



## **PENENTUAN LOT SIZE DENGAN MODEL DINAMIS ALGORITMA WAGNER WITHIN DI PT XYZ**

Febby Chandra Adipradana<sup>1</sup>, Yusraini Muharni<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal Sudirman Km 3, Kotabumi, Kec. Purwakarta, Kota Cilegon, 42435, Banten

<sup>1</sup>[fastbi29@gmail.com](mailto:fastbi29@gmail.com), <sup>2</sup>[yusraini@untirta.ac.id](mailto:yusraini@untirta.ac.id)

### **ARTICLE INFO**

Received:  
Revision:  
Accepted:

#### **Keywords:**

Lot Sizing  
ABC Analysis  
Algoritma Wagner Within

### **ABSTRACT**

*Fulfillment on demand is one of the problems of uncertainty that usually afflicts a company because that the raw materials and products that are expected to be obtained at the right place and time and at a relatively low cost. PT XYZ is one of the companies located in Bogor with the process of processing mining materials in the form of gold ore as the main mineral and silver as secondary mineral in its mining operations requires some supporting materials in the form of raw materials and spare parts of hauling equipment and machinery, one of which is cone crush machine that needs more attention so that requires optimal lot sizing technique. Therefore the wagner within algorithm technique is proposed as a method that is considered to provide optimal results. The step is to analyze the cone crush machine spare part with ABC analysis to see the spare part with more attention and get two materials 1200161 and 1200172. After that, the calculation of the cost of the size of the order lot resulted in a fee of Rp. 373,915,196 for material 1200161 with a frequency of 4 times the order and Rp. 339,974,407 for material 1200172 times with a frequency of 3 times the order, making it lower than that made by the company. Therefore the implementation of Wagner within algorithm method is better because there is no cost of saving from spare parts that have been ordered with a percentage savings of 15.29% and 21.66% per year.*

### **1. PENDAHULUAN**

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang berada di Bogor dengan fokus bahan galian yang akan dikelola, yaitu bijih emas sebagai mineral utama dan perak sebagai mineral sekunder. Dalam kegiatan operasi penambangan memerlukan beberapa material penunjang baik berupa bahan baku maupun *spare part* alat angkut dan mesin-mesin yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan penambangan tersebut, maka tugas ini dilakukan oleh satuan kerja *Procurement and Material Management Manager*. Satuan kerja *Procurement and Material Management Manager* berperan mengelola penyediaan kebutuhan barang dan jasa untuk keperluan operasional, melakukan negosiasi dengan rekanan, mengelola gudang penyimpanan barang serta pengiriman bulion.

Dengan kegiatan rutin proses produksi pemurnian emas murni yang dilakukan tentu proses pengolahan bahan tambang akan sibuk beroperasi. Dengan kegiatan yang berulang pada setiap hari maka mesin-mesin yang digunakan untuk membantu kegiatan proses pengolahan bahan tambang menjadi sangat tinggi dan perlu memperhatikan fungsi dari komponen mesin terkait agar tidak terjadi kerusakan yang dapat mengakibatkan keterlambatan produksi. Khususnya *cone crusher* yang menjadi salah satu mesin yang turut andil besar dalam pengolahan batu tambang, karena untuk

memperoleh material bijih emas maka perlu melalui proses pemecahan agar material biji emas terpisah dari material kasar yang ikut menempel. Dengan kondisi tersebut pemerhatian terhadap kondisi tersebut maka langkah aman dilakukan dengan persediaan *stock spare part* untuk *cone crusher* yang siap digunakan pada proses *maintenance* yang dilakukan oleh satuan kerja *maintenance*. Untuk kasus *spare part* ini perlu pengendalian lebih karena *price* dari tiap *spare part* dalam angka yang tidak kecil sehingga apabila terjadi kekurangan atau barang lebih maka akan menimbulkan biaya yang cukup besar.

Mengingat begitu banyak suku cadang yang diperlukan maka pengendalian bisa dilakukan dengan menggunakan metode *lot sizing* dengan teknik *Algoritma wagner-within*. *Algoritma wagner within* merupakan metode yang memberikan solusi optimum bagi persoalan ukuran pemesanan deterministik pada suatu kurun waktu tertentu dimana kebutuhan seluruh periode harus terpenuhi [7]. Metode *algoritma wagner within* dapat digunakan untuk optimalisasi bahan baku kemas dengan kendala kapasitas gudang [3]. Sedangkan pada penelitian ini *algoritma wagner within* digunakan untuk mengetahui jumlah frekuensi pemesanan yang optimal dengan biaya yang relatif rendah dari biaya yang dilakukan perusahaan, dengan data *spare part* yang telah dikelompokkan dengan metode *ABC Analysis* sehingga PT. XYZ dapat melakukan perhatian lebih terhadap *spare part*

mesin *cone crush* dengan pengeluaran biaya persediaan yang lebih efisien tanpa meninggalkan kepentingan kontinuitas operasional *warehouse*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. metode deskriptif dilakukan untuk mengetahui dan mampu untuk menjelaskan karakteristik variabel yang diteliti dalam suatu situasi. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian dilaksanakan. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang memaparkan karakteristik tertentu dari suatu fenomena (Hermawan, 2006).

### 2.2 Pengumpulan Data

Pada bagian pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data dan informasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian penelitian yang dilakukan. Pengumpulan data yang digunakan diperoleh dari:

#### 2.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti untuk menjawab masalah atau tujuan penelitian yang dilakukan dalam penelitian eksploratif, deskriptif, maupun kausal dengan menggunakan metode pengumpulan data [5]. Adapun pengumpulan data primer pada penelitian ini dilakukan melalui:

##### a. Wawancara

Wawancara salah satu cara yang digunakan untuk melakukan studi pendahuluan terhadap masalah yang diteliti. Pada penelitian ini wawancara dilakukan terhadap karyawan pada satuan kerja *Procurement*.

##### b. Observasi

Observasi dilakukan untuk memperoleh data yang lebih spesifik dan tidak terbatas untuk memperoleh keakuratan data yang dibutuhkan

#### 2.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan struktur data historis mengenai variabel-variabel yang telah dikumpulkan dan dihimpun sebelumnya oleh pihak lain [5]. Proses pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan melalui studi pustaka dengan menggunakan buku-buku atau jurnal-jurnal yang relevan dengan penelitian sehingga dapat diperoleh informasi serta data-data. Tidak hanya itu penggunaan data historis yang dimiliki satuan kerja *Procurement* pun digunakan sebagai data-data yang diperlukan dalam penelitian seperti data jenis *spare part* mesin *cone crush*, data biaya penyimpanan dan pemesanan tiap *spare part* mesin *cone crush*, data *lead time*, serta data saldo tiap *spare part*.

### 2.3 Teknik Analisis data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis data kuantitatif, berikut merupakan teknik analisis data yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian ini:

#### 2.3.1 ABC Analysis

Untuk mengatasi situasi dimana material yang harus dikendalikan jumlahnya sangat banyak, adalah bijaksana kalau keputusan pengendalian persediaan dimulai dengan membuat klasifikasi atas material yang ada. Klasifikasi material biasanya dilakukan dengan membuat klasifikasi ABC menurut kaidah Pareto [9]. Berdasarkan prinsip Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori sebagai berikut:

1. Kategori A (80-20): Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.
2. Kategori B (15-30): Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* (sesudah kategori A) dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.
3. Kategori C (5-50): Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana hanya sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

#### 2.3.2 Algoritma Wagner Within (AWW)

Setelah dilakukan identifikasi *spare part* dengan analisis ABC maka dilakukan penentuan *lot optimum* dengan menggunakan *algoritma wagner within* (AWW). langkah-langkah (AWW) dapat dijelaskan sebagai berikut [1]:

##### 1. Langkah 1

Hitung matriks biaya total (biaya pesan dan biaya simpan), selanjutnya didefinisikan  $O_{en}$ . Rumusan  $O_{en}$  tersebut dinyatakan sebagai berikut:

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

Untuk  $1 \leq e \leq n \leq N$  dimana:

A : Biaya pesan (Rp/pesan)

h : Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/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  $q_{et}$

##### 2. Langkah 2

Nilai  $f_n$  adalah nilai Biaya total dan pemesanan optimal yang dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$f_n = \text{Min} [O_{en} + f_{e-1}] \dots \dots (2)$$

Untuk  $e = 1, 2, \dots, n$  dan  $n = 1, 2, \dots, N$

##### 3. Langkah 3

Solusi optimal  $f_T$  diperoleh dari perhitungan rekursif mundur seperti berikut :

$$a. \quad f_N = O_{en} + f_{e-1} \text{Pemesanan-terakhir}$$

dilakukan pada periode e untuk memenuhi permintaan dari periode e sampai periode N

b.  $f_{e-1} = O_{ve-1} + f_{v-1}$  Pemesanan sebelum pemesanan-terakhir harus dilakukan pada

periode  $v$  untuk memenuhi permintaan dari periode  $v$  sampai periode  $e - 1$   
 c.  $f_{u-1} = O_{u-1} + f_0$  Pemesanan yang pertama harus dilakuakn pada periode 1

untuk memenuhi permintaan dari periode1 sampai periode  $u - 1$   
 4. Setelah di dapatkan *lot* optimal dan total biaya yang diperlukan maka dilakukan perhitungan *safety stock* terhadap *spare part* kelompok A.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data penggunaan dan historis pemesanan *spare part* mesin *cone crush*

**Tabel 1.** Data penggunaan dan pemesanan *Spare Part*

No Material	2019	Jan	feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1200161	Pemesanan	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	2
	Penggunaan	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	2
1200172	Pemesanan	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1
	Penggunaan	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1
1900341	Pemesanan	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	Penggunaan	1	10	13	7	6	6	7	8	0	0	0	13
1200185	Pemesanan	13	0	0	0	14	0	10	0	0	5	5	0
	Penggunaan	7	6	0	0	7	0	5	7	0	0	0	0
1200187	Pemesanan	5	0	0	0	6	0	10	0	6	10	0	0
	Penggunaan	4	1	0	0	4	0	2	4	4	0	0	0
1200184	Pemesanan	4	0	6	0	8	0	10	0	0	5	0	0
	Penggunaan	1	3	2	4	1	0	3	0	0	0	0	0
1200165	Pemesanan	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penggunaan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1301608	Pemesanan	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Penggunaan		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1300909	Pemesanan	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penggunaan	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1300789	Pemesanan	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Penggunaan	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Sumber: PT XYZ (2019)

Data penggunaan tersebut merupakan data penggunaan yang dilakukan pada tahun 2019 berdasarkan sistem SAP yang digunakan, selanjutya data tersebut digunakan sebagai inputan dalam klasifikasi material dengan ABC analysis.

3.1.2 Data *Lead Time*

**Tabel 2.** Data *Lead Time*

No. Material	Sparepart	Lead Time/ Pesanan (Hari)
1200161	LINER ;UPPER ASSY; ITM 42	34
1200172	MANTLE MANGANESE W/O LUGS ;RC-54; S/N 23	30
1900341	MANGANESE BACKING ;PROBAC; RC-54; S/N 23	30
1200185	SEGMENTED COUNTERWEIGHT HEAVY ;MODEL RC-	26
1200187	SEGMENTED COUNTERWEIGHT LIGHT ;MODEL RC-	30
1200184	LEADING COUNTERWEIGHT ;RC-54; S/N 23J029	31
1200165	CLUTCH, OVER RUNNING ;RC-54; S/N 23J0292 ( Back stop )	29
1301608	SEAL, RING, BASE FRAME ;FOR ROLLER CONE	30
1300909	SEAL, CLAMP CYLINDER ;FOR ROLLER CONE CR	29
1300789	RING, SEAL, LOWER, WEDGE PLATE ;FOR ROLL	29

Sumber: PT XYZ (2019)

Data *lead time* pemesanan tiap *spare part* mesin digunakan sebagai salah satu data yang akan digunakan pada proses pembuatan *lot sizing* untuk tiap *spare part*

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Pengelompokan *Spare Part* mesin *Cone Crush* dengan ABC Analysis

Analisis ABC yang dilakukan pada persediaan *Spare part* mesin *cone crush* dihitung dengan nilai persentase dana dari setiap *spare part* mesin *cone crush* dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Persentase Dengan Kategori Kelas

No. Material	Sparepart	Penggunaan	Harga per unit	Harga Penggunaan	Persentase Penyerapan dana %	Persentase dengan kelas %	Kelas
1200161	LINER ;UPPER ASSY; ITM 42	7	Rp 62,311,666	Rp 436,181,662.00	50.29403752	79.72532179	A
1200172	MANTLE MANGANESE W/O LUGS ;RC-54; S/N 23	6	Rp 42,541,115	Rp 255,246,687.60	29.43128426		
1200185	SEGMENTED COUNTERWEIGHT HEAVY ;MODEL RC-	32	Rp 1,476,139	Rp 47,236,443.73	5.446610164	18.74384049	B
1900341	MANGANESE BACKING ;PROBAC; RC-54; S/N 23	71	Rp 517,193	Rp 36,720,737.54	4.234093986		
1200187	SEGMENTED COUNTERWEIGHT LIGHT ;MODEL RC-	19	Rp 1,580,265	Rp 30,025,031.83	3.462043936		
1200184	LEADING COUNTERWEIGHT ;RC-54; S/N 23J029	14	Rp 1,790,750	Rp 25,070,495.33	2.890759844		
1200165	CLUTCH, OVER RUNNING ;RC-54; S/N 23J0292 ( Back stop )	1	Rp 23,505,716	Rp 23,505,716.00	2.710332564		
1301608	SEAL, RING, BASE FRAME ;FOR ROLLER CONE	2	Rp 5,835,892	Rp 11,671,784.67	1.345818101	1.530837719	C
1300909	SEAL, CLAMP CYLINDER ;FOR ROLLER CONE CR	5	Rp 319,431	Rp 1,597,155.00	0.184160364		
1300789	RING, SEAL, LOWER, WEDGE PLATE ;FOR ROLL	4	Rp 1,863	Rp 7,452.00	0.000859255		

Berdasarkan tabel 3 Setelah melakukan pengolahan data berdasarkan prinsip ABC maka didapatkan hasil untuk spare part mesin cone crush dimana dua spare part dengan kategori atau kelas A sebanyak 2 spare part yaitu 1200161 dan 120172, untuk kategori B diperoleh sebanyak 5 spare part yaitu 1200185, 1900341, 1200187, 1200184, 1200165, dan untuk kategori C diperoleh sebanyak 3 spare part yaitu 1301608, 1300909, 1300789. Dari hasil pengelompokan atau pemberian kategori tersebut maka spare part dengan kategori A merupakan spare part yang membutuhkan pengendalian lebih Karena memiliki volume rupiah yang terbesar. Spare part tersebut akan menjadi inputan dalam perhitungan untuk menentukan lot size pemesanan yang optimal.

### 3.2.2 Penentuan Lot Size Optimal dengan Metode Algoritma Wagner Within

Perhitungan dengan menggunakan algoritma wagner within akan menghasilkan output berupa berapa banyak material yang akan dipesan dan kapan pemesanan harus dilakukan, dimana output yang dihasilkan menciptakan solusi yang optimal. Input yang dibutuhkan pada proses lotting yaitu spare part yang termasuk kelompok A yang telah dihitung kebutuhan bersihnya (net requirement), biaya pesan serta biaya simpan. Dengan diketahui ongkos simpan ditentukan sebesar 10% dari harga item spare part mesin pertahunnya dan ongkos pemesanan sebesar 11300.

a. Langkah 1 menghitung biaya inventory

Tabel 4. Matriks Total Ongkos Variabel Spare Part 1200161

1200161	Permintaan											
	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12
	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	2
e=1	11300	11300	11300	11300	2E+06	2088352	5203930	5203930	1.4E+07	1.4E+07	1.4E+07	24935924
e=2		11300	11300	11300	2E+06	1569089	4165404	4165404	1.1E+07	1.1E+07	1.1E+07	19743294
e=3			11300	11300	1E+06	1049826	3126878	3126878	9358034	9358034	9358034	18704768
e=4				11300	5E+05	530563	2088352	2088352	7280982	7280982	7280982	15589190
e=5					11300	11300	1049826	1049826	5203930	5203930	5203930	12473612
e=6						11300	530563	530563	3646141	3646141	3646141	9877297
e=7							11300	11300	2088352	2088352	2088352	7280982
e=8								11300	1049826	1049826	1049826	5203930
e=9									11300	11300	11300	3126878
e=10										11300	11300	2088352
e=11											11300	1049826
e=12												11300

Tabel 5. Matriks Total Ongkos Variabel Spare Part 1200172

1200172	Permintaan											
	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12
	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1
e=1	11300	11300	11300	11300	11300	3556390	3556390	3556390	3556390	3556390	7101480	11001079
e=2		11300	11300	11300	11300	2847372	2847372	2847372	2847372	2847372	6037953	8519516
e=3			11300	11300	11300	2138354	2138354	2138354	2138354	2138354	4974426	8165007
e=4				11300	11300	1429336	1429336	1429336	1429336	1429336	3910899	6746971
e=5					11300	720318	720318	720318	720318	720318	2847372	5328935
e=6						11300	11300	11300	11300	11300	1783845	3910899
e=7							11300	11300	11300	11300	1429336	3201881
e=8								11300	11300	11300	1074827	2492863
e=9									11300	11300	720318	1783845
e=10										11300	365809	1074827
e=11											11300	365809
e=12												11300

b. Langkah 2 Menghitung  $f_n$  untuk biaya minimum

Tabel 6 Perhitungan Biaya Minimum Spare Part 1600161

1200161	Permintaan											
	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12
	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	2
e=1	11300	11300	11300	11300	2088352	2088352	5203930	5203930	13512138	13512138	13512138	24935924
e=2		22600	22600	22600	1580389	1580389	4176704	4176704	11446386	11446386	11446386	19754594
e=3			22600	22600	1061126	1061126	3138178	3138178	9369334	9369334	9369334	18716068
e=4				22600	541863	541863	2099652	2099652	7292282	7292282	7292282	15600490
e=5					22600	2099652	3138178	6253756	10407860	18716068	18716068	25985750
e=6						33900	553163	553163	3668741	3668741	3668741	9899897
e=7							45200	45200	2122252	2122252	2122252	7314882
e=8								56500	1095026	1095026	1095026	5249130
e=9									56500	56500	56500	3172078
e=10										67800	67800	2144852
e=11											67800	1106326
e=12												67800

Berdasarkan hasil perhitungan matriks dengan rumus  $f_n$  pada spare part 1600161 diatas, diperoleh contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 f_0 &= 0 \\
 f_1 &= \text{Min } [O_{1:1} + f_0] = \text{Min } [11.300] \\
 &= 11,300 \text{ untuk } f_1 \\
 f_2 &= \text{Min } [O_{1:2} + f_0, O_{2:2} + f_1] = \text{Min } [11.300+0, 11.300+11.300] \\
 &= 11,300 \text{ untuk } O_{3:3} + f_2 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 f_{12} &= \text{Min } [O_{1:12} + f_0, O_{2:12} + f_1, O_{3:12} + f_2, O_{4:12} + f_3, O_{5:12} + f_4, O_{6:12} + f_5, O_{7:12} \\
 &\quad + f_6, O_{8:12} + f_7, O_{9:12} + f_8, O_{10:12} + f_9, O_{11:12} + f_{10}, O_{12:12} + f_{11}] \\
 &= \text{Min } [24.935.924 + 0, 19.743.294 + 11.300, 18.704.768 + 11.300, 15.589.190 + 11.300, 12.473.612 + 11300, \\
 &\quad 9.877.297 + 22.600, 7.280.982 + 33.900, 5.203.930 + 45.200, 3.126.878 + 45.200, 2.088.352 + 56.500, \\
 &\quad 1.049.826 + 56.500, 11.300 + 56.500] \\
 &= 67.800 \text{ untuk } f_{12}
 \end{aligned}$$

Tabel 7. Perhitungan Biaya Minimum Spare Part 1600172

1200172	Permintaan											
	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12
	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1
e=1	11300	11300	11300	11300	11300	3556390	3556390	3556390	3556390	3556390	7101480	11001079
e=2		22600	22600	22600	22600	2858672	2858672	2858672	2858672	2858672	6049253	8530816
e=3			22600	22600	22600	2149654	2149654	2149654	2149654	2149654	4985726	8176307
e=4				22600	22600	1440636	1440636	1440636	1440636	1440636	3922199	6758271
e=5					22600	731618	731618	731618	731618	731618	2858672	5340235
e=6						22600	22600	22600	22600	22600	1795145	3922199
e=7							33900	33900	33900	33900	1451936	3224481
e=8								33900	33900	33900	1097427	2515463
e=9									33900	33900	742918	1806445
e=10										33900	388409	1097427
e=11											33900	411009
e=12												45200

Berdasarkan hasil perhitungan matriks dengan rumus  $f_n$  pada spare part 1600172 diatas, diperoleh contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 f_0 &= 0 \\
 f_1 &= \text{Min } [O_{1:1} + f_0] = \text{Min } [11.300] \\
 &= 11,300 \text{ untuk } O_{2:2} + f_1 \\
 f_2 &= \text{Min } [O_{1:2} + f_0, O_{2:2} + f_1] = \text{Min } [11.300+0, 11.300+11.300] \\
 &= 11,300 \text{ untuk } O_{3:3} + f_2 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 f_{12} &= \text{Min } [O_{1:12} + f_0, O_{2:12} + f_1, O_{3:12} + f_2, O_{4:12} + f_3, O_{5:12} + f_4, O_{6:12} + f_5, O_{7:12} \\
 &\quad + f_6, O_{8:12} + f_7, O_{9:12} + f_8, O_{10:12} + f_9, O_{11:12} + f_{10}, O_{12:12} + f_{11}] \\
 &= \text{Min } [11.001.079 + 0, 8.519.516 + 11.300, 8.165.007 + 11.300, 6.746.971 + 11.300, 5.328.935 + 11300, \\
 &\quad 3.910.899 + 11.300, 3.201.881 + 22.600, 2.492.863 + 22.600, 1.783.845 + 22.600, 1.074.827 + 22.600, 365.809 \\
 &\quad + 22.600, 11.300 + 33.900] \\
 &= 56.500 \text{ untuk } O_{12:12} + f_{11}
 \end{aligned}$$

Tabel diatas merupakan hasil rekapitulasi dari perhitungan biaya minimum, yang kemudian menjadi acuan dalam tahapan selanjutnya, yaitu mendefinisikan lot size pemesanan optimal. Menentukan lot dengan Interpretasikan  $f_n$  menjadi ukuran lot: Hasil perhitungan berdasarkan ongkos minimal menunjukkan bahwa solusi optimal pada spare part 1200161 sebesar Rp 22.600 untuk pemesanan pada periode 5 dan 7, untuk periode 9 dilakukan pemesanan 2 unit sebesar Rp 56.500, dan untuk periode 12 sebanyak 2 unit sebesar Rp 67.800. Pada spare part 1200172 sebesar Rp.22.600 untuk pemesanan pada periode 6 untuk memenuhi penggunaan untuk periode 11 dilakukan pemesanan sebesar 1 unit sebesar Rp. 33.900, dan untuk pemesanan pada periode 12 sebanyak 2 unit, sebesar Rp 45.200. Berikut ini hasil perhitungan pengendalian persediaan model AWW sebagai berikut.

**Tabel 8. Offsetting Pada Spare Part 1200161**

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
GR					1		1		2			2
SR												
POH	1	1	1									
NR					1		1		2			2
POREC					1		1		2			2
POREL			1		1		2				2	

**Tabel 9. Offsetting Pada Spare Part 1200172**

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
GR						2					1	1
SR												
POH												
NR						2					1	1
POREC						2					1	1
POREL					2					1	1	

Dari kedua tabel diatas maka total biaya dapat dihitung dengan rumus:

$$TC = OC + PC + IC \dots\dots\dots(3)$$

Diperoleh total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk spare part 1200161 sebesar Rp. 373.915.196 dan untuk spare part 1200172 sebesar Rp. 339.974.407

**3.2.3 Perhitungan Biaya Lotting Kondisi Existing**

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk menghasilkan output berupa berapa banyak material yang akan dipesan dan kapan pemesanan harus dilakukan, namun pada kondisi existing ini perusahaan memesan sparepart lebih banyak sehingga pemenuhan kebutuhan spare part pada tiap bulan telah diwakili pada pemesanan sebelumnya. Penentuan perhitungan lot dapat dilihat pada tabel 9 dan 10 sebagai berikut:

**Tabel 10. Penentuan Lot dengan Lot for Lot Spare Part 1200161**

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
GR			1		1		1		2			2
SR												
POH	1	1	1		2	1	1		2		3	1
NR												
POREC					2				2		3	
POREL			2				2		3			

**Tabel 11. Penentuan Lot dengan Lot For Lot Spare Part 1200172**

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
GR			1	1		2					1	1
SR												
POH	2		3	3	3	3	1	1	1	3	3	2
NR												
POREC			2	1					2			
POREL		2	1					2				

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan terhadap kondisi existing, maka total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk spare part 1200161 sebesar Rp. 441.408.192 dan untuk spare part 1200172 sebesar Rp. 433.953.261

**3.2.4 Analisa Penerapan Teknik Analisis ABC**

Dari hasil yang telah diperoleh dalam perhitungan menggunakan teknik analisis ABC di peroleh tiga kategori barang yang digunakan yaitu A,B, dan C. untuk kategori atau kelompok A terdapat dua spare part yaitu material dengan nomor 1200161 dan 1200172, untuk kategori atau kelompok B terdapat 5 spare part, serta kelompok atau kategori C terdapat 3 spare part. Untuk pengawasan terhadap ketiga kelompok tersebut maka pengawasan terhadap kelas A perlu perhatian lebih bahkan dikategorikan ketat, karena pada kelas A merepresentasikan 79% dari total nilai uang dari keseluruhan spare part, Meskipun persentasi unit dari keseluruhan total spare part rendah namun hal ini perlu menjadi perhatian lebih karena posisi tersebut telah merepresentasikan spare part tersebut menjadi prioritas utama persediaan yang perlu ditangani perusahaan, oleh karena itu tingkat persediaan minimum harus dipertahankan untuk menjaga kemungkinan terhambat oleh supplier. Sehingga agar tidak memunculkan beban biaya yang besar pada kategori A, yang merupakan kategori yang paling penting dalam proses produksi ini, maka pengendaliannya perlu diperhatikan secara lebih baik, karena persediaan (Inventory) dalam konteks produksi dapat diartikan sebagai sumber daya menganggur (idle resource) [4].

**3.2.5 Analisa Total Biaya Persediaan Metode Algoritma Wagner Within dengan Existing**

Dengan data spare part yang telah dikategorikan untuk mendapat perhatian lebih maka pada kategori A dilakukan perhitungan lot sizing yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode AWW.

**Tabel 12. Perbandingan Biaya Existing dan AWW**

Spare Part	Existing	AWW	Penghematan	Penghematan %
1200161	Rp 441,408,192	Rp 373,915,196	Rp 67,492,996	15.29
1200172	Rp 433,953,261	Rp 339,974,407	Rp 93,978,854	21.66

Maka diperoleh total biaya persediaan untuk material 1200161 sebesar Rp. 373.915.196 dan untuk material 1200172 sebesar Rp. 339.974.407 sedangkan total biaya persediaan kondisi *existing* untuk material 1200161 sebesar Rp. 441.408.192 dan material 1200172 sebesar Rp. 433.953.261. Secara biaya metode AWW lebih optimal karena menghasilkan biaya persediaan yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan karakteristik *lot sizing* yang berbeda sehingga pada proses pemesanan terdapat perbedaan yang menghasilkan total biaya persediaan menjadi berbeda.

Dari karakteristik masing masing perhitungan yang dilakukan dapat dilihat bahwa pada AWW melakukan perhitungan berdasarkan algoritma dari total biaya pesan dan biaya simpan minimum [8], sedangkan pada kondisi *existing* dilakukan perhitungan sesuai dengan kebutuhan namun dipesan pada waktu yang tak tentu dengan mempertimbangkan jatah penggunaan *spare part* yang masih ada. Dari segi biaya yang terlibat untuk metode AWW tidak terdapat biaya simpan karena proses pemesanan dilakukan dengan mempertimbangkan *lead time* dan tepat waktu sehingga tidak menimbulkan biaya simpan yang tinggi, sedangkan pada kondisi *existing* terdapat biaya simpan karena jangka proses pemesanan tidak disesuaikan dengan kebutuhan tiap bulan serta jumlah *spare part* yang dipesan di akumulasikan pada pemesanan sebelumnya sehingga terdapat biaya simpan dari *spare part* yang belum digunakan pada periode yang dibutuhkan. Karena semakin sedikit biaya simpan semakin rendah biaya persediaan yang dihasilkan begitupun dengan frekuensi pemesanan. Dengan memperhatikan biaya atau ongkos-ongkos tersebut maka ukuran lot ideal agar biaya total persediaan minimal [6]. Hal ini dibuktikan pada kasus ini dimana pada metode AWW tidak terdapat biaya simpan sehingga menghasilkan biaya persediaan yang lebih rendah.

### 3.2.6 Analisa Service Level

Dari *lot* dan waktu pemesanan dua *spare part* kelompok A yang telah dilakukan maka dilakukan pendekatan *service level* sebagai berikut:

**Tabel 13.** Nilai *Safety stock* dengan *Service level* 95%

No	No Material	Item	St Dev	Service factor	Safety Stock	Pembulatan
1	1200161	LINER ;UPPER ASSY; ITM 42	0.548	1.64485	0.9009	1
2	1200172	MANTLE MANGANESE W/O LUGS ;RC-54; S/N 23	0.447	1.64485	0.7356	1

Untuk mengantisipasi ketidakpastian khususnya dalam permintaan dan *lead time* maka disediakan jumlah tertentu yang akan mengurangi resiko kehabisan persediaan. Dari hasil perhitungan *safety stock* dengan tingkat *service level* 95% maka *safety stock* yang disediakan telah dikatakan mampu untuk memenuhi penggunaan *spare part* yang dibutuhkan dengan *service level* sebesar 95% yang telah ditetapkan divisi *procurement*. Persediaan pengaman tahun 2019 untuk *spare part* 1200172 sebanyak 2 buah telah memenuhi karena pada perhitungan *service level* tahun 2020

memerlukan *safety stock* sebanyak 1 *spare part*, begitu pun pada material 1200161 dengan *safety stock* sebanyak 1 *spare part* memenuhi *safety stock* dengan *service level* 95 % yang telah dihitung hanya membutuhkan *safety stock* 1 buah *spare part* sehingga untuk material 1200161 pun dapat terpenuhi. Karena semakin besar tingkat *safety stock* nya maka kemungkinan kehabisan persediaan semakin kecil [2,10]

## 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya pengumpulan dan pengolahan serta analisa dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah *spare part* yang dibutuhkan mesin cone crush sebanyak 10 *spare part*. Berdasarkan metode ABC *anlysis* yang diterapkan, didapatkan 3 kategori yang digunakan yaitu kategori A, Kategori B dan Kategori C. Dimana untuk kategori A terdapat 2 *spare part* yaitu 1200161 dan 1200172. Kategori B sebanyak 5 *spare part* yaitu 1200185, 1900341, 1200187, 1200184, dan 1200165. Pada kategori C terdapat 3 *spare part* yaitu 1301608, 1300909, dan 1300789.
2. Berdasarkan perhitungan AWW yang telah dilakukan, maka didapatkan waktu pemesanan serta jumlah pesanan yang optimal. Namun jumlah optimal yang dihitung hanya untuk material 1200161 dan 1200172. Jumlah optimal yang dihasilkan yaitu sesuai dengan kebutuhan pada tiap bulan sehingga pada material 1200161 melakukan pemesanan sebanyak 4 kali dan 1200172 sebanyak 3 kali dengan jumlah pesanan yang disesuaikan dengan kebutuhan pada tiap bulanya dengan *leadtime* berkisar satu bulan pada masing-masing pesanan.
3. Dari hasil perhitungan perencanaan dan pengendalian persediaan yang dilakukan perusahaan menghasilkan biaya sebesar Rp. 441.408.192 untuk material 1200161 dan Rp. 433.953.261 untuk material 1200172, dan dengan menggunakan metode AWW dihasilkan biaya Rp. 373.915.196 untuk material 1200161 dan Rp. 339.974.407 untuk material 1200172. Dari kedua perbandingan tersebut hasil penerapan metode AWW lebih baik karena tidak terdapat biaya simpan dari *spare part* yang telah dipesan.

## REFERENCES

- [1] Bahagia, Nur (2006). Sistem Inventori. Bandung: Penerbit ITB
- [2] Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Pejaten Barat Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [3] Dianti, E. K. (2018). Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemas Dengan Metode Program Dinamis Algoritma Wagner Within Dengan Kendala Kapasitas Gudang di PT Bintang Toedjoe Pulogadung. Bogor. (*Skripsi*). Bogor : Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- [4] Ginting, Rosnani (2007). Sistem Produksi (Edisi Pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu

- [5] Hermawan, Asep (2006). Penelitian Bisnis: Paradigma Kuantitatif. Jakarta: Grasindo
- [6] Kusuma, H. (1999). Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- [7] Maitimu, N. E., & Peea, M. S. (2017). Penentuan Ukuran Lot Pemesanan Optimal Bahan Baku Ikan Tuna dengan Model Dinamis Algoritma Wagner-within dalam Upaya Minimasi Ongkos Total Persediaan (Studi Kasus: PT. Mina Maluku Sejahtera). *Arika*, 11(1), 11-20.
- [8] Maulana, L., 2014. Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Produk Windlass Dengan Menggunakan Metode Lot Sizing Pada Pt Pindad (Persero). *Image: Jurnal Riset Manajemen*, 3(1).
- [9] Ristono, Agus (2009). Manajemen Persediaan. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [10] Kulsum, Y.Muharni, M. Rizky Mulyawan (2020), Pe Penjadwalan distribusi produk dengan metode distribution requirement planning (Studi kasus produk air minum dalam kemasan), *Teknika*, vol. 16 (1),