) \cdot (12)}{(\text{Rp}1.760.736) \cdot (42)} = 0,0295$$

$$F(s) = 0,971$$

Berdasarkan nilai $D_L = 7$, pada tabel *cumulative poisson distribution*, nilai 0,971 berada di antara $F(11) = 0,9467$ dan $F(12) = 0,973$. Dapat diperoleh nilai $s = 12$ dengan pembulatan ke atas menuju $F(12)$.

Langkah 3: hitung nilai *expected shortage per cycle*

$$n(s) = D_L \cdot [1 - F(s)] - s \cdot [1 - F(s+1)]$$

$$n(s) = (7) \cdot [(1) - (0,973)] - (12) \cdot [(1) - (0,9872)]$$

$$n(s) = 0,0354 \approx 0 \text{ unit}$$

Langkah 4: hitung kembali nilai Q

$$Q^* = Q2 = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot [A + cu \cdot n(s)]}{h}}$$

$$Q2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (42) \cdot [(\text{Rp}287.946) + (\text{Rp}1.760.736) \cdot (0,0354)]}{(\text{Rp}181.510)}}$$

$$Q2 = 12,73 \approx 13 \text{ unit}$$

Iterasi 2

Langkah 1: hitung nilai kemungkinan kekurangan inventori

$$1 - F(s) = \frac{h \cdot Q1}{cu \cdot D} = \frac{(\text{Rp}181.510) \cdot (13)}{(\text{Rp}1.760.736) \cdot (42)} = 0,0319$$

$$F(s) = 0,968$$

Berdasarkan nilai $D_L = 7$, pada tabel *cumulative poisson distribution*, nilai 0,968 berada di antara $F(11) = 0,9467$ dan $F(12) = 0,973$. Dapat diperoleh nilai $s = 12$ dengan pembulatan ke atas menuju $F(12)$.

Langkah 3: hitung nilai *expected shortage per cycle*

$$n(s) = D_L \cdot [1 - F(s)] - s \cdot [1 - F(s+1)]$$

$$n(s) = (7) \cdot [(1) - (0,973)] - (12) \cdot [(1) - (0,9872)]$$

$$n(s) = 0,0354 \approx 0 \text{ unit}$$

Langkah 4: hitung Q^* selanjutnya

$$Q^* = Q3 = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot [A + cu \cdot n(s)]}{h}}$$

$$Q2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (42) \cdot [(\text{Rp}287.946) + (\text{Rp}1.760.736) \cdot (0,0354)]}{(\text{Rp}181.510)}}$$

$$Q2 = 12,73 \approx 13 \text{ unit}$$

Karena Q^* dan s^* pada iterasi 1 dan iterasi 2 sudah konvergen, iterasi selesai dilakukan dan diperoleh kebijakan inventori yang optimal untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm.

1. Ukuran lot pemesanan (Q^*)
 $Q^* = Q3 = 13 \text{ unit}$
2. Reorder point (s^*)
 $s^* = 12 \text{ unit}$
3. Safety stock (ss)
 $ss = s - DL = 12 - 7 = 5 \text{ unit}$

3.6 Perhitungan Total Biaya Persediaan Usulan

Perhitungan total biaya persediaan usulan untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm adalah sebagai berikut.

1. Biaya pembelian

$$O_B = D \cdot p = (42) \cdot (\text{Rp}2.075.000) = \text{Rp}87.150.000,-$$

2. Biaya pesan

$$O_P = \frac{A \cdot D}{Q^*} = \frac{(\text{Rp}287.946) \cdot (42)}{(13)} = \text{Rp}930.287,85$$

3. Biaya simpan

$$O_S = h \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q^* + s - D_L \right)$$

$$O_S = (\text{Rp}181.510) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (13) + (12) - (7) \right)$$

$$O_S = \text{Rp}2.087.364,87$$

4. Biaya kekurangan

$$O_K = c_u \cdot \frac{D}{Q^*} \cdot n(s) = (\text{Rp}1.760.736) \cdot \frac{(42)}{(13)} \cdot (0,0354) = \text{Rp}201.374,02$$

5. Total Biaya Persediaan

$$O_T = O_B + O_P + O_S + O_K$$

$$O_T = \text{Rp}87.150.000 + \text{Rp}930.287,85 + \text{Rp}2.087.364,87 + \text{Rp}201.374,02$$

$$O_T = \text{Rp}90.369.026,75$$

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan kebutuhan suku cadang untuk satu tahun yang akan datang dan variabel keputusan kebijakan persediaan usulan memiliki kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada perhitungan kebutuhan suku cadang untuk satu tahun yang akan datang, untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm hasilnya adalah sebesar 42 unit, suku cadang nozzle Φ 1,2 mm 80 unit, suku cadang nozzle Φ 1,4 mm 81 unit, suku cadang nozzle Φ 2,3 mm 47 unit, easy kit cu4 5 unit, dan filter cartridge 32 unit.
2. Pada perhitungan variabel keputusan kebijakan persediaan usulan didapatkan nilai ukuran lot pemesanan (Q), *reorder point* (s), dan *safety stock* (ss) untuk suku cadang nozzle Φ 1,0 mm ($Q = 13$ unit, $s = 12$ unit, dan $ss = 5$ unit), suku cadang nozzle Φ 1,2 mm ($Q = 17$ unit, $s = 21$ unit, dan $ss = 7$ unit), suku cadang nozzle Φ 1,4 mm ($Q = 17$ unit, $s = 21$ unit, dan $ss = 7$ unit), suku cadang nozzle Φ 2,3 mm ($Q = 13$ unit, $s = 13$ unit, dan $ss = 5$ unit), easy kit cu4 ($Q = 3$ unit, $s = 1$ unit, dan $ss = 0$ unit), dan filter cartridge ($Q = 12$ unit, $s = 11$ unit, dan $ss = 5$ unit) dan total biaya persediaan usulan menggunakan model *continuous review* dapat mengurangi total biaya persediaan pada kondisi aktual sebesar 28,90% atau senilai dengan Rp415.003.518,05.

Daftar Pustaka

- [1] Aini, Zahratul. 2019. *Penentuan Reliabilitas dari Sistem Berdistribusi Weibull dengan Metode Bayes*. Jurnal Matematika Unand, Volume 8, pp. 332-340.
- [2] Assauri, S., 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [3] Bacchetti, A. & Saccani, N., 2012. *Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice*. Omega, Volume 40 No. 6, pp. 722–737.
- [4] Bahagia, Senator. 2006. *Sistem Inventori*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [5] Chopra, Sunil, & Meindl, Peter. 2010. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 5th Edition. Harlow: Pearson Education.
- [6] Conceicao, S. V., Caetano da Silva, G. L., Lu, D., & Ramos Nunes, N. T., 2015. *A demand classification scheme for spare part inventory model subject to stochastic demand and lead time*. Production Planning & Control.
- [7] Daellenbach, H., 2005. *Management Science, Decision Making Through Systems Thinking*. New Zealand: Palgrave Macmillan.
- [8] Ebeling, Charles E., 1997. *An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [9] Elsayed A, Boucher Thomas O., 1994. *Analysis And Control Of Production Systems*. 2nd Edition. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- [10] Heizer, Jay & Render, Barry. 2011. *Manajemen Operasi*. Edisi Sembilan. Diterjemahkan oleh: Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empat.
- [11] Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R., 2005. *Manajemen Persediaan, Barang Umum dan Suku Cadang Untuk Pemeliharaan dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- [12] Istijanto. 2005. *Riset Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [13] Kharisma, G., Vanany, I., & Hartanto, D., 2013. *Pengklasifikasian Dan Peramalan Spare Part Di Industri Pupuk (Studi Kasus: PT Petrokimia Gresik)*. Laporan Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [14] Kenedy, W. J., Patterson, J. W. & Fredendall, L. D., 2002. *An Overview of Recent Literature on Spare Parts Inventories*. International Journal of Production Economics, Volume 76, pp. 201-215.
- [15] Melinda, Intan D. & Jauhari, Wakhid A., 2018. *A Critical Spare Part Inventory Control Based On Hazard Function Approach: A Case Study in A Garment Company*. AIP Conference Proceedings: The 3rd International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering.
- [16] Rangkuti, F., 2007. *Manajemen Persediaan*. Edisi Delapan. Jakarta: Rajawali.
- [17] Ristono, Agus. 2009. *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [18] Sembiring, N. & Batubara, Y.P., 2019. *The Spare Part Maintenance of Cake Breaker Conveyor with Reliability Centered Spares Method*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Volume 523.
- [19] Silver, E. A., Pyke, D. A., & Peterson, R., 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- [20] Silver, E. A., Pyke, D. A., & Thomas, D. J., 2017. *Inventory and Production Management in Supply Chains*. CRC Press: Taylor & Francis Group.
- [21] Sinulingga S. 2014. *Rekayasa Produktivitas*. Medan: USU Press.
- [22] Tersine, Richard J., 1994. *Principles of Inventory and Materials Management*. 4th Edition. USA: Prentice Hall, Inc.
- [23] Trisnawati, Ulyvia. 2018. *Rancangan Pengendalian Persediaan Spare Part Studi Kasus PT Indonesia Power Unit Pembangunan Semarang*. Jurnal Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- [24] Utami, D. P. & Hidayat, Y. A., 2017. *Penentuan Kebijakan Persediaan Suku Cadang Menggunakan Model Periodic Review Control Dengan Konsep Distribusi Probabilitas Kelompok (Studi Kasus: PT Pertamina EP Asset 3)*.

- [25] Vrat, P., 2014. *Basic Concept in Inventory Management*. In P. Vrat. *Materials Management*, 21-26.
- [26] Williams, T. M., 1982. *Reorder Levels for Lumpy Demand*. *Journal of the Operational Research Society*, 33(2), 185–189.

