

MODEL PERSEDIAAN PRODUKSI DENGAN MEMPERHITUNGKAN NILAI DETERIORASI ITEM DAN *SHORTAGE*

Jepris. S^{1*}, T.P. Nababan², Endang. L²

jeffbettencourt30@yahoo.com

*¹Mahasiswa Program Studi S1 Matematika

²Dosen Matematika Operasi Riset

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru (28293), Indonesia

ABSTRACT

In this paper we develop production inventory model where products were stored in the inventory suffered decay or deteriorate overtime with shortage allowed. The rate of deterioration give an impact on the level of inventory that also has an effect on the amount of unmet demand. Inventory levels and shortage rate are calculated by the exponential distribution involving deterioration. Deterioration cost, the cost of retained products, and the cost of shortages can be formulated so that the total cost of the system be calculated. Then, the optimal inventory levels, the optimal backlog, the optimal cycle time are formulated by calculating the first derivative of the total cost function

Key words : economic order quantity model, deteriorate, shortage

1. PENDAHULUAN

Pada kehidupan nyata, ada beberapa jenis produk yang dapat mengalami kerusakan atau deteriorasi karena terlalu lama di dalam penyimpanan, misalnya makanan, dan obat-obatan [4]. Permasalahan tentang deteriorasi item ini pertama kali dibahas oleh Whitin [7]. Dia menghitung nilai deteriorasi dari barang-barang mode di akhir periode penyimpanan yang telah ditentukan. Lalu pada 1963, Ghare dan Schrader mengembangkan model EOQ klasik dengan menambahkan laju deteriorasi eksponensial pada persediaan dan membuat suatu model matematika untuk barang-barang yang terdeteriorasi pada persediaan, dia menetapkan bahwa laju deteriorasi adalah konstan [3]. Kemudian dikembangkan oleh Covert dan Philip [1973] dan Tadikamalla dengan menggunakan laju deteriorasi berdistribusi Weibull dan Gamma [1]. Dave dan Pattel [1981] mengembangkan model deteriorasi persediaan yang

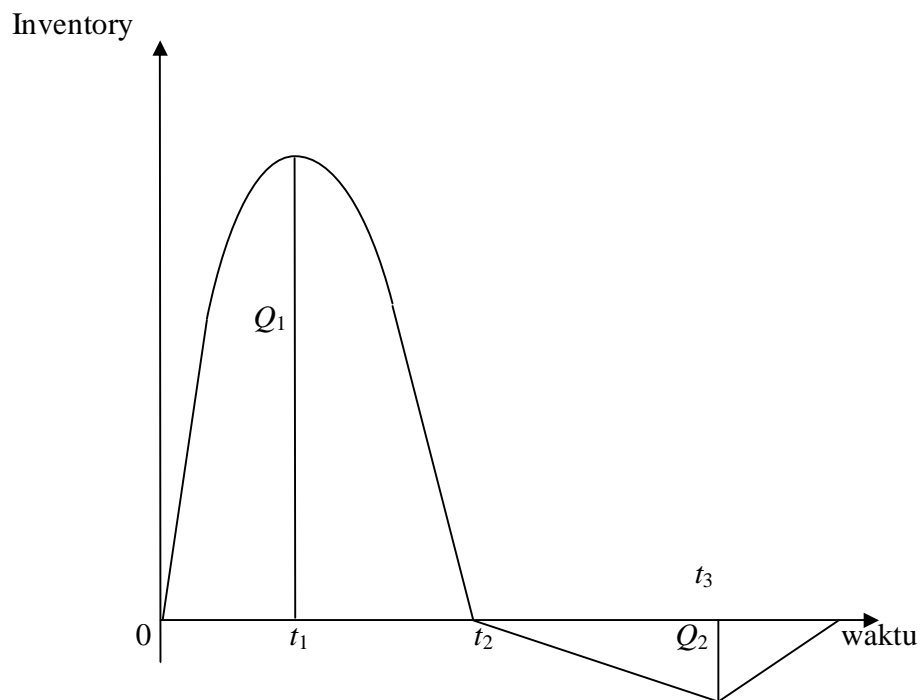
pertama dengan permintaan tren linier [2]. Disini dia menghitung permintaan sebagai fungsi linier dari waktu. Pada semua model ini, laju permintaan dan laju deteriorasi konstan, laju penambahan tidak terbatas dan *shortage* tidak diizinkan.

Pada tugas akhir ini akan dikembangkan model persediaan untuk menghitung total biaya persediaan sistem dengan melibatkan deteriorasi item dan *shortage* di dalamnya. Biaya deteriorasi, biaya tertahannya produk, dan biaya kekurangan stok akan dirumuskan untuk menghitung total biaya persediaan. Dengan membuat turunan pertama dari fungsi total biaya persediaan akan diperoleh tingkat persediaan yang optimal, tingkat *backlog* yang optimal, dan lama satu periode produksi yang optimal sehingga biaya operasional persediaan dapat diminimumkan.

2. PENGEMBANGAN MODEL

Pada model ini diasumsikan produksi dimulai pada saat $t=0$ dengan kelajuan p sambil dilayaninya permintaan dengan kelajuan a dimana laju produksi lebih besar daripada laju permintaan ($p > a$). Pada saat $t=t_1$ produksi dihentikan dan persediaan mencapai level Q_1 tetapi permintaan tetap berjalan sampai pada saat $t=t_3$ menyebabkan persediaan menurun secara bertahap sampai pada saat t_2 persediaan barang habis sehingga terjadi kekurangan stok (*shortage*) sampai pada saat t_3 . Untuk memenuhi permintaan yang tertunda (*backlog*), maka pada saat t_3 produksi dimulai kembali hingga pada saat T sehingga *backlog* terpenuhi dan persediaan kembali ke titik nol. Setelah T siklus produksi kembali berulang.

Model ini digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



2.1 Asumsi dan notasi

Berikut ini adalah asumsi dan notasi yang akan digunakan dalam model yang dikembangkan :

- (i) a adalah laju permintaan tetap
- (ii) p adalah laju produksi tetap
- (iii) C_1 adalah *holding cost* per unit per unit waktu
- (iv) C_2 adalah *shortage cost* per unit per unit waktu
- (v) C_3 adalah harga untuk setiap a unit yang terdeteriorasi
- (vi) C adalah total biaya persediaan atau biaya rata-rata sistem
- (vii) $Q(t)$ adalah tingkat persediaan untuk setiap waktu t (≥ 0)
- (viii) *Replenishment* spontan dan *lead time* nol
- (ix) T adalah ukuran satu siklus produksi
- (x) *Shortage* diizinkan dan terjadi *backlog*
- (xi) θ adalah laju deteriorasi untuk a unit barang per unit waktu

2.2 Model Matematis

Dimisalkan $Q(t)$ adalah tingkat persediaan selama satu periode waktu t ($0 \leq t \leq T$) maka berdasarkan gambar diperoleh rata-rata permintaan untuk setiap waktu t dalam bentuk persamaan differensial sebagai berikut :

$$\frac{dQ(t)}{dt} + \theta Q(t) = p - a, \text{ untuk } 0 \leq t \leq t_1 \quad (1)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} + \theta Q(t) = -a, \text{ untuk } t_1 \leq t \leq t_2 \quad (2)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = -a, \text{ untuk } t_2 \leq t \leq t_3 \quad (3)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = p - a, \text{ untuk } t_3 \leq t \leq T \quad (4)$$

Dengan syarat memiliki batasan sebagai berikut :

$$Q(0) = 0, Q(t_1) = Q_1, Q(t_2) = 0, Q(t_3) = -Q_2, Q(T) = 0 \quad (5)$$

Dengan menggunakan persamaan differensial orde satu $Q(t)$ untuk setiap waktu t sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q(t) &= e^{-\int \theta dt} \left(\int e^{\int \theta dt} (p - a) dt + c \right) \\ &= \frac{1}{\theta} (p - a)(1 - e^{-\theta t}) \quad , \text{ untuk } 0 \leq t \leq t_1 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
Q(t) &= e^{-\int \theta dt} \left(\int e^{\int \theta dt} (-a) dt + c \right) \\
&= -\frac{a}{\theta} + \left(Q_1 + \frac{a}{\theta} \right) \cdot e^{\theta(t-t_2)} \quad , \text{untuk } t_1 \leq t \leq t_2 \quad (7)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q(t) &= \int (-a) dt + c \\
&= (a)(t_2 - t) \quad , \text{untuk } t_2 \leq t \leq t_3 \quad (8)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q(t) &= \int (p - a) dt + c \\
&= (p - a)(t - t_3) - Q_2 \quad , \text{untuk } t_3 \leq t \leq T \quad (9)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (5) dan (6), didapatkan :

$$\begin{aligned}
Q(t) &= Q_1 = \frac{1}{\theta} (p - a)(1 - e^{-\theta t}) \\
e^{-\theta t_1} &= 1 - \frac{\theta Q_1}{(p - a)} \\
t_1 &= \frac{Q_1}{(p - a)} + \frac{\theta Q_1^2}{2(p - a)^2} \quad (10)
\end{aligned}$$

Selanjutnya dari persamaan (5) dan (7), didapatkan :

$$\begin{aligned}
Q(t_2) &= 0 = -\frac{a}{\theta} + \left(Q_1 + \frac{a}{\theta} \right) e^{\theta(t_1-t_2)} \\
e^{\theta(t_1-t_2)} &= \frac{a}{\theta Q_1 + a} \\
t_2 &= \frac{1}{\theta} \log \left[1 + \frac{\theta Q_1}{a} \right] + \frac{1}{\theta} \log \left[1 + \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \left(\frac{\theta Q_1}{(p - a)} \right)^2 \right] \quad (11)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (8), dengan diketahui bahwa $Q(t_3) = -Q_2$ didapatkan :

$$\begin{aligned}
Q(t_3) &= -Q_2 = a(t_2 - t_3) \\
t_3 &= \frac{Q_2}{a} + \frac{1}{\theta} \log \left[1 + \frac{\theta Q_1}{a} \right] + \frac{1}{\theta} \log \left[1 + \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \left(\frac{\theta Q_1}{(p - a)} \right)^2 \right] \quad (12)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (9), dengan $Q(T) = 0$, didapatkan :

$$Q_2 = (p - a)(T - t_3) \quad (13)$$

Selanjutnya akan diperhitungkan biaya-biaya yang terkandung selama satu siklus produksi di atas :

1) Biaya Deteriorasi

Deteriorasi terjadi selama kurun waktu $t=0$ sampai $t=t_2$ dengan besar deteriorasi selama $0 \leq t \leq t_1$ adalah :

$$\begin{aligned} D_T &= \{(p - a)t_1 - Q_1\} + \{Q_1 + a(t_2 - t_1)\} \\ &= \frac{p}{\theta} \log\left\{1 + \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \left(\frac{\theta Q_1}{(p - a)}\right)^2\right\} - \frac{a}{\theta} \log\left\{1 + \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \left(\frac{\theta Q_1}{(p - a)}\right)^2\right\} \\ &\quad - \frac{a}{\theta} \log\left[1 + \frac{\theta Q_1}{a}\right] \\ &= \frac{p}{\theta} \left\{ \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \frac{\theta^2 Q_1^2}{(p - a)^2} - \frac{\theta^2 Q_1^2}{2(p - a)^2} \right\} - \frac{a}{\theta} \left\{ \frac{\theta Q_1}{(p - a)} + \frac{\theta^2 Q_1^2}{(p - a)^2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\theta Q_1}{a} + \frac{\theta^2 Q_1^2}{a(p - a)} - \frac{\theta^2 Q_1^2 p^2}{2a(p - a)^2} \right\} \\ D_T &= \frac{\theta Q_1^2 p}{2a(p - a)} \end{aligned}$$

Sehingga biaya deteriorasi selama siklus $[0, T]$ adalah

$$D_c = \frac{C_3 \theta Q_1^2 p}{2a(p - a)} \quad (14)$$

2) Biaya kekurangan stok (*shortage cost*)

Kekurangan stok terjadi selama kurun waktu $t=t_2$ sampai $t=T$ dengan besar kekurangan stok selama $[t_2, T]$ diberikan :

$$S_T = \int_{t_2}^T \{-Q(t)\} dt$$

$$\begin{aligned}
&= -\int_{t_2}^{t_3} Q(t)dt + \int_{t_3}^T Q(t)dt \\
&= -\int_{t_2}^{t_3} a(t_2 - t)dt + \int_{t_3}^T \{(p - a)(t - t_3) - Q_2\}dt \\
S_T &= \frac{Q_2^2 p}{2a(p - a)}
\end{aligned}$$

Maka biaya kekurangan stok selama $[t_2, T]$ adalah

$$S_c = \frac{C_2 Q_2^2 p}{2a(p - a)} \quad (15)$$

3) Biaya tertahannya persediaan (*holding cost*)

Besar persediaan yang tertahan selama satu siklus produksi $[0, T]$ diberikan oleh

$$\begin{aligned}
H_T &= \int_0^{t_2} (Q(t))dt \\
&= \int_0^{t_1} Q(t)dt + \int_{t_1}^{t_2} Q(t)dt \\
H_T &= \int_0^{t_1} \frac{(p - a)}{\theta} (1 - e^{-\theta t}) dt + \int_{t_1}^{t_2} \left\{ -\frac{a}{\theta} + (Q_1 + \frac{a}{\theta}) e^{\theta(t_2 - t)} \right\} dt
\end{aligned}$$

Pertama-tama akan dihitung besar persediaan yang tertahan untuk waktu $0 \leq t \leq t_1$

$$\begin{aligned}
H_1 &= \int_0^{t_1} \frac{(p - a)}{\theta} (1 - e^{-\theta t}) dt \\
H_1 &= \frac{Q_1^2}{2(p - a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p - a)^2}
\end{aligned}$$

Selanjutnya diperhitungkan besar persediaan yang tertahan untuk waktu $t_1 \leq t \leq t_2$

$$H_2 = \int_{t_1}^{t_2} \left\{ -\frac{a}{\theta} + (Q_1 + \frac{a}{\theta}) e^{\theta(t_2 - t)} \right\} dt$$

$$H_2 = \frac{Q_1^2}{2a}$$

Dengan demikian, didapatkan total besar persediaan yang tertahan untuk siklus $[0, T]$

$$H_T = \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2}$$

Maka biaya untuk persediaan yang tertahan (*holding cost*) adalah

$$H_c = C_1 \left\{ \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2} \right\} \quad (16)$$

Dengan demikian, fungsi dari total biaya persediaan selama satu siklus produksi adalah

$$C(Q_1, Q_2) = \frac{C_1}{T} \left\{ \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2} \right\} + \frac{C_2 Q_2^2 p}{2aT(p-a)} + \frac{C_3 \theta Q_1^2 p}{2aT(p-a)}$$

Selanjutnya dari persamaan (12) dan (13) diketahui

$$Q_2 = \frac{aT(p-a)}{p} - Q_1 - \frac{\theta}{2} Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \quad (17)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (17) ke dalam persamaan (16) maka diperoleh fungsi dari total biaya persediaan sebagai berikut

$$C(Q_1) = \frac{C_1}{T} \left\{ \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2} \right\} + \frac{C_2 p}{2aT(p-a)} \left\{ \frac{aT(p-a)}{p} - Q_1 - \frac{\theta}{2} Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \right\}^2 + \frac{C_3 \theta Q_1^2 p}{2aT(p-a)} \quad (18)$$

2.3 Pemecahan Masalah

Langkah selanjutnya adalah menentukan besar persediaan optimal dan waktu optimal untuk melakukan satu siklus produksi yaitu dengan menentukan turunan pertama dari persamaan (20) terhadap Q_1 bernilai nol.

$$\frac{dC(Q_1)}{dQ_1} = \frac{C_1}{T} \left\{ \frac{Q_1 p}{a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^2}{(p-a)^2} \right\} + \frac{C_2 p}{2aT(p-a)} - 2 \left\{ \frac{aT(p-a)}{p} - Q_1 - \frac{\theta}{2} Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \right\}$$

$$-\frac{\theta}{2}Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \left\{1 + \frac{\theta Q_1(2a-p)}{a(p-a)}\right\} + \frac{C_3 \theta p Q_1}{aT(p-a)} \quad (19)$$

Untuk mendapatkan besar persediaan optimal, ditetapkan bahwa $\frac{dC(Q_1)}{dQ_1} = 0$ maka Q_1 didapatkan dari persamaan (19)

$$\begin{aligned} \frac{C_1}{T} \left\{ \frac{Q_1 p}{a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^2}{(p-a)^2} \right\} + \frac{C_2 p}{2aT(p-a)} - 2 \left\{ \frac{aT(p-a)}{p} - Q_1 - \frac{\theta}{2} Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \right\} \left\{ 1 + \frac{\theta Q_1(2a-p)}{a(p-a)} \right\} + \frac{C_3 \theta p Q_1}{aT(p-a)} = 0 \end{aligned} \quad (20)$$

Dengan beberapa kalkulasi diperoleh tingkat persediaan optimal (Q_1^*) untuk meminimumkan biaya operasional produksi yaitu :

$$Q_1^* = \frac{a(p-a)C_2 T}{p(C_1 + C_2)} \left[1 - \frac{\{C_1 C_2 T(p-a)^2 + C_3 p^2 (C_1 + C_2)\}}{p^2 (C_1 + C_2)^2} \theta \right] \quad (21)$$

Berikutnya akan dicari besar persediaan yang tidak terpenuhi pada saat $t_2 \leq t \leq T$ yaitu sebesar Q_2 dengan mensubstitusikan persamaan (21) ke dalam persamaan (17)

$$\begin{aligned} Q_2^* = \frac{a(p-a)C_1 T}{p(C_1 + C_2)} + \frac{a(p-a)C_2 T}{p(C_1 + C_2)} \left[\frac{\{C_1 C_2 T(p-a)^2 + C_3 p^2 (C_1 + C_2)\}}{p^2 (C_1 + C_2)^2} \right. \\ \left. + \frac{(p-2a)C_2 T}{2p(C_1 + C_2)} \right] \theta \end{aligned} \quad (22)$$

Dan untuk mencari waktu yang optimal untuk satu siklus produksi, digunakan persamaan (3.23) sebagai fungsi terhadap waktu T sehingga fungsi total persediaan menjadi

$$\begin{aligned} C(T) = \frac{C_1}{T} \left\{ \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2} \right\} + \left\{ \frac{C_2 p}{2aT(p-a)} \left\{ \frac{aT(p-a)}{p} - Q_1 - \frac{\theta}{2} Q_1^2 \frac{(2a-p)}{a(p-a)} \right\}^2 + \frac{C_3 \theta Q_1^2 p}{2aT(p-a)} \right\} \end{aligned} \quad (23)$$

Untuk mendapatkan nilai T yang optimal, maka dicari turunan pertama dari persamaan (23) terhadap T bernilai nol.

$$\begin{aligned}
\frac{dC(T)}{dT} = & -\frac{C_1}{T^2} \left\{ \frac{Q_1^2 p}{2a(p-a)} + \frac{\theta Q_1^3}{3(p-a)^2} \right\} + -\frac{C_2 p}{2aT^2(p-a)} \left\{ \frac{a(p-a)T}{p} - Q_1 \right. \\
& + \left. \frac{\theta(p-2a)}{2a(p-a)} Q_1^2 \right\}^2 + \frac{C_2}{T} \left\{ \frac{a(p-a)T}{p} - Q_1 + \frac{\theta(p-2a)}{2a(p-a)} Q_1^2 \right\} \\
& - \frac{C_3 \theta p Q_1^2}{2aT^2(p-a)} \tag{24}
\end{aligned}$$

Diketahui bahwa $\frac{dC(T)}{dT} = 0$, maka T optimal adalah

$$T^* = \frac{pQ_1}{a(p-a)\sqrt{2}} \left[(C_1 + C_2) + \frac{\theta}{3} \left\{ \frac{2}{p} C_1 Q_1 a^2 + 3C_2 Q_1 (2a-p) + 3C_3 a(p-a) \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

3. CONTOH NUMERIK

Dibawah ini dibahas contoh permasalahan dan pemecahan tentang model persediaan sebagai berikut:

Pada model persediaan (P) diketahui :

- Laju deteriorasi (θ) = 0,0004 /unit barang
- Biaya tertahannya produk/*holding cost* (C_1) = \$ 4/unit/hari
- Biaya kekurangan stok/*shortage cost* (C_2) = \$ 20/unit/hari
- Biaya yang disebabkan deteriorasi (C_3) = \$ 40/unit/hari
- Laju produksi (p) = 20 unit/hari
- Laju permintaan (a) = 8 unit/hari
- Lama waktu satu periode (T) = 80 hari

Tentukan tingkat persediaan optimal, tingkat *backlog* optimal, dan total biaya persediaan minimum.

Penyelesaian :

Pertama-tama akan dicari tingkat persediaan awal dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui ke dalam persamaan (3.27) sehingga didapatkan tingkat persediaan awal (Q_1) pada saat t_1 adalah 320,698 unit barang. Kemudian lama waktu t_1 , t_2 , dan t_3 masing-masing diperoleh dari persamaan (3.20), (3.21), dan (3.22) yaitu $t_1 = 26,86$ hari, $t_2 = 44,13$ hari, dan $t_3 = 52,15$ hari. Dan jumlah permintaan yang tertunda (Q_2) pada saat t_3 didapatkan dengan memasukkan nilai Q_1 ke dalam persamaan (3.28) dan diperoleh $Q_2 = 64,159$ unit barang.

Setelah didapatkan nilai Q_1 dan Q_2 , maka dapat dicari total biaya persediaan selama satu periode menggunakan persamaan (3.27) dan didapat total biaya persediaan $C(Q_1, Q_2) = \$ 757,9004$.

Yang menjadi inti permasalahan adalah meminimumkan total biaya persediaan. Maka pemecahan masalahnya adalah dengan terlebih dahulu mencari tingkat persediaan yang optimal (Q_1^*) dan juga jumlah *backlog* yang optimal (Q_2^*) dengan memasukkan nilai-nilai yang diketahui pada soal ke dalam persamaan (3.34) dan (3.35) sehingga diperoleh nilai $Q_1^* = 319,2747$ unit barang dan $Q_2^* = 65,5748$ unit barang. Setelah didapatkan nilai Q_1 dan Q_2 yang optimal, maka total biaya minimum dapat dihitung dengan kembali menggunakan persamaan (3.27) dan didapat total biaya persediaan yang minimum selama satu periode adalah $C(Q_1, Q_2) = \$ 646,529$.

3.1 Analisa Sensitifitas

Selanjutnya akan dilihat pengaruh perubahan setiap parameter yang digunakan terhadap tingkat persediaan, *backlog*, dan total biaya.

Tabel 1. Pengaruh parameter θ terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan θ	θ (/unit)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	0,0002	319,456	65,184	646,2287
-50%	0,0003	319,6373	64,78933	645,9259
+50%	0,0005	318,912	66,368	647,1241
+25%	0,0006	319,0933	65,9733	646,8278

Dari Table 1. Terlihat bahwa apabila laju kerusakan barang semakin rendah maka tingkat persediaan barang akan semakin tinggi akan tetapi *backlog* dan total biaya akan semakin turun. Dan sebaliknya, apabila laju kerusakan semakin tinggi, maka tingkat persediaan akan semakin rendah akan tetapi *backlog* dan total biaya akan semakin tinggi.

Tabel 2. Pengaruh parameter C_1 terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan C_1	C_1 (\$/unit/hari)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	3	333,2445	51,68469	549,3755
-50%	2	348,5047	36,51087	431,7811
+50%	6	294,5988	90,12831	793,5984
+25%	5	306,4372	78,34927	726,9546

Dari Tabel 2. Terlihat bahwa apabila biaya *holding* semakin rendah maka tingkat persediaan akan semakin banyak dan tingkat *backlog* semakin rendah dan biaya akan semakin turun. Dan sebaliknya apabila biaya *holding* semakin tinggi maka tingkat persediaan akan semakin rendah dan tingkat *backlog* akan semakin tinggi dan biaya akan semakin naik.

Tabel 3. Pengaruh parameter C_2 terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan C_2	C_2 (\$/unit/hari)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	15	302,3222	82,44372	563,2036
-50%	10	273,3274	111,2995	447,5955
+50%	30	338,2589	46,69778	768,0792
+25%	25	330,3984	54,51481	712,4775

Dari Tabel 3. Terlihat bahwa semakin rendah biaya *shortage* maka tingkat persediaan dan total biaya akan semakin turun akan tetapi tingkat *backlog* akan semakin naik. Dan sebaliknya, apabila biaya *shortage* semakin tinggi maka tingkat persediaan dan total biaya juga akan semakin naik akan tetapi tingkat *backlog* akan semakin turun.

Tabel 4. Pengaruh parameter C_3 terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan C_3	C_3 (\$/unit/hari)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	30	319,328	65,52533	646,1771
-50%	20	319,3813	65,472	645,8245
+50%	60	319,168	65,68533	647,2328
+25%	50	319,2213	65,632	646,8812

Dari Tabel 4. Terlihat bahwa apabila biaya deteriorasi semakin rendah maka tingkat persediaan akan semakin naik akan tetapi tingkat *backlog* dan total biaya akan semakin turun. Dan sebaliknya, apabila biaya deteriorasi semakin tinggi maka tingkat persediaan akan semakin turun akan tetapi tingkat *backlog* dan total biaya akan semakin naik.

Tabel 5. Pengaruh parameter p terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan p	p (unit/hari)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	15	248,4821	49,4821	561,1761
-50%	10	105,5766	20,57007	516,1469
+50%	30	389,9156	81,85135	742,9013
+25%	25	361,6796	75,26123	703,461

Dari Tabel 5. Terlihat bahwa apabila laju produksi diturunkan maka tingkat persediaan, tingkat *backlog*, dan total biaya akan turun. Dan sebaliknya, apabila laju produksi dinaikkan maka tingkat persediaan, tingkat *backlog*, dan total biaya juga akan naik.

Tabel 6. Pengaruh parameter a terhadap Q_1^* , Q_2^* , dan C^* .

% perubahan a	a (unit/hari)	Q_1^* (\$)	Q_2^* (\$)	C^* (\$)
-25%	6	279,2036	58,28978	594,5898
-50%	4	212,5843	45,12237	522,6965
+50%	12	319,5591	63,58756	649,372
+25%	10	332,7407	67,25926	665,7537

Dari Tabel 6. Terlihat bahwa apabila laju permintaan semakin rendah maka tingkat persediaan, tingkat *backlog*, dan total biaya akan turun. Dan sebaliknya, apabila laju permintaan naik maka tingkat persediaan, tingkat *backlog*, dan total biaya juga akan naik.

Dari pembahasan model persediaan di atas didapatkan bahwa kerusakan barang mempengaruhi jumlah persediaan maka dengan memasukkan nilai deteriorasi ke dalam tingkat persediaan optimal maka dapat diminimumkan total biaya persediaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Covert, R.P., dan Philip, G.C. 1973. An EOQ model for items with Weibull distribution deterioration. *AIEE Transaction*. 5,323-326.
- [2] Dave, U., dan Patel, L.K. 1981. (T,Si) policy inventory model for deteriorating items with time proportional demand. *Journal of the Operational Research Society*. 32,137-142.
- [3] Ghare, P.M., dan Schrader, G.P. 1963. A model for exponentially decaying inventories. 14,238-243.
- [4] Moon. *et, al.* 2005. Economic Order Quantity Model for Ameliorating/Deteriorating Items Under Inflation And Time Discounting. *European Journal of Operational Research*. 162, 773-785.
- [5] Subagyo, Pangestu & Asri, Marwan & Handoko, T.Hani. 2000. Dasar-dasar Operations Research. *Edisi ke-2*. BPFE-Yogyakarta. 316 halaman.
- [6] Taha, A. Hamdy. 1996. Operation Research : *An Introduction. Fifth Edition*. Prentice-Hall International Edition.
- [7] Whitin, T.M. 1957. *Theory of Inventory Management*, Princeton University Press, Princeton, NJ.