

PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL PENDUKUNG KOMPONEN FUSELAGE HELIKOPTER H225M MENGGUNAKAN ALGORITMA WAGNER WHITIN DI PT XYZ

Abidzar Al'Ghifary¹, Rio Aurachman², Erlangga Bayu Setyawan³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

abidzaralg@telkomuniversity.ac.id¹, rioaurachman@telkomuniveristy.ac.id²,

erlanggabs@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan penerbangan yang berfokus pada desain dan pengembangan pesawat, pembuatan struktur pesawat, produksi pesawat, dan layanan pesawat untuk sipil dan militer dimulai dari pesawat ringan hingga menengah. Salah satu produk yang di produksi di PT. XYZ adalah Helikopter H225M. Pembuatan helikopter H225M membutuhkan material utama dan pendukung. Material utama berfungsi sebagai konstruksi utama dan material pendukung berfungsi sebagai penunjang bagi material utama agar memiliki daya tahan terhadap usia pakai, korosi, dan lainnya. Material pendukung memiliki umur hidup sampai waktu tertentu dan apabila sudah melewati umur hidupnya akan mengalami kadaluarsa. Material kadaluarsa akan meningkatkan total biaya persediaan perusahaan.

Penulis melakukan pemecahan permasalahan menggunakan Algoritma Wagner Whitin. Metode ini membuat perencanaan kebutuhan material yang baru dengan mempertimbangkan permintaan, biaya pesan, dan biaya simpan. Perhitungan dengan metode Algoritma Wagner Whitin ditujukan untuk memperoleh jumlah pemesanan dan waktu pemesanan yang tepat sehingga tidak ada material yang kadaluarsa dan total biaya persediaan yang minimal.

Kata kunci: material, kadaluarsa, algoritma wagner whitin, persediaan

Abstract

PT. XYZ is a company that focuses on aircraft design and development, aircraft structure manufacturing, aircraft production, and aircraft services for civil and military starting from light to medium aircraft. One of the products produced at PT. The XYZ is the H225M Helicopter. The manufacture of the H225M helicopter requires the main and supporting materials. The main material serves as the main construction and the supporting material serves as a support for the main material so that it has resistance to age, corrosion, and others. The supporting material has a life span of a certain time and when it has passed its life span it will expire. Expired material will increase the company's total inventory cost.

The author solves the problem using the Wagner Whitin Algorithm. This method makes planning for new material requirements by considering demand, ordering costs, and holding costs. The calculation using the Wagner Whitin Algorithm method is intended to obtain the right number of orders and the right time for ordering so that there is no expired material and minimal total inventory costs.

Keyword: material, expired, wagner whitin algorithm, inventory

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan penerbangan yang berada di Indonesia yang berfokus pada desain dan pengembangan pesawat, pembuatan struktur pesawat, produksi pesawat, dan layanan pesawat untuk sipil dan militer dimulai dari pesawat ringan hingga menengah. Salah satu produk yang di produksi di PT. XYZ adalah Helikopter H225M. PT. XYZ melakukan kerjasama dengan Airbus sebagai *supplier* material untuk proses produksinya. Proses produksi perusahaan ini menggunakan *make to order* sehingga pesanan yang sudah dipesan oleh konsumen harus tepat waktu dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumennya. Karena hal itu, maka perencanaan kebutuhan material atau dikenal dengan *Material Requirement Planning* (MRP) harus dibuat dengan tepat agar proses produksi tepat pada waktu yang telah ditentukan.

Proses perakitan Helikopter H225M terdiri dari komponen *fuselage* dan *tail boom*. Komponen *fuselage* merupakan konstruksi utama helikopter atau badan helikopter, sedangkan komponen *tail boom* merupakan bagian ekor helikopter. Untuk memproduksi komponen *fuselage* dibutuhkan material utama dan material pendukung. Material utama atau disebut juga dengan material metal digunakan untuk membuat konstruksi utama helikopter seperti *alluminium*, *titanium*, *steel alloy*, dan komposit, sedangkan material pendukung atau disebut dengan material non-metal digunakan sebagai penunjang bagi konstruksi utama helikopter agar memiliki daya tahan terhadap usia pakai, korosi, dan lainnya. Contoh dari material pendukung yaitu *adhesive*, *sealant*, *hardener*, dan cat. PT. XYZ memesan material pendukung melalui Airbus, sehingga pemesanan material dilakukan melalui kontrak dari kedua belah pihak. Maka dari itu permintaan untuk material pendukung bersifat deterministik.

Seluruh material pendukung dipesan dari luar negeri dikarenakan tidak ada vendor lokal yang dapat memenuhi spesifikasinya. Karena material dipesan dari luar negeri maka material tersebut memiliki *lead time* yang cukup lama, yaitu selama 6 bulan. Material yang telah dipesan dan telah tiba akan dimasukkan ke dalam gudang penyimpanan

sampai material tersebut digunakan dalam proses produksinya. Proses pemesanan material dilakukan dengan sekali pesan dengan jumlah yang banyak sehingga terdapat material yang terlalu lama disimpan di dalam gudang penyimpanan bahkan terdapat beberapa material yang kadaluarsa dikarenakan sudah melewati umur hidupnya.



Gambar 1: Data Biaya Kondisi Eksisting Tahun 2016-2020

Gambar diatas menunjukkan bahwa munculnya biaya yang ditimbulkan akibat adanya material yang kadaluarsa. Total biaya yang diakibatkan oleh munculnya material yang kadaluarsa dari tahun 2016-2020 adalah sebesar \$ 54.566,13. Munculnya biaya kadaluarsa yang cukup tinggi menandakan bahwa perencanaan kebutuhan material belum dilakukan secara tepat dikarenakan jumlah material yang dipesan tidak sesuai dengan kebutuhannya. Sehingga perusahaan mengalami kerugian terhadap material yang terbuang akibat umur hidup yang sudah melebihi batas.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Persediaan

Persediaan adalah sumber daya yang menunggu proses lebih lanjut. Proses lebih lanjut dapat berupa produksi, kegiatan pemasaran, atau kegiatan konsumsi. Apabila persediaan yang tersedia tidak memadai akan terjadi kekurangan persediaan. Sehingga kebutuhan tidak dapat terpenuhi dan akan menyebabkan kerugian bagi pengelola. Maka dari itu, persediaan perlu diatur sehingga pemenuhan kebutuhan dapat terpenuhi (Bahagia, 2006).

2.2 Material Requirement Planning (MRP)

Material Requirement Planning (MRP) merupakan metode untuk merencanakan produksi produk rakitan seperti mobil, meja, alat elektronik, dan berbagai produk rakitan lainnya. Proses pembuatannya dimulai dari jadwal induk untuk menentukan kuantitas dan waktu penyelesaian produk (Stevenson, 2014).

Dalam bentuk dasarnya, MRP menggunakan jadwal induk produksi dan merancang jadwal yang rinci untuk pemesanan material. MRP akan mengembangkan jadwal untuk kebutuhan material bersama dengan daftar material yang akan dibutuhkan untuk setiap unitnya (Waters, 2003).

2.3 Algoritma Wagner Whitin

Wagner dan Whitin mengembangkan algoritma dalam penyelesaian permasalahan yang terjadi di inventori deterministik dinamis. Algoritma Wagner-Whitin menjamin untuk menemukan solusi yang optimal (Hill, 2012). Langkah-langkah Algoritma Wagner Whitin akan dijabarkan sebagai berikut:

Langkah 1

Menghitung matriks total ongkos termasuk ongkos pesan dan ongkos penyimpanan dalam semua alternatif pemesanan selama periode perencanaannya yang terdiri dari N periode perencanaan. Kemudian, definisikan O_{en} sebagai ongkos dari periode e sampai dengan periode n. Rumusan O_{en} dinyatakan sebagai berikut:

$$O_{en} = A + h \sum_{t=e}^n (q_{en} - q_{et}) \text{ untuk } 1 \leq e \leq n \leq N \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- A : ongkos pesan
- h : ongkos simpan per unit per periode
- q_{et} : $\sum_{t=e}^n D_t$
- D_t : permintaan pada periode t
- e : batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}
- n : batas maksimum periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}

Langkah 2

Menghitung f_n dimana f_n didefinisikan sebagai ongkos minimum dari periode e hingga periode n, diasumsikan tingkat inventori pada akhir periode n adalah 0. Diawali dengan $f_0 = 0$ kemudian hitung secara berurutan f_1, f_2, \dots, f_N adalah nilai ongkos dari pemesanan yang optimal. Dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$f_n = \text{Min} (O_{en} + f_{e-1}) \text{ untuk } e = 1, 2, \dots, n \text{ dan } n = 1, 2, \dots, N \dots \dots \dots (2)$$

Setiap hasil periode dari setiap alternatif pemesanan akan dibandingkan dan hasil terbaik akan disimpan sebagai strategi fn terbaik untuk memenuhi permintaan selama periode e hingga periode ke-n.

Langkah 3

Menerjemahkan fN menjadi ukuran lot dengan cara sebagai berikut:

$$fN = O_{eN} + f_{e-1}$$

Pemesanan Terakhir dilakukan pada periode e untuk memenuhi permintaan dari periode e hingga periode N

$$f_{e+1} = O_{ve-1} + f_{v-1}$$

Pemesanan sebelum pemesanan terakhir harus dilakukan pada periode v untuk memenuhi permintaan dari periode v hingga periode e-1

.

.

.

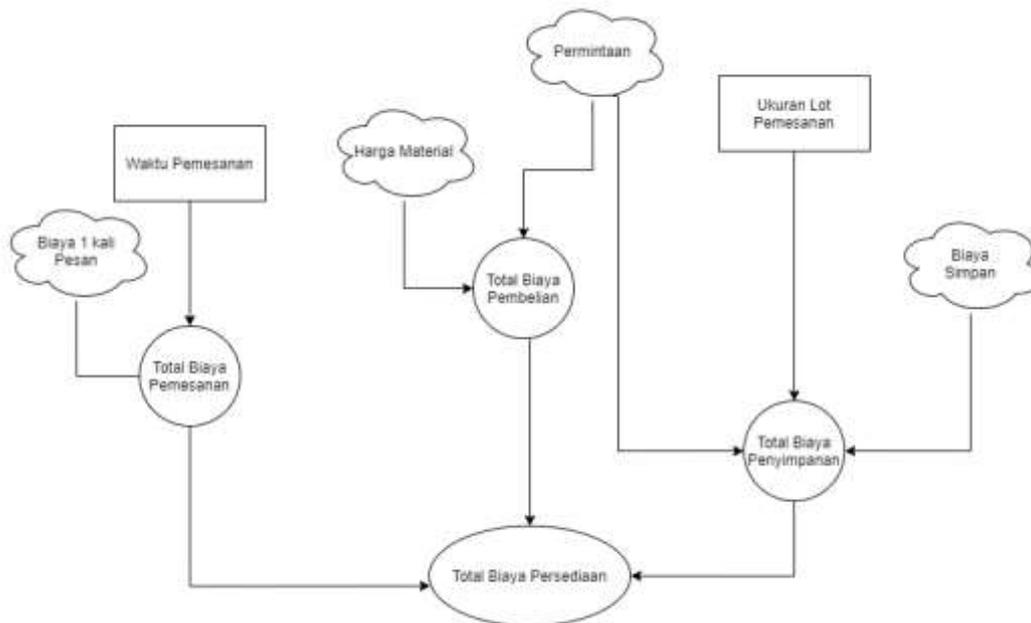
$$f_{u-1} = O_{u-1} + f_0$$

Pemesanan yang pertama harus dilakukan pada periode 1 untuk memenuhi permintaan dari periode 1 hingga periode u-1

3. Pembahasan

3.1 Influence Diagram

Influence Diagram merupakan sebuah diagram yang menggambarkan atau mengilustrasikan hubungan antar variabel pada suatu permasalahan. Dimulai dari variabel yang dapat dimodifikasi, tidak terkontrol, hingga tujuan akhir dari permasalahan. Gambar di bawah ini mengilustrasikan permasalahan dan hubungan variabel-variabel yang dimiliki oleh PT. XYZ dalam perutean pengiriman produknya dimana tujuan akhirnya merupakan untuk meminimasi biaya pengiriman.



Gambar 2: Influence Diagram

3.2 Pengolahan Data

Tabel 1: Permintaan Material ASNA4018 Tahun 2016

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demand	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Biaya 1 kali pesan : \$ 256,55

Biaya penyimpanan perbulan : \$ 8,52

Langkah 1

Menghitung O_{en} menggunakan persamaan, yaitu:

$$O_{en} = A + h \sum_{t=0}^n (q_{en} - q_{et}) \text{ dimana } q_{et} = \sum_{t=e}^n Dt$$

$$O_{11} = 256,55 + 8,52 [(1-1)]$$

$$= 256,55$$

$$\begin{aligned}
 O_{12} &= 256,55 + 8,52 [(1-1) + (1-1)] \\
 &= 256,55 \\
 O_{13} &= 256,55 + 8,52 [(1-1) + (1-1) + (1-1)] \\
 &= 256,55 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 O_{1112} &= 256,55 + 8,52 [(0-0)] \\
 &= 256,55
 \end{aligned}$$

Tabel 2: Matriks Hasil Perhitungan O_{en}

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	256.5 5	256.5 5	256.5 5	256.5 5	256.55	256.5 5	256.5 5	256.5 5	324.67	324.6 7	324.67	324.6 7
2		256.5 5	256.5 5	256.5 5	256.55	256.5 5	256.5 5	256.5 5	316.16	316.1 6	316.16	316.1 6
3			256.5 5	256.5 5	256.55	256.5 5	256.5 5	256.5 5	307.64	307.6 4	307.64	307.6 4
4				256.5 5	256.55	256.5 5	256.5 5	256.5 5	299.13	299.1 3	299.13	299.1 3
5					256.55	256.5 5	256.5 5	256.5 5	290.61	290.6 1	290.61	290.6 1
6						256.5 5	256.5 5	256.5 5	282.10	282.1 0	282.10	282.1 0
7							256.5 5	256.5 5	273.58	273.5 8	273.58	273.5 8
8								256.5 5	265.07	265.0 7	265.07	265.0 7
9									256.55	256.5 5	256.55	256.5 5
10										256.5 5	256.55	256.5 5
11											256.55	256.5 5
12												256.5 5

Langkah 2

Menghitung nilai f_n menggunakan persamaan, yaitu:

$$f_n = \text{Min} (O_{en} + f_{e-1}) \text{ untuk } e = 1, 2, \dots, n \text{ dan } n = 1, 2, \dots, N$$

$$f_0 = 0$$

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \text{Min} [O_{11} + f_0] \\
 &= \text{Min} [(256,55 + 0)] \\
 &= 256,55 \text{ untuk } O_{11} + f_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_2 &= \text{Min} [O_{12} + f_0, O_{22} + f_1] \\
 &= \text{Min} [(256,55 + 0), (256,55 + 256,55)] \\
 &= 256,55 \text{ untuk } O_{12} + f_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_3 &= \text{Min} [O_{13} + f_0, O_{23} + f_1, O_{33} + f_2] \\
 &= \text{Min} [(256,55 + 0), (256,55 + 256,55), (256,55 + 256,55)] \\
 &= 256,55 \text{ untuk } O_{13} + f_0
 \end{aligned}$$

⋮

⋮

⋮

$$\begin{aligned}
 f_{12} &= \text{Min} [O_{112} + f_0, O_{212} + f_1, O_{312} + f_2, O_{412} + f_3, O_{512} + f_4, O_{612} + f_5, O_{712} + f_6, O_{812} + f_7, O_{912} + f_8, O_{1012} + f_9, \\
 &O_{1112} + f_{10}, O_{1212} + f_{11}] \\
 &= \text{Min} [(324,67 + 0), (316,16 + 256,55), (307,64 + 256,55), (299,13 + 256,55), (290,61 + 256,55), (282,10 \\
 &+ 256,55), (273,58 + 256,55), (265,07 + 256,55), (256,55 + 256,55), (256,55 + 324,67), (256,55 + 324,67), \\
 &(256,55 + 324,67)] \\
 &= 324,67 \text{ untuk } O_{12} + f_0
 \end{aligned}$$

Tabel 3: Rekapitulasi Perhitungan Nilai f_n

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	324.67	324.67	324.67	324.67
2		256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	316.16	316.16	316.16	316.16
3			256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	307.64	307.64	307.64	307.64
4				256.55	256.55	256.55	256.55	256.55	299.13	299.13	299.13	299.13
5					256.55	256.55	256.55	256.55	290.61	290.61	290.61	290.61
6						256.55	256.55	256.55	282.10	282.10	282.10	282.10
7							256.55	256.55	273.58	273.58	273.58	273.58
8								256.55	265.07	265.07	265.07	265.07
9									256.55	256.55	256.55	256.55
10										256.55	256.55	256.55
11											256.55	256.55
12												256.55

Langkah 3

Langkah 3 merupakan penjabaran hasil optimal pada langkah 2 ke dalam ukuran lot pemesanan dan periode pemesanannya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa:

- Seluruh pemesanan sebesar 2 unit dilakukan pada periode 7 tahun sebelumnya karena *lead time* pemesanan 6 bulan untuk memenuhi permintaan pada periode 1 dan 9.

Maka, hasil perhitungan lot ekonomis sesuai dengan perhitungan diatas adalah:

Tabel 4: Perhitungan Lot Ekonomis Material ASNA4018 Tahun 2016

Leadtime	6	2015						2016						Total					
Periode	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Demand							1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Inventory							1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
Order Receipt							2												2
Order Release	2																		2

3.3 Total Biaya Persediaan Usulan

Tabel 5: Total Biaya Persediaan Usulan

Tahun	Total Permintaan	Biaya Pembelian	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya Persediaan
2016	118	\$ 28,017.50	\$ 7,439.95	\$ 68,154.06	\$ 103,611.51
2017	58	\$ 13,477.50	\$ 4,617.90	\$ 44,550.48	\$ 62,645.88
2018	122	\$ 29,155.00	\$ 6,670.30	\$ 57,322.98	\$ 93,148.28
2019	195	\$ 45,742.50	\$ 10,262.00	\$ 92,319.63	\$ 148,324.13
2020	195	\$ 45,882.50	\$ 10,005.45	\$ 102,793.08	\$ 158,681.03

3.4 Perbandingan Total Biaya Persediaan Eksisting dan Usulan

Tabel 6: Perbandingan Total Biaya Persediaan Eksisting dan Usulan

Tahun	Total Biaya Persediaan Eksisting	Total Biaya Persediaan Usulan	Persentase perbedaan
2016	\$ 157,749.31	\$ 103,611.51	34.32%
2017	\$ 81,799.13	\$ 62,645.88	23.41%
2018	\$ 164,097.99	\$ 93,148.28	43.24%
2019	\$ 270,246.26	\$ 148,324.13	45.12%
2020	\$ 273,860.38	\$ 158,681.03	42.06%

3.5 Analisis Sensitifitas

Sensitifitas terhadap perubahan parameter biaya pesan dan biaya simpan terhadap perubahan solusi pemesanan lot ekonomis. Analisis sensitifitas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7: Analisis Sensitifitas

Perubahan Biaya Pesan		
Persentase Perubahan	Perubahan Biaya	Perubahan Solusi
Perubahan +66%	\$ 425.87	Terdapat Perubahan
Perubahan +60%	\$ 410.48	Tidak Ada Perubahan
Perubahan +50%	\$ 384.83	Tidak Ada Perubahan
Perubahan +40%	\$ 359.17	Tidak Ada Perubahan
Perubahan +30 %	\$ 333.52	Tidak Ada Perubahan
Perubahan +20%	\$ 307.86	Tidak Ada Perubahan
Perubahan +10%	\$ 282.21	Tidak Ada Perubahan
Eksisting	\$ 256.55	Kondisi Eksisting
Perubahan -0,5%	\$ 255.27	Terdapat Perubahan
Perubahan -10%	\$ 230.90	Terdapat Perubahan
Perubahan -20%	\$ 205.24	Terdapat Perubahan
Perubahan -30%	\$ 179.59	Terdapat Perubahan
Perubahan -40%	\$ 153.93	Terdapat Perubahan
Perubahan-50%	\$ 128.28	Terdapat Perubahan
Perubahan Biaya Simpan		
Persentase Perubahan	Perubahan Biaya	Perubahan Solusi
Perubahan +50%	\$ 31.93	Terdapat Perubahan
Perubahan +40%	\$ 29.80	Terdapat Perubahan
Perubahan +30 %	\$ 27.67	Terdapat Perubahan
Perubahan +20%	\$ 25.55	Terdapat Perubahan
Perubahan +10%	\$ 23.42	Terdapat Perubahan
Perubahan +0,5%	\$ 21.39	Terdapat Perubahan
Eksisting	\$ 21.29	Kondisi Eksisting
Perubahan -10%	\$ 19.16	Tidak Ada Perubahan
Perubahan -20%	\$ 17.03	Tidak Ada Perubahan
Perubahan -30%	\$ 14.90	Tidak Ada Perubahan
Perubahan -39.8%	\$ 12.82	Terdapat Perubahan
Perubahan -40%	\$ 12.77	Terdapat Perubahan
Perubahan-50%	\$ 10.64	Terdapat Perubahan

3.5.1 Sensitifitas Biaya Pesan

Analisis sensitifitas biaya pesan dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap total biaya persediaan. Perubahan parameter biaya pesan dilakukan dengan merubah biaya pesan dimulai dari -50% sampai +50% dengan selisih sebesar 10%. Grafik perubahan biaya pesan terhadap total biaya persediaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

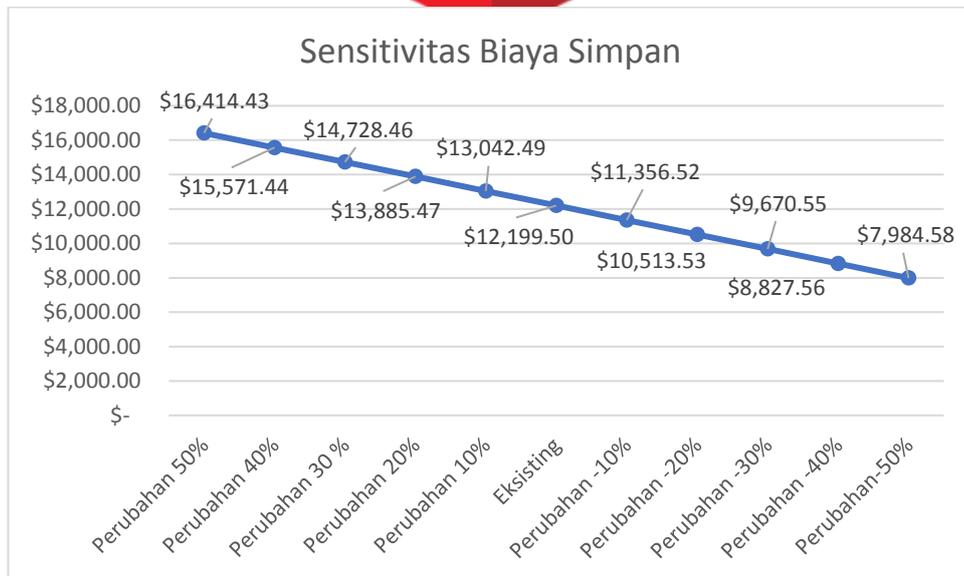


Gambar 3 Sensitivitas Biaya Pesan

Dapat dilihat pada Gambar V.3 diatas bahwa, pengaruh perubahan biaya pesan berbanding lurus dengan total biaya persediaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa solusi usulan tidak sensitif terhadap perubahan parameter biaya pesan.

3.5.2 Sensitivitas Terhadap Biaya Simpan

Analisis sensitivitas biaya simpan dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap total biaya persediaan. Perubahan parameter biaya simpan dilakukan dengan merubah biaya simpan mulai dari -50% sampai +50% dengan selisih sebesar 10%. Grafik perubahan biaya simpan terhadap total biaya persediaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 Sensitivitas Biaya Simpan

Dapat dilihat pada Gambar V.4 diatas bahwa, pengaruh perubahan biaya simpan berbanding lurus dengan total biaya persediaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa solusi usulan tidak sensitif terhadap perubahan parameter biaya simpan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan bahwa perencanaan kebutuhan material menggunakan metode Algoritma Wagner Whitin adalah sebagai berikut:

1. Permasalahan di gudang PT. XYZ berupa tingginya total biaya persediaan yang diakibatkan oleh material kadaluarsa dapat diselesaikan dengan menggunakan metode material requirement planning (MRP) dengan menggunakan Algoritma Wagner Whitin untuk mengoptimalkan jumlah dan waktu pemesanan yang sesuai dengan jumlah permintaan setiap bulannya.
2. Hasil perhitungan total biaya persediaan dengan menggunakan Algoritma Wagner Whitin menghasilkan penghematan pada tahun 2016 sebesar 33,79% dari kondisi eksisting yaitu \$ 160.201,63, penghematan pada tahun 2017 sebesar 23% dari kondisi eksisting yaitu \$ 81.799,13, penghematan pada tahun 2018 sebesar 43,24% dari kondisi eksisting \$ 164.097, penghematan pada tahun 2019 sebesar 45,12% dari kondisi eksisting yaitu \$ 270.246,26, dan penghematan pada tahun 2020 sebesar 45,06% dari kondisi eksisting yaitu 273.860,38.

4.2 Saran

Saran Bagi Perusahaan

1. PT. XYZ harus memperhatikan ukuran lot pemesanan material berdasarkan permintaan dan persediaan di dalam gudang agar tidak terjadi kelebihan pemesanan material sehingga material digunakan secara optimal.
2. PT.XYZ harus melakukan penghematan terhadap total biaya persediaan di gudang.

Saran Bagi Peneliti Selanjutnya

1. Adanya aplikasi untuk perhitungan kebutuhan material yang terintegrasi dengan sistem perusahaan untuk memudahkan proses pengadaan kebutuhan material.

Referensi

- [1] S. N. Bahagia, Sistem Inventory, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2006.
- [2] W. J. Stevenson, Operations Management, New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- [3] D. Waters, Inventory Control and Management, Wiley, 2003.
- [4] A. V. Hill, The Encyclopedia of Operations Management, Pearson Education, 2012.

