



Analisa Dampak Disrupsi pada Permasalahan Spare Part Joint Replenishment

Disruptions Impact in Spare Part Joint Replenishment Problem

Erly Ekayanti Rosyida¹⁾; Erik Ricardo¹⁾; Dwi Iryaning Handayani²⁾

¹⁾Department of Industrial Engineering, IFaculty of Engineering, Universitas Islam Majapahit, Mojokerto, Indonesia

²⁾Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Panca Marga, Probolinggo Indonesia

Email: ¹⁾ rosyida_ie@unim.ac.id

How to Cite :

Rosyida, E E, Ricardo, E, & Handayani, D I. (2023). Analisa Dampak Disrupsi pada Permasalahan Spare Part Joint Replenishment. *Sinta Journal*, 4 (1) , 129-138. DOI: <https://doi.org/10.37638/sinta.4.1.129-138>

ARTICLE HISTORY

Received [14 May 2023]

Revised [28 May 2023]

Accepted [16 June 2023]

WORDS

Spare Part, Joint Replenishment, Inventory, Disruptions

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan biaya persediaan dengan menerapkan kebijakan joint replenishment pada sistem persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan disrupsi. Analisa dilakukan pada 11 sparepart terkait pengaruh disrupsi terhadap penentuan T, kj serta total biaya yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kebijakan joint replenishment dapat mengurangi biaya persediaan hingga 21,7%%. Pengaruh disrupsi berupa kenaikan harga material mempengaruhi kenaikan total biaya secara linier. Berdasarkan hal tersebut, perusahaan dapat memilih waktu yang tepat untuk memesan persediaan suku cadang, sehingga dapat menghindari biaya penyimpanan dan biaya pemesanan yang berlebihan.

ABSTRACT

This study aims to minimize inventory costs by implementing a joint replenishment policy on the spare parts inventory system by considering disruption. Analysis was carried out on 11 spare parts related to the effect of disruption on the determination of T, kj and the total costs generated. The results showed that the implementation of joint replenishment policy can reduce inventory costs by up to 21.7%. The effect of disruption in the form of rising material prices affects the increase in total costs linearly. Based on this, companies can choose the right time to order spare parts inventory, so as to avoid excessive storage costs and ordering costs.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



PENDAHULUAN

Sistem persediaan spare part yang efektif sangatlah penting bagi perusahaan yang bergantung pada kinerja mesin. Manajemen spare part merupakan bagian dari maintenance manajemen (Okitasari et al., 2019). Ketika sebuah mesin mengalami masalah, persediaan spare part yang memadai dan tepat waktu dapat meminimalkan waktu henti mesin atau utilitas mesin dan mengurangi biaya perbaikan (Zaldiansyah & Jauhari, 2012; Budiningsih & Jauhari, 2017). Namun, mengelola persediaan spare part yang efektif bisa menjadi tantangan, khususnya ketika perusahaan menggunakan berbagai jenis mesin dan berbagai macam suku cadang. Terlebih lagi ketika terjadi disrupsi seperti perubahan yang tidak terduga dalam permintaan atau pasokan, sangat diperlukan perencanaan strategi pengendalian persediaan yang tepat untuk mengurangi risiko kekurangan persediaan dan biaya yang terkait dengan menghadapi disrupsi tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelola persediaan spare part yang efektif adalah dengan kebijakan joint replenishment. Kebijakan ini berupa pengelolaan persediaan semua item secara bersama-sama, sehingga memungkinkan perusahaan untuk mengelola persediaan mereka secara efektif dan efisien (Okitasari et al., 2019; Zhang et al., 2021). Dalam kebijakan joint replenishment, perusahaan dapat memanfaatkan konsolidasi permintaan dari beberapa item untuk memesan secara bersama-sama dan mendapatkan diskon besar dari supplier atas volume yang lebih besar (Silver, 1976; Federgruen et al., 1984; Hellengrath et al., 2015). Dengan menerapkan sistem persediaan ini, perusahaan dapat mengurangi biaya persediaan dengan memastikan adanya persediaan spare part yang memadai dan tepat waktu.

Penelitian yang fokus pada aplikasi metode Joint Replenishment dalam konteks pengendalian persediaan spare part masih terbatas meskipun ada beberapa penelitian yang telah mengkaji metode tersebut dalam pengendalian persediaan secara umum. Namun, masih ada kekurangan dalam penelitian yang secara khusus menganalisis pengaruh metode Joint Replenishment dalam mengelola persediaan spare part, terutama dalam menghadapi disrupsi atau gangguan yang tidak terduga.

Penelitian yang lebih komprehensif perlu mempertimbangkan aspek ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengendalian persediaan, seperti fluktuasi permintaan yang signifikan atau ketidakpastian waktu pengiriman. Dengan menganalisis pengaruh metode Joint Replenishment dalam pengendalian persediaan spare part saat menghadapi disrupsi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dan rekomendasi praktis bagi perusahaan dalam memilih strategi pengendalian persediaan yang efektif dalam menghadapi situasi yang tidak stabil dan dinamis.

Dengan adanya penelitian yang lebih terfokus dan mendalam dalam mengaplikasikan metode Joint Replenishment pada pengendalian persediaan spare part, perusahaan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana metode ini dapat membantu mengoptimalkan persediaan, mengurangi biaya, dan meningkatkan ketersediaan suku cadang penting. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan panduan praktis dalam menghadapi tantangan disrupsi yang mungkin terjadi di lingkungan operasional perusahaan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah identifikasi masalah disertai dengan studi lapangan dan studi literatur.

- b. Pengumpulan data. Beberapa data yang dikumpulkan meliputi data spare part, data kebutuhan spare part, biaya persediaan (biaya pesan, biaya simpan, fraksi biaya penyimpanan), dan harga spare part. Selain itu, juga dikumpulkan beberapa data terkait kebijakan joint replenishment, disrupsi dan faktor-faktor yang mempengaruhi sistem persediaan. Metode pengumpulan data yang digunakan antara lain interview, observasi, dan studi literatur.
- c. Mengaplikasikan model kebijakan persediaan *Joint Replenishment* dengan tahapan yang dijelaskan pada bagian Metode dengan mempertimbangkan disrupsi.
- d. Analisa hasil dan pembahasan melalui perbandingan model kebijakan perusahaan dengan kebijakan persediaan *Joint replenishment*.
- e. Penentuan kesimpulan dan penetapan saran/rekomendasi untuk penelitian lanjutan.

Desain Penelitian

Kebijakan joint replenishment merupakan kebijakan untuk bisa melakukan pemesanan secara bersama-sama dari beberapa item yang berasal dari satu supplier dengan tujuan untuk meminimalkan biaya persediaan melalui pemenuhan kebutuhan persediaan pada waktu yang tepat. Koordinasi pada sistem persediaan ini memberikan penurunan biaya tiap periode terutama dari major set up cost. Major set up cost merupakan biaya yang terjadi ketika melakukan pemesanan item ke supplier untuk beberapa item serta *minor set up cost* yang merupakan biaya tiap item yang terjadi ketika melakukan pemesanan.

Model persediaan joint replenishment multi item single supplier dikembangkan oleh Silver (1976). Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kebijakan persediaan *periodic review*, pengendalian persediaan yang dilakukan secara periodik. Setiap interval waktu yang telah ditetapkan, persediaan dikalkulasi jumlahnya untuk menentukan jumlah pengadaan sehingga level persediaan mencapai level yang diinginkan. Silver (1976), mengembangkan model *joint replenishment multi products single supplier*. Interval waktu pemesanan kembali (T) pada model ini cara penentuannya berbeda dengan untuk model *single product* karena pada multi products ada beberapa tahapan dalam penentuan T. Model Persediaan *joint replenishment multi products single supplier* dijelaskan sebagai berikut:

Notasi Model

R	: Rata-rata permintaan (unit/tahun)
v_i	: Harga per unit <i>item</i> i (rupiah)
S	: Biaya <i>major (fixed cost)</i> untuk setiap pemesanan pada <i>supplier</i> (Rupiah)
s_i	: Biaya <i>minor (line cost)</i> per item yang diikuti dalam pemesanan
T	: <i>Interval waktu</i> (tahun)
τ	: Fraksi biaya penyimpanan
f_i	: <i>Frekuensi pengiriman item</i> i (kali/periode T)
C_c	: Biaya Simpan (<i>Rupiah/tahun</i>)
C_s	: Biaya Pesan (<i>Rupiah/tahun</i>)
Q_i	: Jumlah pemesanan <i>item</i> i
TRC	: Total Biaya per tahun.

Formulasi Model:

Biaya Pesan:

$$Cr = \frac{S}{T} + \sum_{i=1}^n s_i/k_i T = (S + \sum_{i=1}^n s_i/k_i)/T \quad 1$$

Biaya pesan terdiri atas Biaya *major (fixed cost)* untuk setiap pemesanan dan Biaya *minor (line cost)* per item.

Biaya Simpan:

$$Qi = RiKiT \quad i = 1, 2, \dots, n \quad 2$$

$$Cc = \sum_{i=1}^n \frac{Q}{2} * v_i * \tau = \frac{\tau T}{2} \sum_{i=1}^n k_i v_i R_i \quad 3$$

Biaya simpan dihitung dari perkalian Antara rata-rata persediaan dengan biaya simpan. Rata-rata persediaan $Q/2$ kemudian disesuaikan dengan persamaan 2.

Biaya Persediaan:

$$TRC = Cc + Cr = \frac{\tau T}{2} \sum_{i=1}^n k_i v_i R_i + (S + \sum_{i=1}^n s_i/k_i)/T \quad 4$$

Biaya persediaan merupakan penjumlahan dari biaya pesan dan biaya simpan.

Tahapan dalam penentuan parameter joint replenishment didasarkan asumsi proses pengadaan secara periodik yaitu setiap T tahun dengan jumlah pesan adalah tetap selama $k_i T$ tahun. Tahapan penentuan paramater tersebut adalah sebagai berikut:

Tahap 1:

Hitung nilai $s_i/R_i v_i$, kemudian urutkan spare part berdasarkan nilai $s_i/R_i v_i$ terkecil sampai dengan terbesar.

Tahap 2:

Notasikan hasil terkecil pada tahap 1 sebagai item 1 kemudian tentukan nilai $k_1 = 1$. Untuk item lainnya tentukan sebagai item ke 2, 3, ..., n sesuai dengan urutannya.

Tahap 3:

Hitung nilai k_j menggunakan Persamaan 5 dengan nilai $j=(2, 3, \dots, n)$. Evaluasi hasil nilai k_j , bulatkan nilai k_j ke bilangan bulat terdekat dengan nilai hasilnya lebih dari 0. Untuk penentuan pembulatan nilai k_j , jika nilai desimalnya agak mendekati 0,5 perlu dilakukan percobaan perbandingan hasil total biaya persediaan untuk nilai pembulatan keatas karena dimungkinkan hasilnya lebih baik.

$$k_j = \left(s_j / R_j v_j \right)^{1/2} \left(R_1 v_1 / (S + s_1) \right)^{1/2} \quad 5$$

Tahap 4:

Hitung nilai T dengan menggunakan Persamaan 6 berikut:

$$T(k_i's) = (2(S + \sum_{i=1}^n s_i k_i) / \tau \sum_{i=1}^n k_i R_i v_i)^{1/2} \quad 6$$

Tahap 5:

Hitung total biaya dengan menggunakan Persamaan 7 berikut:

$$TRC(k_i's) = (2(S + \sum_{i=1}^n s_i k_i) \tau \sum_{i=1}^n k_i R_i v_i)^{1/2} \quad 7$$

Disrupsi dalam Pengendalian Persediaan

Disrupsi yang dipertimbangkan untuk dianalisa dalam penelitian ini adalah disrupsi perubahan harga sparepart. Perubahan harga sparepart berupa kenaikan harga sparepart. Dalam penelitian ini, akan diuji skenario perubahan kenaikan harga pada sparepart sebagian ataupun keseluruhan kenaikannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Tingkat Persediaan Optimal

Tahapan awal penentuan tingkat persediaan ini adalah pengumpulan data. Data tersebut meliputi identitas spare part, permintaan spare part (R_i), biaya minor set up cost (s_i), Major set up cost (S), biaya sparepart/unit (v_i), fraksi biaya simpan (τ) dari 11 spare part. Data identitas spare part tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Spare Part (S=Rp. 300.000,-, τ =0,2)

No	Nama Spare Part	R_i	v_i	s_i
1	Solenoid valve MHE3-MS1H	856	Rp1.100.000,00	Rp 77.000,00
2	Timing belt 250-S8M-2880	1020	Rp 320.000,00	Rp 32.000,00
3	Sproket 35-7-14	1576	Rp 300.000,00	Rp 30.000,00
4	Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	521	Rp1.462.050,00	Rp146.205,00
5	Shaft 25*50	653	Rp 622.250,00	Rp 62.225,00
6	V-belt A-48	601	Rp 50.000,00	Rp 5.000,00
7	Bearing 6008ZZ	1007	Rp 25.000,00	Rp 2.500,00
8	Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	761	Rp 120.000,00	Rp 12.000,00
9	Relays MY4N-24VDC	456	Rp 20.000,00	Rp 2.000,00
10	Air Regulator AR25-02BG	421	Rp 600.000,00	Rp 60.000,00
11	Circuit protector 2P-1M-20 A	845	Rp 14.000,00	Rp 1.400,00

Data 11 spare part diatas digunakan sebagai input pada penentuan nilai persediaan optimal. Untuk selanjutnya penerapan kebijakan pengendalian persediaan *joint replenishment* diawali dengan penentuan urutan sparepart, perhitungan nilai k, nilai T, kemudian penentuan total biaya persediaan.

Tahap 1:

Menghitung nilai $s_i/R_i v_i$, dengan nilai s_i, R_i, v_i diambil dari Tabel 1. Setelah itu urutkan hasilnya mulai dari hasil terkecil sampai dengan terbesar serta tetapkan hasil tersebut sebagai item 1 secara berurutan. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam tabel berikut ini:

Tahap 2:

Penetapan nilai k pada item 1 menjadi $k_1 = 1$.

Tahap 3:

Menghitung nilai k_j menggunakan Persamaan 5 untuk item 2, item 3 sampai dengan item 11. Kemudian mengevaluasi nilai k_j dengan membulatkan nilai k_j ke bilangan bulat terdekat. Hasil perhitungan nilai k_j disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan nilai $S_i/R_i v_i$

No	Nama Barang	$S_i/R_i v_i$	Notasi
1	Solenoid valve MHE3-MS1H	8,17757E-05	Item 2
2	Timing belt 250-S8M-2880	9,80392E-05	Item 3
3	Sproket 35-7-14	6,34518E-05	Item 1
4	Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	0,000191939	Item 9
5	Shaft 25*50	0,000153139	Item 7
6	V-belt A-48	0,000166389	Item 8
7	Bearing 6008ZZ	9,93049E-05	Item 4
8	Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	0,000131406	Item 6
9	Relays MY4N-24VDC	0,000219298	Item 10
10	Air Regulator AR25-02BG	0,00023753	Item 11
11	Circuit protector 2P-1M-20 A	0,000118343	Item 5

Tabel 3. Hasil Perhitungan variable k

Item	Nama Barang	k_j	Pembulatan k_j
1	Sproket 35-7-14	0,301511	1
2	Solenoid valve MHE3-MS1H	0,34229	1
3	Timing belt 250-S8M-2880	0,374785	1
4	Bearing 6008ZZ	0,377196	1
5	Circuit protector 2P-1M-20 A	0,411769	1
6	Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	0,4339	1
7	Shaft 25*50	0,468409	1
8	V-belt A-48	0,488253	1
9	Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	0,5244	1
10	Relays MY4N-24VDC	0,560531	1
11	Air Regulator AR25-02BG	0,583365	1

Untuk penentuan pembulatan nilai k_j , untuk item 9, 10 dan 11 dibulatkan ke nilai terdekat dan itu pembulatan keatas, sementara untuk item lainnya nilai terdekat seharusnya pembulatan kebawah akan tetapi karena persyaratan nilai k harus lebih dari 0 maka dibulatkan keatas.

Tahap 4:

Menghitung nilai T dengan menggunakan Persamaan 6. Tahapan perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
T(k_i's) &= (2(S + \sum_{i=1}^n s_i/k_i)/r \sum_{i=1}^n k_i R_i v_i)^{1/2} \\
&= (2(300000 + 430330)/0,2(3328952300))^{1/2} \\
&= 0,047 \text{ tahun} \\
&= 2,6 \text{ minggu} = 13 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Tahap 5:

Hitung total biaya dengan menggunakan Persamaan 7 berikut:

$$\begin{aligned}
TRC(k_i's) &= (2(S + \sum_{i=1}^n s_i/k_i)r \sum_{i=1}^n k_i R_i v_i)^{1/2} \\
&= (2(300000 + 430330)0,2(3328952300))^{1/2} \\
&= \text{Rp. 31.184.828/tahun}
\end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan interval waktu pemesanan

Item	Nama Barang	T (Hari)	k_j	Replenishment Time
1	Sproket 35-7-14	13	1	13
2	Solenoid valve MHE3-MS1H	13	1	13
3	Timing belt 250-S8M-2880	13	1	13
4	Bearing 6008ZZ	13	1	13
5	Circuit protector 2P-1M-20 A	13	1	13
6	Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	13	1	13
7	Shaft 25*50	13	1	13
8	V-belt A-48	13	1	13
9	Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	13	1	13
10	Relays MY4N-24VDC	13	1	13
11	Air Regulator AR25-02BG	13	1	13

Dari hasil perhitungan diatas, interval pemesanan untuk setiap sparepart merupakan hasil perkalian dari variabel T dengan variabel k. Hasil perhitungan untuk tiap jenis spare part disajikan pada Tabel 4.

Perhitungan Total Biaya Persediaan berdasarkan hasil pengolahan data sebelumnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
TRC &= Cc + Cr = \frac{rT}{2} \sum_{i=1}^n k_i v_i R_i + (S + \sum_{i=1}^n s_i/k_i)/T \\
&= (((0,2*0,072)/2) \times \text{Rp. 3.328.952.300}) + (\text{Rp.300.000} + \text{Rp. 430.330})/0,072 \\
&= \text{Rp. 34.111.928,78}
\end{aligned}$$

Kebijakan persediaan Joint Replenishment menghasilkan beberapa keputusan yang meliputi *replenishment time* yaitu 13 hari yang artinya dalam 1 tahun akan dilakukan pemesanan sparepart sebanyak 22 kali pemesanan. Sebelumnya perusahaan menggunakan kebijakan pemesanan setiap 4 minggu sekali sehingga dalam setahun melakukan pemesanan sebanyak 14 kali dan menghasilkan biaya yang lebih tinggi yaitu Rp. 53.470.634,58.

Analisa Pengaruh Disrupsi terhadap Persediaan

Disrupsi yang dipertimbangkan dalam model ini adalah kenaikan harga sparepart. Analisa pengaruh disrupsi ini pada kebijakan persediaan akan dilakukan melalui percobaan numerik kenaikan harga sparepart dimana skenario percobaan numeriknya adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Skenario Disrupsi

Nama Barang	Skenario Kenaikan Harga Spare Part								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sproket 35-7-14	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-

Solenoid valve MHE3-MS1H	2%	5%	10%	2%	5%	10%	-	-	-
Timing belt 250-S8M-2880	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-
Bearing 6008ZZ	2%	5%	10%	-	-	-	2%	5%	10%
Circuit protector 2P-1M-20 A	2%	5%	10%	-	-	-	2%	5%	10%
Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-
Shaft 25*50	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-
V-belt A-48	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-
Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	2%	5%	10%	2%	5%	10%	-	-	-
Relays MY4N-24VDC	2%	5%	10%	-	-	-	2%	5%	10%
Air Regulator AR25-02BG	2%	5%	10%	-	-	-	-	-	-

Tabel 5 diatas menjelaskan skenario kenaikan harga sparepart untuk menganalisa pengaruhnya terhadap penentuan waktu pemesanan kembali. Kenaikan harga yang dipertimbangkan sebesar 2%, 5% dan 10% dari harga awal. Skenario 1 kenaikan 2%, skenario 2 naik 5% dan skenario 3 naik 10% untuk semua spare part. Untuk skenario 4, 5, dan 6 kenaikan harga hanya pada sparepart dengan harga tertinggi, sementara untuk spare part yang lainnya harganya tetap. Skenario 7, 8, 9 kenaikan harga pada sparepart dengan harga terendah dan untuk sparepart lainnya tetap.

Dampak kenaikan harga umum, Pada skenario 1, 2, dan 3, semua spare part mengalami kenaikan harga sebesar 2%, 5%, dan 10%. Hal ini berarti perusahaan harus mempertimbangkan penyesuaian waktu pemesanan kembali untuk mengantisipasi kenaikan harga ini. Semakin tinggi persentase kenaikan harga, semakin penting untuk memesan kembali spare part dengan tepat waktu agar biaya persediaan dapat dikelola dengan efektif. Dampak kenaikan harga pada spare part dengan harga tertinggi, Pada skenario 4, 5, dan 6, kenaikan harga hanya terjadi pada spare part dengan harga tertinggi, sementara spare part lainnya tetap. Dalam hal ini, perusahaan perlu memperhatikan spare part dengan harga tinggi dan memperkirakan waktu pemesanan kembali yang tepat untuk menghindari kenaikan biaya yang signifikan.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Total Biaya dan Variabel T

Sparepart	Harga Tetap	Skenario								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solenoid valve MHE3-MS1H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Timing belt 250-S8M-2880	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sproket 35-7-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trapezoid 1400-5GT-290 (XNBP-00959)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shaft 25*50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V-belt A-48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bearing 6008ZZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sproket RS40-13T AS 17 B 010060 SP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Relays MY4N-24VDC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Air Regulator AR25-02BG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuit protector 2P-1M-20 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	0,047	0,046	0,046	0,045	0,047	0,046	0,046	0,047	0,047	0,047
	Rp			Rp		Rp	Rp	Rp		Rp
Total Biaya	31.184,82	Rp	31.495.132	31.954.940	32.706.92	31.581.21	31.972.69	31.189.14	31.195.628	31.206.42
	8			3	31.343.985	8	4	9		5

Dampak kenaikan harga pada spare part dengan harga terendah pada skenario 7, 8, dan 9 di Tabel 5, kenaikan harga hanya terjadi pada spare part dengan harga terendah, sedangkan spare part lainnya tetap. Meskipun kenaikan harga ini mungkin tidak signifikan dalam hal biaya, perusahaan masih harus mempertimbangkan waktu pemesanan kembali agar persediaan tetap cukup untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dalam analisis ini, perusahaan dapat menggunakan informasi dari skenario kenaikan harga untuk mengoptimalkan penentuan waktu pemesanan kembali. dapat mempertimbangkan persentase kenaikan harga, nilai harga spare part, dan tingkat

kepentingan setiap spare part dalam membuat keputusan tentang kapan harus memesan kembali spare part.

Hasil perbandingan dari harga sparepart tetap dengan 9 skenario kenaikan harga yang disajikan di Tabel 6 diatas menunjukkan beberapa perbedaan pada hasil nilai T dan total biaya. Untuk kenaikan harga 2%, 5% dan 10% nilai T turun sebesar 0,001 dan 0,002 atau setara dengan selisih 1 hari dalam periode pemesanan kembali dan untuk kenaikan harga pada 2 sparepart dengan harga tertinggi memberikan hasil T sama pada kenaikan 2% dan turun 0,001 pada kenaikan harga 5% dan 10%. Untuk kenaikan harga pada tiga sparepart yang mempunyai harga terendah menghasilkan nilai T yang sama. Untuk kenaikan total biaya menghasilkan total biaya yang besarnya yang linier dengan prosentase kenaikan harga sparepart.

Pengaruh kenaikan harga umum, Kenaikan harga sebesar 2%, 5%, dan 10% pada semua spare part mengakibatkan penurunan nilai T sebesar 0,001 dan 0,002. Penurunan tersebut dapat diinterpretasikan sebagai pemendekan periode pemesanan kembali sekitar 1 hari. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya kenaikan harga, perusahaan perlu memesan kembali spare part dengan lebih cepat untuk menjaga ketersediaan persediaan dan menghindari kenaikan biaya yang signifikan. Pengaruh kenaikan harga pada spare part dengan harga tertinggi, Pada kenaikan harga 2% pada 2 spare part dengan harga tertinggi, nilai T tetap sama. Namun, pada kenaikan harga 5% dan 10%, nilai T turun sebesar 0,001. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa perusahaan perlu mengurangi periode pemesanan kembali untuk mengimbangi kenaikan harga yang signifikan pada spare part dengan harga tinggi.

Pengaruh kenaikan harga pada spare part dengan harga terendah, Kenaikan harga pada 3 spare part dengan harga terendah menghasilkan nilai T yang sama. Hal ini dapat diartikan bahwa perubahan harga pada spare part dengan harga rendah tidak mempengaruhi keputusan penentuan periode pemesanan kembali. Pengaruh kenaikan total biaya, Kenaikan total biaya cenderung berbanding lurus dengan persentase kenaikan harga spare part. Semakin tinggi persentase kenaikan harga, semakin besar total biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu mempertimbangkan efisiensi dalam pengelolaan persediaan untuk mengurangi total biaya yang terkait dengan kenaikan harga spare part. Dalam keseluruhan analisis ini, perusahaan dapat melihat pengaruh kenaikan harga pada nilai T (periode pemesanan kembali) dan total biaya. Dengan memahami perbedaan tersebut, perusahaan dapat mengoptimalkan strategi pengadaan dan penentuan waktu pemesanan kembali untuk mengurangi biaya persediaan dan memastikan ketersediaan suku cadang yang tepat waktu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah model kebijakan *joint replenishment* dapat menghasilkan parameter tingkat persediaan (T, kj) yang menghasilkan total biaya persediaan lebih rendah untuk 11 item spare part dibandingkan dengan kebijakan pengelolaan persediaan yang digunakan perusahaan. Selain itu, disrupsi berupa kenaikan harga sparepart memberikan pengaruh berupa penurunan pada nilai T pada beberapa skenario, yaitu skenario 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Sedangkan pada skenario 7, 8 dan 9 yaitu skenario kenaikan harga pada beberapa sparepart dengan harga rendah memberikan hasil nilai T yang tetap. Pada hasil perhitungan total biaya, kenaikan total biaya cenderung naik linier dengan kenaikan harga sparepart.

Penelitian ini, masih sangat perlu dikembangkan dengan mengembangkan algoritma lain dalam penentuan nilai T yang optimal. Selain itu, tipe disrupsi yang lain juga perlu dianalisa seperti disrupsi pada bagian produksi misalnya kerusakan mesin

atau disrupsi yang lain yang menyebabkan variasi jumlah kebutuhan sparepart sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiningsih, E., & Jauhari, W. A. (2017). Analisis Pengendalian Persediaan Spare Part Mesin Produksi di PT. Prima Sejati Sejahtera dengan Metode Continuous Review. *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 16(2), 152–160. <https://doi.org/10.20961/performa.16.2.16994>
- Federgruen, A., Groenevelt, H., & Tijms, H. C. (1984). Coordinated Replenishments in a Multi-Item Inventory System With Compound Poisson Demands. *Management Science*, 30(3), 344–357. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.3.344>
- Hellingrath, B., Pereira, C. E., Espíndola, D., Frazzon, E. M., Cordes, A. K., Saalman, P., & Zuccolotto, M. (2015). On the integration of intelligent maintenance and spare parts supply chain management. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 983–988. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.211>
- Kumar, S., & Putnam, V. (2008). Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.11.015>
- Okitasari, H., Mada, U. G., Masruroh, N. A., & Mada, U. G. (2019). Analisis Pengendalian Persediaan Critical Spare Part pada salah satu unit perusahaan refinery di Indonesia. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gajah Mada 2019*, 38–46.
- Silver, E. A. (1976). Simple Method of Determining Order Quantities in Joint Replenishments Under Deterministic Demand. *Management Science*, 22(12), 1351–1361. <https://doi.org/10.1287/mnsc.22.12.1351>
- Zaldiansyah, A. (2012). *Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Spare Part Mesin Di Unit Produksi I Pt . Petrokimia Gresik Menggunakan Kebijakan Can-Order*. April, 11–5.
- Zhang, S., Huang, K., & Yuan, Y. (2021). Spare parts inventory management: A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052460>