

OPTIMASI *INVENTORY COST* PADA MODEL MATEMATIKA *EPQ* (*ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY*) DENGAN *BACKORDER* DAN VARIASI *SET UP COST*

Rofila El Maghfiroh

Abstrak: Masalah pengendalian persediaan merupakan masalah yang sangat penting bagi perusahaan, karena berpengaruh pada keuntungan yang akan diperoleh perusahaan. Pada umumnya, perusahaan akan berusaha agar mendapatkan hasil produksi yang optimal, dengan total biaya persediaan yang minimum. Total biaya persediaan meliputi biaya produksi, biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, biaya kerugian, biaya persiapan yang juga memperhatikan biaya tak terduga. Dalam proses produksi, pasti akan didapatkan hasil produksi sempurna dan hasil produksi gagal. Jumlah hasil produksi gagal dalam setiap produksi tidak dapat diketahui secara pasti. Untuk menentukan jumlah hasil produksi gagal digunakan fungsi distribusi normal. *Inventory cost* atau total biaya persediaan dimodelkan dalam model matematika *EPQ* dengan *backorder* dan variasi *set up cost*. Total biaya persediaan pada model matematika *EPQ* dengan *backorder* lebih optimal dibandingkan total biaya persediaan pada perusahaan dengan total penghematan sebesar $\pm 12\%$. Variasi *set up cost* mempengaruhi banyaknya *backorder* yang diperbolehkan, kuantitas produksi optimal dan total biaya persediaan.

Kata kunci: *Inventory Cost*, Model Matematika *EPQ*, *Backorder*, *Set Up Cost*.

Masalah pengendalian persediaan merupakan salah satu masalah penting yang sering dihadapi perusahaan yang bergerak dibidang perekonomian. Pengendalian persediaan merupakan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus disediakan dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan (Rangkuti, 2004). Salah satu contoh permasalahan dalam pengendalian persediaan adalah menentukan jumlah produksi optimal dengan biaya total persediaan yang minimum. Menurut Ristono (2009), biaya total persediaan terdiri dari biaya pembelian (*purchase cost*), biaya pemesanan atau biaya persiapan (*order cost/set up cost*), biaya simpan (*carrying cost/holding cost/storage cost*) dan biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*).

Pengendalian persediaan terdiri dari pengendalian persediaan bahan baku dan pengendalian persediaan hasil produksi. Tujuan dari pengendalian persediaan hasil produksi adalah untuk memenuhi kekurangan pasokan hasil produksi ketika permintaan konsumen meningkat. Kekurangan persediaan hasil produksi akan menyebabkan permintaan tidak dapat dipenuhi dan menimbulkan kekecewaan konsumen. Sedangkan, kelebihan persediaan hasil produksi menyebabkan adanya biaya tambahan (biaya penyimpanan) dan menimbulkan risiko akan rusakny barang yang disimpan.

Setiap proses produksi pasti akan menghasilkan beberapa persen hasil produksi tidak sempurna yang mengakibatkan terjadinya kerugian. Oleh karena itu, akan dibahas optimasi *inventory cost* pada model matematika *EPQ* (*Economic Production Quantity*) dengan *backorder* dan *set up cost*. Model matematika *EPQ* (*Economic Production Quantity*) dengan *backorder* dan *set up cost* diterapkan di perusahaan XYZ yang bergerak dibidang pengolahan bahan makanan.

Model matematika *EPQ* digunakan untuk menentukan kuantitas produksi optimal dan meminimumkan total biaya persediaan. Selain itu, angka produksi pada model matematika *EPQ* selalu lebih besar dari pada angka permintaan (Chiu, 2003). Oleh karena itu, model matematika *EPQ* mempertimbangkan jumlah produksi dan jumlah

permintaan hasil produksi. Sementara itu, *backorder* merupakan kebijakan penanganan kekurangan persediaan dimana pelanggan bersedia menunggu sampai pemasok dapat memenuhi permintaannya. Selama menunggu, pelanggan diberi kompensasi yang besarnya bergantung pada jumlah kekurangan barang dan lamanya menunggu (Sukmana dan Lokman, 2005). Kondisi *backorder* digunakan untuk menghindari terjadinya kerugian dalam proses produksi.

Secara umum, pengendalian persediaan bertujuan untuk meminimumkan biaya total persediaan. Menurut Ristono (2009), pengendalian persediaan bertujuan:

1. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat.
2. Untuk menjaga kelancaran proses produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.
3. Untuk mempertahankan dan meningkatkan penjualan serta laba perusahaan.
4. Menjaga supaya pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari, karena dapat mengakibatkan ongkos pesan menjadi lebih besar.
5. Menjaga supaya tidak terjadi penyimpanan secara besar-besaran, karena hal tersebut mengakibatkan biaya menjadi lebih besar.

Sementara itu, optimasi *inventory cost* pada model matematika *EPQ* dengan *backorder* dan *set up cost* bertujuan:

1. Mengetahui perbandingan biaya total persediaan dari model matematika *EPQ* dan perusahaan XYZ.
2. Mengetahui pengaruh dari variasi *set up cost*.

METODE

Pengendalian persediaan adalah suatu usaha dalam menentukan tingkat komposisi bahan yang optimal dalam menunjang kelancaran dan efektivitas serta efisiensi dalam kegiatan perusahaan (Ristono, 2009). Menurut Rangkuti (2004), setiap jenis persediaan memiliki karakteristik dan cara pengolahan yang berbeda. Berdasarkan jenis barang dalam persediaan, persediaan terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

1. Persediaan barang mentah (*raw material*).
2. Persediaan komponen – komponen rakitan (*purchased parts/components*).
3. Persediaan barang pembantu atau penolong (*supplies*).
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*).
5. Persediaan barang jadi (*finished goods*).

Menurut Ristono (2009), berdasarkan variabel – variabel dalam pengendalian persediaan, model pengendalian persediaan dapat dikelompokkan menjadi dua model, yaitu:

1. Model deterministik, yaitu model yang variabel – variabelnya telah diketahui dengan pasti.
2. Model probabilistik, yaitu model yang variabel – variabelnya mempunyai nilai – nilai yang tidak pasti dan terdapat variabel yang merupakan variabel acak.

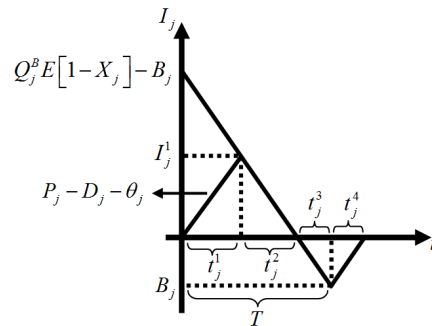
Dalam Talaizadeh (2010), dalam proses produksi pasti menghasilkan hasil produksi sempurna dan hasil produksi tidak sempurna (gagal). Kegagalan proses produksi menyebabkan X_j persen hasil produksi gagal. Jumlah hasil produksi gagal tiap satuan waktu disimbolkan dengan θ_j , dengan $\theta_j = P_j E[X_j]$. P_j merupakan jumlah hasil produksi tiap satuan waktu, sedangkan $E[X_j]$ merupakan nilai ekspektasi dari jumlah hasil produksi gagal. Hasil produksi gagal diasumsikan tidak layak untuk dipasarkan

dan tidak diolah kembali, sehingga akan menjadi sisa hasil produksi. Jumlah permintaan tiap satuan waktu disimbolkan dengan D_j . Jumlah hasil produksi tiap satuan waktu (P_j) diasumsikan lebih besar dari jumlah permintaan tiap satuan waktu (D_j) ditambah jumlah hasil produksi gagal tiap satuan waktu (θ_j). Secara matematis, dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$P_j - D_j - \theta_j > 0$$

atau

$$1 - \frac{D_j}{P_j} - E[X_j] > 0.$$



Gambar 1. Model matematika EPQ dengan backorder.

Pada Gambar 1, jumlah persediaan disimbolkan dengan I_j dan jumlah backorder dari model EPQ selama periode T disimbolkan dengan B_j . Untuk $j = 1, 2, \dots, n$, lama periode produksi diasumsikan adalah sama untuk semua hasil produksi ($T_1 = T_2 = \dots = T_n = T$). Berdasarkan Gambar 1, diperoleh:

$$I_j^1 = (P_j - D_j - \theta_j) \frac{Q_j^B}{P_j} - B_j,$$

$$t_j^1 = \frac{I_j^1}{P_j - D_j - \theta_j},$$

$$t_j^2 = \frac{I_j^1}{D_j},$$

$$t_j^3 = \frac{B_j}{D_j},$$

$$t_j^4 = \frac{B_j}{P_j - D_j - \theta_j},$$

$$t_j^1 + t_j^4 = \frac{Q_j^B}{P_j}.$$

Sedemikian sehingga didapat persamaan sebagai berikut

$$T = \sum_{i=1}^n t_j^i = \frac{Q_j^B E[1 - X_j]}{D_j}. \quad (1)$$

Menurut Talaizadeh (2010), model matematika EPQ dengan backorder mempertimbangkan beberapa biaya persediaan, antara lain:

1. Biaya produksi (*production cost*).

Total biaya produksi disimbolkan dengan C_p adalah sebagai berikut

$$C_p = \frac{1}{T} (C_j^p Q_j^b), \quad (2)$$

dengan C_j^p adalah biaya produksi tiap unit hasil produksi dari hasil produksi j dan Q_j^b merupakan kuantitas produksi tiap periode produksi.

2. Biaya penyimpanan (*holding cost*).

Total biaya penyimpanan disimbolkan dengan C_H . Total biaya penyimpanan dipengaruhi oleh biaya penyimpanan hasil produksi sempurna (C_{H_1}) dan biaya penyimpanan hasil produksi gagal (C_{H_2}). Sedemikian sehingga diperoleh total biaya penyimpanan sebagai berikut

$$C_H = C_{H_1} + C_{H_2}, \quad (3)$$

dengan

$$C_{H_1} = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n C_j^h \left(\frac{I_j^1}{2} (t_j^1 + t_j^2) \right), \quad (4)$$

$$C_{H_2} = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n C_j^h \left(\frac{\theta_j (t_j^1 + t_j^4)}{2} (t_j^1 + t_j^4) \right), \quad (5)$$

dan C_j^h adalah biaya penyimpanan tiap unit hasil produksi.

3. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*).

Total biaya kekurangan persediaan disimbolkan dengan C_B adalah sebagai berikut

$$C_B = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n C_j^b \left(\frac{B_j}{2} (t_j^3 + t_j^4) \right), \quad (6)$$

dengan C_j^b adalah biaya kekurangan persediaan tiap unit hasil produksi.

4. Biaya kerugian (*disposal cost*).

Total biaya kerugian disimbolkan C_S dengan adalah sebagai berikut

$$C_B = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n C_j^s E[X_j] \frac{TD_j}{E[1 - X_j]}, \quad (7)$$

dengan C_j^s adalah biaya kerugian tiap unit hasil produksi.

5. Biaya persiapan (*set up cost*).

Total biaya persiapan disimbolkan dengan C_A . Berdasarkan Talaizadeh (2010), biaya persiapan (*set up cost*) tiap persiapan produksi disimbolkan dengan A. Selanjutnya, akan dibahas biaya persiapan yang juga mempertimbangkan biaya tak

terduga, yang disimbolkan dengan B . Sedemikian sehingga, biaya persiapan tiap satuan waktu (C_A) adalah

$$C_A = (A + B) \times N = \frac{1}{T} (A + B), \tag{8}$$

dengan N adalah banyaknya periode produksi tiap satuan waktu.

Oleh karena itu, diperoleh fungsi tujuan yang merupakan total biaya persediaan tiap satuan waktu (Z) adalah

$$\begin{aligned} Z &= C_p + C_H + C_B + C_S + C_A \\ &= \sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{(B_j)^2}{T} - \sum_{j=1}^n \beta_j B_j + \sum_{j=1}^n \gamma_j T + \sum_{j=1}^n \lambda_j + \frac{(A + B)}{T} \end{aligned} \tag{9}$$

dengan

$$\begin{aligned} \alpha_j &= \frac{(C_j^h + C_j^b)(P_j - \theta_j)}{2D_j(P_j - D_j - \theta_j)}, \\ \beta_j &= \frac{C_j^h(P_j - \theta_j)}{P_j(1 - E[X_j])}, \\ \gamma_j &= \frac{C_j^h D_j ((P_j - \theta_j)(P_j - D_j - \theta_j) + \theta_j D_j)}{2(1 - E[X_j])^2 (P_j)^2}, \\ \lambda_j &= \frac{(C_j^p + C_j^s E[X_j]) D_j}{1 - E[X_j]}. \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 1, diasumsikan bahwa penjumlahan dari total waktu produksi ($t_j^1 + t_j^4$) dan waktu persiapan produksi (S_j) lebih kecil atau sama dengan lama periode T . Jadi kendala dari fungsi tujuan pada persamaan (9) adalah

$$\sum_{j=1}^n (t_j^1 + t_j^4) + \sum_{j=1}^n S_j \leq T. \tag{10}$$

Berdasarkan persamaan (10), diperoleh

$$T \geq \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{1 - \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j E[1 - X_j]}} = T_{\min}. \tag{11}$$

T_{\min} merupakan periode produksi ketika permintaan terjadi seketika sampai terjadi keadaan kekurangan persediaan (*backorder*). Pada kondisi nyata, permintaan tidak selalu terjadi seketika, maka untuk selanjutnya periode produksi disimbolkan dengan T^* , yaitu $\max(T, T_{\min})$. Jadi, diperoleh suatu model matematika, yaitu

Meminimumkan

$$Z(T, B_1, B_2, \dots, B_n) = \sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{(B_j)^2}{T} - \sum_{j=1}^n \beta_j B_j + \sum_{j=1}^n \gamma_j T + \sum_{j=1}^n \lambda_j + \frac{(A+B)}{T},$$

dengan kendala

$$T \geq \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{1 - \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j E[1 - X_j]}} = T_{\min}, \quad (12)$$

$$B_j \geq 0,$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, n.$$

Selanjutnya, akan dibuktikan bahwa fungsi Z adalah *stricly convex*, hal ini dilakukan untuk meminimumkan fungsi Z . Sesuai dalam Hillier dan Lieberman (1995), bahwa suatu fungsi f dengan variabel tunggal x , bersifat *stricly convex* jika $\frac{d^2 f(x)}{dx^2} > 0$.

Untuk membuktikan bahwa fungsi Z *stricly convex*, harus ditentukan matriks hessian dari fungsi Z , hal itu dikarenakan fungsi Z adalah fungsi multivariabel. Matriks hessian adalah matriks berukuran $n \times n$ dari turunan parsial orde dua (Apostol, 1969). Matriks hessian dari fungsi Z adalah sebagai berikut

$$H = \begin{bmatrix} \frac{2\alpha B_j^2 + 2A}{T^3} & \frac{-2\alpha B_1}{T^2} & \frac{-2\alpha B_2}{T^2} & \dots & \frac{-2\alpha B_n}{T^2} \\ \frac{-2\alpha B_1}{T^2} & \frac{2\alpha}{T} & 0 & \dots & 0 \\ \frac{-2\alpha B_2}{T^2} & 0 & \frac{2\alpha}{T} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{-2\alpha B_n}{T^2} & 0 & 0 & \dots & \frac{2\alpha}{T} \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Jika matriks hessian sudah ditentukan, maka harus dibuktikan bahwa matriks hessian tersebut definit positif, dengan $a^T = [T \ B_1 \ B_2 \ \dots \ B_n]$. Sedemikian sehingga diperoleh

$$a^T H a = \frac{2A}{T} > 0, \quad (14)$$

karena matriks hessian H merupakan matriks simetrik dan definit positif, maka fungsi Z adalah suatu fungsi yang bersifat *stricly convex* dan mempunyai nilai minimum.

Selanjutnya akan ditentukan solusi optimal T^* , B_j^* , $Q_j^{B^*}$ dan Z^* . Nilai B_j^* diperoleh dari $\frac{\partial Z}{\partial B_j} = 0$, sehingga didapatkan

$$B_j^* = \frac{\sum_{j=1}^n \beta_j}{2 \sum_{j=1}^n \alpha_j} T^*. \quad (15)$$

Nilai T^* diperoleh dari $T^* = \max(T, T_{\min})$, nilai T didapatkan dari $\frac{\partial Z}{\partial T} = 0$, sehingga

$$T = \sqrt{\frac{A+B}{\sum_{j=1}^n \gamma_j - \frac{\left(\sum_{j=1}^n \beta_j\right)^2}{4 \sum_{j=1}^n \alpha_j}}}. \quad (16)$$

Oleh karena itu, diperoleh

$$Q_j^{B*} = \frac{D_j T^*}{1 - E[X_j]}. \quad (17)$$

Sedemikian sehingga, didapatkan nilai Z^* sebagai berikut

$$Z^*(T^*, B_1^*, B_2^*, \dots, B_n^*) = \sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{(B_j^*)^2}{T^*} - \sum_{j=1}^n \beta_j B_j^* + \sum_{j=1}^n \gamma_j T^* + \sum_{j=1}^n \lambda_j + \frac{(A+B)}{T^*}. \quad (18)$$

PEMBAHASAN

Model matematika EPQ dengan backorder dan variasi set up cost pada persamaan (18) diterapkan di perusahaan XYZ yang bergerak dibidang pengolahan makanan dengan hasil produksi yaitu produk A, produk B, produk C dan produk D. Data yang digunakan untuk proses perhitungan adalah:

Tabel 1. Data perusahaan XYZ.

Hasil Produksi	D_j	P_j	S_j	A	B	C_j^p	C_j^h	C_j^b	C_j^s
A	149,133	162,254	0.2	324000	100000	47000	800	50000	50000
B	62,047	67,32	0.2	201000	120000	56000	1100	60000	60000
C	20	43,3	0.2	110000	90000	56000	1600	65000	64000
D	5,72	13,45	0.2	130000	75000	58000	2600	70000	68000

Satuan waktu yang digunakan adalah setiap 10 hari dan satuan untuk hasil produksi adalah kilogram.

Jumlah hasil produksi gagal dalam setiap satuan waktu produksi tidak dapat diketahui secara pasti. Untuk menentukan jumlah hasil produksi gagal digunakan fungsi distribusi normal, yaitu

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}; -\infty < x < \infty \quad (19)$$

dengan $\pi = 3,14159\dots$, $e = 2,71828\dots$, μ adalah rata – rata, σ adalah standar deviasi (Walpole, dkk., 2003). Hasil perhitungan jumlah hasil produksi gagal tiap 10 hari dengan distribusi normal adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil produksi gagal dengan distribusi normal.

Hasil Produksi	$X_j \square N[\mu_j, \sigma_j^2]$		
	$\mu_j = E[X_j]$	σ_j^2	θ_j
A	0,008	0,003075	1,2980
B	0,01642	0,01033	1,1054
C	0,06408	0,05772	2,7747
D	0,09367	0,05409	1,2599

Nilai θ_j diperoleh dari perkalian $P_j \times E[X_j]$. Berdasarkan persamaan (12) dan persamaan (16), diperoleh nilai T_{\min} dan T . Nilai periode optimal T^* dengan perhitungan θ_j menggunakan distribusi normal adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil T^* dengan distribusi normal.

Hasil Produksi	Periode (10 hari)			
	T_{\min}	T	T^*	N
A	2,7228	9,4394	9,4394	0,1059
B	3,1776	11,0204	11,0204	0,0907
C	0,3949	4,8651	4,8651	0,2055
D	0,3768	7,0148	7,0148	0,1426

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh dalam satu kali proses produksi, hasil produksi A membutuhkan waktu ± 94 hari, hasil produksi B membutuhkan waktu ± 110 hari, hasil produksi C membutuhkan waktu ± 48 hari dan hasil produksi C membutuhkan waktu ± 70 hari.

Biaya total persediaan Z^* diperoleh dari persamaan (18). Kuantitas produksi optimal ($Q_j^{B^*}$), jumlah *backorder* yang diperbolehkan (B_j^*) dan biaya total persediaan (Z^*) dengan perhitungan θ_j menggunakan distribusi normal adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil B_j^* , $Q_j^{B^*}$ dan Z^* dengan distribusi normal.

Hasil Produksi	Distribusi normal				
	B_j^*	$Q_j^{B^*}$	B_j^{**}	$Q_j^{B^{**}}$	Z^*
A	1,6284 kg	1419,1 kg	0,1725 kg	150,3357 kg	Rp. 7.205.200
B	0,7748 kg	659,1972 kg	0,0703 kg	63,0828 kg	Rp. 3.642.200
C	1,1840 kg	103,9649 kg	0,2434 kg	21,3693 kg	Rp. 1.348.000
D	0,7627 kg	44,2715 kg	0,1087 kg	6,3112 kg	Rp. 454.000

B_j^{**} adalah banyaknya *backorder* yang diperbolehkan tiap satuan waktu dan $Q_j^{B^{**}}$ adalah kuantitas produksi optimal tiap satuan waktu. Berdasarkan Tabel 4, untuk hasil produksi A, banyaknya *backorder* yang diperbolehkan dalam satu kali produksi adalah 1,6284 kg, sedangkan untuk tiap satuan waktu (10 hari) adalah 0,1725 kg. Selain itu, untuk hasil produksi A, kuantitas optimal dalam satu kali produksi adalah 1419,1 kg, sedangkan untuk tiap satuan waktu (10 hari) adalah 150,3357 kg. Total biaya persediaan untuk semua hasil produksi pada model matematika *EPQ* dengan *backorder* adalah Rp. 12.649.400., sedangkan total biaya persediaan untuk semua hasil produksi pada perusahaan adalah Rp. 14.380.000. Hal ini membuktikan bahwa model matematika *EPQ* dengan *backorder* lebih optimal dengan total penghematan sebesar $\pm 12\%$.

Variasi *set up cost* dilakukan untuk mengetahui pengaruh *set up cost* terhadap banyaknya *backorder* yang diperbolehkan dan kuantitas produksi optimal serta total biaya persediaan. Variasi *set up cost* ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Variasi set up cost

Hasil Produksi	Variasi <i>Set Up Cost</i>	Distribusi normal		
		B_j^*	Q_j^{B*}	Z^*
A	Rp. 421200	1,8054 kg	1573,4 kg	Rp. 7.216.000
	Rp. 356400	1,6895 kg	1472,3 kg	Rp. 7.208.900
	Rp. 324.000	1,6284 kg	1419,1 kg	Rp. 7.205.200
	Rp. 291600	1,5650 kg	1363,8 kg	Rp. 7.201.200
	Rp. 226800	1,4296 kg	1245,9 kg	Rp. 7.192.700
B	Rp. 261300	0,8445 kg	757,6854 kg	Rp. 3.648.300
	Rp. 221100	0,7987 kg	716,6323 kg	Rp. 3.644.300
	Rp. 201000	0,7748 kg	659,1972 kg	Rp. 3.642.200
	Rp. 180900	0,7502 kg	673,0799 kg	Rp. 3.639.900
	Rp. 140700	0,6983 kg	626,5072 kg	Rp. 3.635.200
C	Rp. 143000	1,2779 kg	112, 2147 kg	Rp. 1.355.900
	Rp. 121000	1,2161 kg	106,7856 kg	Rp. 1.350.800
	Rp. 110000	1,1840 kg	103,9649 kg	Rp. 1.348.000
	Rp. 99000	1,1509 kg	101,0654 kg	Rp. 1.345.200
	Rp. 77000	1,0819 kg	95,0014 kg	Rp. 1.339.200
D	Rp. 169000	0,8321 kg	48, 2994 kg	Rp. 460.210
	Rp. 143000	0,7865 kg	45,6536 kg	Rp. 456.150
	Rp. 130000	0,7627 kg	44,2715 kg	Rp. 454.000
	Rp. 117000	0,7381 kg	42,8447 kg	Rp. 451.760
	Rp. 91.000	0,6863 kg	39,8383 kg	Rp. 446.960

Berdasarkan Tabel 5, variasi *set up cost* mempengaruhi banyaknya *backorder* yang diperbolehkan, kuantitas produksi optimal dan total biaya persediaan. *Set up cost* yang dipilih nantinya oleh perusahaan disesuaikan dengan kondisi perusahaan saat itu. Variasi *set up cost* bertujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal, yaitu hasil dengan kuantitas produksi yang maksimal, meminimumkan banyaknya *backorder*, serta meminimumkan total biaya persediaan, guna mendapatkan keuntungan yang maksimal.

KESIMPULAN

Model matematika *EPQ* dengan *backorder* lebih optimal dengan total penghematan sebesar $\pm 12\%$. Hal itu dikarenakan total biaya persediaan pada model matematika *EPQ* dengan *backorder* lebih optimal dibandingkan dengan total biaya persediaan pada perusahaan. Variasi *set up cost* mempengaruhi banyaknya *backorder* yang diperbolehkan, kuantitas produksi optimal dan total biaya persediaan.

Saran

Distribusi yang digunakan dalam nilai ekspektasi hasil produksi gagal adalah distribusi normal, untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan distribusi yang lain. Total biaya persediaan juga dapat memperkirakan biaya yang lain, contohnya biaya bahan baku.

DAFTAR PUSTAKA

- Apostol, Tomm. 1969. *Calculus Volume II. Second Ed.* John Wiley and Sons, Inc.
- Chiu, Y.P. 2003. *Determining The Optimal Lot Size For The Finite Production Model With Random Defective Rate, The Rework Process And Backlogging. Engineering Optimization.* 35:427-437.
- Hillier, F.S. dan G.J. Lieberman. 1995. *Introduction To Operations Research. Sixth Ed.* Mc.Graw-Hill International Editions. Singapore.
- Rangkuti, F. 2004. *Manajemen Persediaan (Aplikasi di Bidang Bisnis).* PT. Raja Grafindo Persada.

- Ristono, Agus. 2009. *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sukamana, A. dan I. Lokman. 2005. *Model Matematika Sistem Persediaan Dengan Pengadaan Darurat. Integral*. Vol 10:No.1.
- Talaizadeh, A.A., A.A. Najafi dan S.T.A. Niaki. 2010. *Economic Production Quantity Model With Scrapped Items And Limited Production Capacity. Industrial Engineering*. 17:58-59.
- Walpole, R.E., R.H. Myers dan S.L.Myers. 2003. *Probabilitas Dan Statistika Untuk Teknik Dan Sains*. Prehallindo. Jakarta.