

Penentuan *Lot Size* Pemesanan Bahan Baku Dengan Batasan Kapasitas Gudang

Dana Marsetiya Utama¹

Abstract. *This paper explains the problem of determining the lot size of ordering raw materials with warehouse capacity limitation in order to minimize inventory costs. Generally, the lot size of ordering raw materials determined without considering warehouse capacity. The algorithm that used is Wagner Within (WW) which is modified by adding a warehouse capacity as a constraint. The result shows the minimum of total inventory cost is 24,100 and the ordering raw materials at the week 3, 5 and 7.*

Keywords. *inventory, raw materials, Wagner Within, warehouse capacity limits.*

Abstrak. *Paper ini menjelaskan masalah penentuan ukuran lot size pemesanan bahan baku dengan batasan kapasitas gudang untuk meminimasi biaya persediaan. Penentuan ukuran lot size pemesanan bahan baku umumnya tanpa mempertimbangkan kapasitas gudang. Pencarian solusi penentuan lot size pemesanan bahan baku menggunakan algoritma Wagner Within (WW) yang di modifikasi dengan menambahkan kendala kapasitas gudang. Hasil pencarian solusi menggunakan algoritma Wagner Within (WW) dengan batasan kapasitas gudang mendapatkan total biaya persediaan minimum sebesar 24.100 dengan pemesanan bahan baku di minggu ke 3, 5 dan 7.*

Kata kunci. *persediaan, bahan baku, Wagner Within, kendala kapasitas gudang.*

I. PENDAHULUAN

Bahan baku merupakan faktor utama dalam perusahaan untuk menunjang kelancaran proses produksi baik dalam perusahaan besar maupun perusahaan kecil. Penyediaan bahan baku di setiap perusahaan harus terlebih dahulu merencanakan berapa jumlah yang harus dibeli. Persediaan adalah sebagai bahan yang disimpan dalam gudang untuk kemudian digunakan atau dijual (Biegel, 1971). Bagi perusahaan yang memiliki strategi *make to stock*, persediaan dapat memberikan dampak besar pada penetapan harga dari produk ataupun keuangan perusahaan (Sipper & Bulfin, 1998). Fungsi-fungsi persediaan adalah melakukan '*decouple*' perusahaan dari fluktuasi permintaan dan menyediakan persediaan barang-barang yang akan memberikan pilihan bagi pelanggan, mengambil keuntungan dari diskon kuantitas karena pembelian dalam jumlah besar dapat mengurangi biaya pengiriman barang,

melindungi terhadap inflasi dan kenaikan harga (Heizer, dkk., 2004).

Dalam suatu sistem manufaktur, persediaan dapat ditemui dalam beberapa kategori pengelompokan diantaranya persediaan berdasarkan aspek fungsional dan persediaan berdasarkan aspek fisik, persediaan berdasarkan lamanya waktu penyimpanan (Tersine, 1994). Disamping itu bahwa komponen persediaan terdiri atas permintaan, pemesanan kembali dan pembatas atau kendala. Adapun komponen biaya yang dapat digunakan dalam sistem persediaan yaitu diantaranya biaya pembelian (*purchase cost*), biaya pemesanan (*order cost* atau *setup cost*), biaya simpan (*holding cost*), biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*). Persediaan bahan baku yang terlalu besar akan berakibat pada membengkaknya biaya penyimpanan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Semakin besar barang yang ada di gudang, semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan untuk penyimpanannya. Persediaan yang optimal merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pengadaan bahan baku.

Metode penentuan jumlah pemesanan bahan baku yang akan digunakan adalah metode program dinamis yang dikenal dengan algoritma *Wagner Within* (WW), yang memiliki

¹ Dana Marsetiya Utama, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang (email: dana@umm.ac.id)

karakteristik yang berbeda. Metode WW bertujuan untuk mendapatkan strategi pemesanan optimum dengan jalan meminimasi biaya pemesanan dan biaya simpan. Jumlah pemesanan dan waktu pemesanan tidak tetap. Metode ini menetapkan bahwa tidak melakukan pemesanan selama masih ada persediaan atau pemesanan dilakukan setelah persediaan berjumlah nol pada akhir periode perencanaan (Tersine, 1994). Penggunaan metode WW dapat meminimasi biaya yang dikeluarkan perusahaan dari segi biaya persediaan (Madinah, dkk., 2015; Mbota, dkk., 2015). Penentuan jumlah pemesanan bahan baku metode WW umumnya belum mempertimbangkan kendala kapasitas gudang. Penentuan jumlah pemesanan dengan kendala kapasitas gudang diperlukan pengamatan yang seksama agar menghasilkan solusi yang optimal. Untuk menentukan besarnya pemesanan dilakukan perhitungan pengendalian persediaan dengan mempertimbangkan kendala kapasitas gudang dengan menggunakan model pengembangan dari model program dinamis algoritma WW. Pengembangan Model WW dengan kendala kapasitas gudang diharapkan mencari solusi pemecahan untuk perencanaan persediaan bahan baku.

II. METODOLOGI

Metoda algoritma *Wagner Within* (WW) ini menggunakan pendekatan program dinamis dan menghasilkan solusi optimal (Tersine, 1994). Pengembangan langkah-langkah dalam algoritma WW dengan batasan kapasitas gudang ini adalah sebagai berikut:

1. Hitung matriks total biaya variabel (biaya pesan dan biaya simpan) untuk seluruh alternatif order di seluruh horison perencanaan yang terdiri dari N periode. Definisikan Z_{ce} sebagai total biaya variabel (dari periode c sampai periode e) bila order dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e . Rumusan Z_{ce} tersebut adalah sebagai berikut:

$$Z_{ce} = C + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}); 1 \leq c \leq e \leq N \quad \dots(1)$$

dengan
 C = biaya pesan

h = biaya simpan per unit per periode

$$Q_{ce} = \sum_{k=c}^e D_k$$

D_k = permintaan pada periode k

2. Memeriksa batasan pada Q_{ce} bila order dilakukan pada Periode c untuk memenuhi permintaan Periode c sampai Periode e tidak boleh melebihi kapasitas gudang.

$$Q_{ce} \leq \text{Kapasitas_Gudang} \quad \dots(2)$$

3. Definisikan f_e sebagai biaya minimum yang mungkin dalam Periode 1 sampai Periode e , dengan asumsi tingkat persediaan di akhir Periode e adalah nol. Algoritma mulai dengan $f_0 = 0$ dan mulai menghitung secara berurutan f_1, f_2, \dots, f_N . Nilai f_N adalah nilai biaya dari pemesanan optimal.

$$f_e = \text{Min} \{Z_{ce} + f_{c-1}\}; c = 1, 2, \dots, e.$$

... (3)

4. Interpretasikan f_N menjadi ukuran lot dengan cara sebagai berikut:

- Pemesanan-terakhir dilakukan pada periode w untuk memenuhi permintaan dari Periode w sampai Periode N .

$$f_N = Z_{wN} + f_{w-1} \quad \dots(4)$$

- Pemesanan sebelum pemesanan-terakhir harus dilakukan pada Periode v untuk memenuhi permintaan dari Periode v sampai Periode $w-1$.

$$f_{w-1} = Z_{vw-1} + f_{v-1} \quad \dots(5)$$

- Pemesanan yang pertama harus dilakukan pada Periode 1 untuk memenuhi permintaan dari Periode 1 sampai Periode $u-1$.

$$f_{u-1} = Z_{1u-1} + f_0 \quad \dots(6)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan numerik dilakukan dengan melakukan perencanaan pemesanan bahan baku selama 8 minggu dengan jumlah permintaan bahan baku ditunjukkan pada Tabel 1. Biaya pesan Rp. 5.000,00 per sekali pesan dan biaya simpan Rp. 100,00 per unit per minggu dengan kapasitas gudang sebesar 130.

Tabel 1. Jumlah permintaan bahan baku selama 8 minggu

Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8
Permintaan	0	0	25	34	45	23	20	34

Tabel 2. Alternatif pemenuhan order (Q_{ce})

		Permintaan					
		$e = 3$	$e = 4$	$e = 5$	$e = 6$	$e = 7$	$e = 8$
Pemenuhan	$c = 3$	25	34	45	23	20	34
	$c = 4$	25	59	104	127	147	181
	$c = 5$		34	79	102	122	156
	$c = 6$			45	68	88	122
	$c = 7$				23	43	77
	$c = 8$					20	54
	$c = 8$						34

Tabel 3. Perhitungan matriks total biaya variabel

$$Z_{33} = 5000 + 100 \times (25-25) = 5000$$

$$Z_{34} = 5000 + 100 \times ((59-25)+(59-59)) = 8400$$

$$Z_{35} = 5000 + 100 \times ((104-25)+(104-59)+(104-104)) = 17400$$

$$Z_{36} = 5000 + 100 \times ((127-25)+(127-59)+(127-104)+(127-127)) = 24300$$

$$Z_{37} = \text{Tidak di hitung karena nilai } Q_{ce} \text{ melebihi kapasitas gudang } (147 > 130)$$

$$Z_{38} = \text{Tidak di hitung karena nilai } Q_{ce} \text{ melebihi kapasitas gudang } (181 > 130)$$

$$Z_{44} = 5000 + 100 \times (34-34) = 5000$$

$$Z_{45} = 5000 + 100 \times ((79-34)+(79-79)) = 9500$$

$$Z_{46} = 5000 + 100 \times ((102-34)+(102-79)+(102-102)) = 14100$$

$$Z_{47} = 5000 + 100 \times ((122-34)+(122-79)+(122-102)+(122-122)) = 20100$$

$$Z_{48} = \text{Tidak di hitung karena nilai } Q_{ce} \text{ melebihi kapasitas gudang } (156 > 130)$$

$$Z_{55} = 5000 + 100 \times (45-45) = 5000$$

$$Z_{56} = 5000 + 100 \times ((68-45)+(68-68)) = 7300$$

$$Z_{57} = 5000 + 100 \times ((88-45)+(88-68)+(88-88)) = 11300$$

$$Z_{58} = 5000 + 100 \times ((122-45)+(122-68)+(122-88)+(122-122)) = 21500$$

$$Z_{66} = 5000 + 100 \times (23-23) = 5000$$

$$Z_{67} = 5000 + 100 \times ((43-23)+(43-43)) = 7000$$

$$Z_{68} = 5000 + 100 \times ((77-23)+(77-43)+(77-77)) = 13800$$

$$Z_{77} = 5000 + 100 \times (20-20) = 5000$$

$$Z_{78} = 5000 + 100 \times ((54-20)+(54-54)) = 8400$$

$$Z_{88} = 5000 + 100 \times (34-34) = 5000$$

Langkah-langkah penyelesaian algoritma WW dengan batasan kapasitas gudang ini adalah sebagai berikut:

1. Hitung matriks total biaya variabel (biaya pesan dan biaya simpan) sesuai dengan persamaan 1 untuk seluruh alternatif order di seluruh horison perencanaan. Alternatif pemenuhan order (Q_{ce}) dapat dilihat pada Tabel 2. Contoh perhitungan matriks total

biaya variabel, dapat dilihat pada Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan total biaya variabel dapat dilihat pada Tabel 4.

2. Memeriksa batasan pada Q_{ce} bila order dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e tidak boleh melebihi kapasitas gudang. Berdasarkan persamaan 2, Tabel 2 alternatif pemenuhan

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan total biaya variabel

		Permintaan					
		e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8
		25	34	45	23	20	34
Pemenuhan	c = 3	5000	8400	17400	24300		
	c = 4		5000	9500	14100	20100	
	c = 5			5000	7300	11300	21500
	c = 6				5000	7000	13800
	c = 7					5000	8400
	c = 8						5000

Tabel 5. Perhitungan biaya minimum

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 0 \\
 f_2 &= 0 \\
 f_3 &= \text{Min} \{Z_{33} + f_2\} = \text{Min} \{5000\} = 5000 \text{ untuk } Z_{33} + f_2. \\
 f_4 &= \text{Min} \{Z_{34} + f_2, Z_{44} + f_3\} = \text{Min} \{8400 + 0, 5000 + 5000\} = 8400 \text{ untuk } Z_{34} + f_2. \\
 f_5 &= \text{Min} \{Z_{35} + f_2, Z_{45} + f_3, Z_{55} + f_4\} = \text{Min} \{17400 + 0, 9500 + 5000, 5000 + 8400\} \\
 &= 13400 \text{ untuk } Z_{55} + f_4 \\
 f_6 &= \text{Min} \{Z_{36} + f_2, Z_{46} + f_3, Z_{56} + f_4, Z_{66} + f_5\} \\
 &= \text{Min} \{24300 + 0, 14100 + 5000, 7300 + 8400, 5000 + 13.400\} = 15.700 \text{ untuk } Z_{56} + f_4. \\
 f_7 &= \text{Min} \{Z_{47} + f_3, Z_{57} + f_4, Z_{67} + f_5, Z_{77} + f_6\} \\
 &= \text{Min} \{20.100 + 5000, 11300 + 8400, 7000 + 13400, 5000 + 15700\} = 19700 \text{ untuk } Z_{57} + f_4. \\
 f_8 &= \text{Min} \{Z_{58} + f_4, Z_{68} + f_5, Z_{78} + f_6, Z_{88} + f_7\} \\
 &= \text{Min} \{21.500 + 8400, 13800 + 13400, 8400 + 15700, 5000 + 19700\} = 24.100 \text{ untuk } Z_{78} + f_6.
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan biaya minimum

		Permintaan					
		e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8
		25	34	45	23	20	34
Pemenuhan	c = 3	5000	8400	17400	24300		
	c = 4		10000	14500	19100	25100	
	c = 5			13400	15700	19700	29900
	c = 6				18400	20400	27200
	c = 7					20700	24100
	c = 8						24700
	f_e	5000	8400	13400	15700	19700	24100

order (Q_{ce}) di ketahui bahwa Q_{37} , Q_{38} , Q_{48} melebihi kapasitas gudang. Pada Q_{37} apabila pemesanan dilakukan pada periode 3 untuk memenuhi permintaan periode 3 sampai periode 7 jumlah pemesanan sebesar $147 > 130$, nilai ini menunjukkan bahwa Q_{37} melebihi kapasitas gudang sebesar 130. Pada Q_{38}

apabila pemesanan dilakukan pada periode 3 untuk memenuhi permintaan periode 3 sampai periode 8 jumlah pemesanan sebesar $181 > 130$, nilai ini menunjukkan bahwa Q_{38} melebihi kapasitas gudang sebesar 130. Dan Pada Q_{48} apabila pemesanan dilakukan pada periode 4 untuk memenuhi permintaan periode 4 sampai

periode 8 jumlah pemesanan sebesar $156 > 130$, nilai ini menunjukkan bahwa Q_{48} melebihi kapasitas gudang sebesar 130. Alternatif pemenuhan order (Q_{37} , Q_{38} dan Q_{48} tidak dilakukan perhitungan biaya variabel seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

3. Berdasarkan persamaan 3, langkah berikutnya adalah menghitung f_e sebagai biaya minimum yang mungkin dalam perioda 1 sampai perioda e , dengan asumsi tingkat persediaan di akhir perioda e adalah nol. Biaya minimum yang mungkin dapat dihitung, dapat dilihat pada Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan biaya minimum dapat dilihat pada Tabel 6.
4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa solusi optimal dengan biaya 24.100 untuk $Z_{78} + f_6$. Pemesanan dilakukan pada perioda 7 untuk memenuhi permintaan pada perioda 7 dan 8, yaitu sebesar 54 unit. Pemesanan dilakukan pada perioda 5 untuk memenuhi permintaan pada perioda 5 dan 6, yaitu sebesar 68 unit. Pemesanan dilakukan pada perioda 3 untuk memenuhi permintaan pada perioda 3 dan 4, yaitu sebesar 59 unit.

IV. SIMPULAN

Hasil perhitungan menggunakan algoritma *Wagner Within* (WW) dengan menambahkan kendala kapasitas gudang menunjukkan bahwa solusi optimal dengan biaya 24.100. Pemesanan dilakukan pada perioda 7 untuk memenuhi permintaan pada perioda 7 dan 8, yaitu sebesar 54 unit. Pemesanan dilakukan pada perioda 5 untuk memenuhi permintaan pada perioda 5 dan 6, yaitu sebesar 68 unit. Pemesanan dilakukan pada perioda 3 untuk memenuhi permintaan pada perioda 3 dan 4, yaitu sebesar 59 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Biegel, J.E. (1971). *Production Control: A Quantitative Approach*. UK: Prentice Hall.
- Heizer, J.H.; Render, B.; Weiss, H.J. (2004). *Operations Management (Vol. 8)*. Pearson Prentice Hall.
- Madinah, W.N.; Sumantri, Y.; dan Azlia, W. (2015). 'Penentuan metode lot sizing pada perencanaan pengadaan bahan baku kikir dan mata bor (Studi kasus: PT. X, Sidoarjo)'. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 3 (3), hal. 505 – 515.
- Mbota, H.K.W.; Tantrika, C.F.M.; Eunike, A. (2015). 'Perencanaan persediaan bahan baku dan bahan bakar dengan dynamic lot sizing (Studi kasus: PT. Holcim

- Indonesia Tbk, Tuban Plant)'. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 3 (1), hal. 178 – 188.
- Sipper, D.; Bulfin, R.L.Jr. (1998). *Production: Planning, Control and Integration*. McGraw-Hill International Editions.
- Tersine, R.J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. US: Prentice Hall International Edition.