Jurnal Matematika Murni dan Terapan "εpsilon"
http://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/epsilon
p-ISSN: 1978-4422 | e-ISSN 2656-7660
Vol.14 No.2 (Desember 2020) Hal. 71-80

MODEL PERSEDIAAN YANG MENGALAMI KERUSAKAN DAN PARSIAL *BACKLOGGING* PADA KEKURANGAN DENGAN TINGKAT PERMINTAAN YANG BERVARIASI

Kasim Alfarisi, Pardi Affandi, Aprida Siska Lestia
Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia
Jl. A. Yani KM. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan
Email: kasimalfarisi1998@gmail.com

ABSTRACT

Inventory is a reserve of goods that is managed by each company to meet customer demand. Partial backlogging occurs when inventory becomes vacant but demand is still there, as a result only some customers are willing to wait until the goods are available. Customer demand for goods varies considerably because it is influenced by weather factors, location, and others. The purpose of this study is to form an inventory model based on the assumption of problems that are damaged and partial backlogging. The inventory model will last for a period which are divided into several cycles. This model only applies to one type of goods and applies to finished goods companies. In addition, this model also takes into account the number of cycles used in the example problem. The results of this research are in the form of an equation to determine the time to replenish the supplies and the maximum total profit. The maximum total profit is obtained from the difference between the amount of sales proceeds with the total cost by using the correct time to fill in the inventory. The advantage of this model is that in addition to being valid for a long period of time, it can also maximize profits by calculating the optimal point of replenishing goods.

Keyword: Inventory, Partial Backlogging, Varying Demand

ABSTRAK

Persediaan merupakan cadangan barang yang dikelola oleh setiap perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Parsial *backlogging* terjadi saat persediaan mengalami kekosongan namun permintaan masih ada, akibatnya hanya sebagian pelanggan yang bersedia menunggu sampai barang tersebut tersedia. Permintaan pelanggan terhadap barang cukup bervariasi karena dipengaruhi oleh faktor cuaca, tempat lokasi dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini membentuk model persediaan berdasarkan asumsi permasalahan yang mengalami kerusakan dan parsial *backlogging*. Pada model persediaan akan berlangsung selama satu periode yang terbagi menjadi beberapa siklus. Model ini hanya berlaku untuk satu jenis barang dan berlaku untuk perusahaan barang jadi. Selain itu, model ini juga memperhitungkan banyak siklus yang digunakan pada contoh soal. Hasil dari penelitian ini berupa persamaan untuk menentukan waktu pengisian kembali persediaan dan total keuntungan yang maksimal. Total keuntungan yang maksimal diperoleh dari selisih jumlah hasil penjualan dengan total biaya dengan menggunakan waktu pengisian barang persediaan yang tepat. Keutamaan model ini selain berlaku dalam jangka waktu yang panjang juga dapat memaksimalkan keuntungan dengan memperhitungkan titik optimal pengisian barang kembali.

Kata Kunci: Persediaan, Parsial *Backlogging,* Tingkat Permintaan Bervariasi.

1. LATARBELAKANG

Persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan dan akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu. Setiap perusahaan yang melakukan kegiatan usaha umumnya memiliki persediaan. Untuk merumuskan model persediaan terdapat dua faktor yang mempengaruhi yaitu, barang yang mengalami kerusakan sehingga barang tersebut tidak memiliki nilai jual dan tingkat permintaan pasar yang bervariasi karena dipengaruhi waktu [1]. Banyak produk mengalami periode peningkatan permintaan selama fase pertumbuhan selama 1 siklus berjalan. Di sisi lain, usia persediaan memiliki dampak negatif pada permintaan karena mengurangi minat pelanggan pada kualitas produk tersebut. Oleh karena itu, tingkat permintaan yang bervariasi lebih efektif dan cocok untuk digunakan karena pada kenyataannya banyak faktor yang mempengaruhi tingkat permintaan seiring berjalannya waktu dibandingkan dengan tingkat permintaan konstan.[2].

Pada kenyataannya, beberapa produk memburuk terus-menerus karena penguapan, keusangan, pembusukan, dan lainnya. Model persediaan dengan kerusakan pada barang menyebabkan kemerosotan barang secara eksponensial. Karakteristik ini menunjukan bahwa permintaan yang tidak terpenuhi (karena kekurangan) mengakibatkan terjadinya penawaran kembali. Meskipun demikian, beberapa pelanggan tidak akan menunggu untuk barang jika ada antrian yang panjang. Akibatnya, hanya beberapa pelanggan yang tetap memesan sampai barang tersebut tersedia (parsial *backlogging)* [8].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Titik Kritis

Suatu titik kritis dalam [7] dapat dinyatakan sebagai berikut:

Teorema 1

Misalkan f didefinisikan pada suatu selang H yang memuat suatu titik k. Apabila $f(k)$ adalah titik ekstrim, maka haruslah suatu titik kritis, artinya k harus berupa salah satu dari 3 kondisi yaitu sebagai berikut:

(i) Titik ujung dari H

(ii) Titik stasioner dari $f'(k) = 0$; atau

(iii) Titik singular dari $f'(k)$.

2.2. Maksimum dan Minimum

Menurut [10], nilai maksimum dan minimum lokal pada suatu fungsi dapat dilihat dari teorema sebagai berikut:

Teorema 2

Misalkan f' dan f" ada pada setiap titik interval terbuka (a,b) yang memuat titik c, dan misalkan $f'(c) = 0$

i. *Jika* $f''(c) < 0$ *maka* $f(c)$ *adalah nilai maksimum lokal* f.
ii. *Jika* $f''(c) > 0$, *maka* $f(c)$ *adalah nilai minimum lokal* f.

2.3. Persamaan Diferensial Biasa

Faktor integrasi adalah suatu faktor pengali yang menjadikan suatu persamaan diferensial yang tidak eksak menjadi persamaan diferensial eksak. Menurut [11] Faktor integrasi dinyatakan dalam definisi berikut:

Definisi 3
Jika diberikan persamaan diferensial

$$M(x,y)dx + N(x,y)dy = 0 \tag{1}$$

dengan $\frac{\partial M(x,y)}{\partial y} \neq \frac{\partial N(x,y)}{\partial x}$, *maka Persamaan (1) merupakan persamaan diferensial tidak eksak pada domain D. Tetapi jika diberikan* $\mu(x,y)$ *pada Persamaan (2) sehingga menjadi*

$$\mu(x,y)M(x,y)dx + \mu(x,y)N(x,y)dy = 0 \tag{2}$$

dengan $\frac{\mu(x,y)M(x,y)}{dy} = \frac{\mu(x,y)N(x,y)}{dx}$, *maka Persamaan (2) merupakan persamaan diferensial eksak dengan* $\mu(x,y)$ *sebagai faktor integrasinya.*

2.4 Jumlah Pengisian Ulang Persediaan

Secara umum, untuk menghitung jumlah pengisian ulang persediaan atau jumlah siklus disetiap 1 periode yaitu mulai dari $(n^* = 1)$ $(n^* = 2)$, dan seterusnya, tentu kurang efektif untuk digunakan. [7] membuat suatu persamaan alternatif untuk menghitung jumlah pengisian ulang persediaan yaitu:

$$n^* = \left\{\frac{c_1 c_2 Q(H)H}{[2c_3(c_1+c_2)]}\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

dengan:
n^* = Jumlah pengisian ulang persediaan
c_1 = Biaya penyimpanan persediaan per siklus
c_2 = Total biaya saat terjadinya kekosongan persediaan per siklus

c_3 = Biaya pembelian tetap per siklus
$Q(H)$ = Jumlah permintaan pelanggan dalam 1 periode
H = Batas interval model persediaan.

2.5 Total Biaya Persediaan

Menurut [8] total biaya persediaan adalah biaya yang muncul akibat adanya pengadaan persediaan, penyimpanan hingga persediaan tersebut keluar (dijual atau digunakan) perusahaan. Adapun jenis biaya persediaan diantaranya: biaya pembelian barang (P_i), biaya penyimpanan barang $(c_h I_i)$, biaya *backlogging* $(c_s S_i)$ dan biaya penjualan yang hilang $c_g L_i$. Dari penjelasan di atas, diperoleh total biaya persediaan:

$$TC = \sum_{i=1}^{n}(P_i + c_h I_i + c_s S_i + c_g L_i), \qquad i = 1,2,3,\dots,n. \tag{4}$$

3. METODE PENELITIAN

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Menjelaskan pembentukan model awal persediaan yang mengalami kerusakan dengan perubahan tingkat permintaan dan *backlogging* parsial.
2) Menentukan persamaan untuk membentuk model persediaan yang mengalami kerusakan dengan perubahan tingkat permintaan dan parsial *backlogging* dan menyelediki solusi analitik dalam interval $[0, H]$.
3) Menentukan total keuntungan dan total biaya dari model persediaan dengan 1 periode.
4) Menentukan keuntungan maksimal pada model persediaan yang mengalami kerusakan dan parsial *backlogging*.
5) Mengaplikasikan model persediaan ke dalam contoh nyata dan melakukan analisis sensitivitas pada solusi model persediaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Model Persediaan yang Mengalami Kerusakan dan Parsial *Backlogging*

Model persediaan yang mengalami kerusakaan dan parsial *backlogging* akan terbagi menjadi 2 kondisi: yang pertama, perusahaan membeli barang jadi dan dijual dengan kondisi barang tersebut di simpan dalam jangka waktu tertentu yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada barang (θ). Kondisi yang kedua, perusahaan mengalami kekosongan persediaan sedangkan permintaan barang masih ada, akibatnya terjadi kehilangan penjualan *(lost sales)* dan selama proses ini terdapat tingkat kehilangan penjualan akibat kekosongan persediaan (*parsial backlogging).*

Ada beberapa asumsi yang digunakan dalam pembentukan model persediaan yang mengalami kerusakan, yaitu sebagai berikut:

1. Kondisi awal untuk jumlah persediaan barang sebesar 0.
2. Model ini hanya berlaku untuk satu jenis barang yang sama dan merupakan barang jadi.

3. Tingkat kerusakan barang persediaan besarnya konstan dan dinyatakan sebagai θ dengan syarat $0 < \theta < 1$.

Secara umum interval $[s_{i-1}, s_i)$ menyatakan siklus ke-i dengan $i = 1, 2,3, \dots, n$ dan gabungan dari semua siklus yang terjadi membentuk 1 periode model persediaan dengan interval $[0, H]$. Pada 1 siklus dibagi menjadi 2 kondisi, yaitu: saat kondisi persediaan mencapai titik nol atau mengalami kekosongan dan adanya *backorder* serta kondisi persediaan mengalami kerusakan dan persediaan akan diisi kembali pada saat $t = t_i$ atau pada titik t_i. Laju perubahan barang persediaan pada saat mengalami kekosongan dipengaruhi oleh tingkat permintaan, *backlogging*. Sedangkan laju perubahan barang persediaan pada saat persediaan sudah diisi kembali akan dipengaruhi oleh tingkat permintaan dan kerusakan pada barang. Dari penjelasan di atas, waktu dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\frac{dI(t)}{dt} = -f(t) - \theta I(t) \qquad , t_i \leq t < s_i \tag{5}$$

dengan syarat awal $I(s_i) = 0$ dan $i = 1,2,3, \dots, n$.

$$\frac{dI(t)}{dt} = -D(t) = -f(t) - \delta I(t) \qquad , s_{i-1} \leq t < t_i \tag{6}$$

dengan syarat awal $I(s_{i-1}) = 0$ dan $i = 1,2,3, \dots, n$

Persediaan barang memiliki beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi Akan tetapi ada kondisi gudang yang memiliki tingkat permintaan yang tinggi mengakibatkan barang tidak mengalami kerusakan. Jadi dapat dimodelkan dalam persamaan diferensial, yaitu :

$$\frac{dI(t)}{dt} = -f(t) \qquad \text{dengan } t_i < t < s_i \tag{7}$$

Pada kondisi persediaan barang mengalami kekosongan dengan tingkat permintaan yang sama, maka terjadi penumpukan pemesanan. Akan tetapi, pelanggan pelanggan tidak selalu bersedia menunggu, akibatnya laju perubahan barang hanya dipengaruhi tingkat persediaan atau dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{dI(t)}{dt} = -f(t) \qquad \text{dengan } s_{i-1} < t < t_i \tag{8}$$

4.2 Solusi Model Persediaan yang Mengalami Kerusakan dengan Perubahan Tingkat Permintaan dan Parsial *Backlogging*

Pada Persamaan (5) sampai dengan (8) diperoleh model awal dan dengan menggunakan faktor integrasi (Definisi 3) dan integral tentu diperoleh solusi dari persamaan (5) sampai dengan (8), sebagai berikut:

a) $I(t_i) = \int_{t_i}^{s_i} e^{\theta(t-t_i)} f(t)dt$ dengan $t_i \leq t < s_i$ (9)

b) $I(t_i) = -\int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)} f(t)dt$ dengan $s_{i-1} \leq t < t_i$ (10)

c) $I(t_i) = \int_{t_i}^{s_i} f(t)dt$ dengan $t_i \leq t < s_i$ (11)

d) $I(t_i) = -\int_{s_{i-1}}^{t_i} f(t)dt$ dengan $s_{i-1} \leq t < t_i$ (12)

Jumlah persediaan yang dipengaruhi waktu pada siklus ke- i

$$I_i = \frac{1}{\theta}\int_{t_i}^{s_i}[e^{\theta(t-t_i)} - 1]\, f(t)dt \tag{13}$$

Jumlah *backorder* yang dipengaruhi waktu pada siklus ke-i

$$S_i = \frac{1}{\delta}\int_{s_{i-1}}^{t_i}[1 - e^{-\delta(t_i-t)}]f(t)dt \tag{14}$$

Kuantitas kehilangan penjualan pada saat persediaan mengalami kekosongan

$$L_i = \int_{s_{i-1}}^{t_i}[1 - e^{-\delta(t_i-t)}]f(t)dt \tag{15}$$

Kuantitas pemesanan barang pada siklus ke $\boldsymbol{i}$

$$Q_i = \int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt + \int_{t_i}^{s_i} e^{\theta(t-t_i)}\, f(t)dt \tag{16}$$

Kuantitas pembelian barang persediaan pada siklus ke i

$$P_i = c_f + c_v[\int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt + \int_{t_i}^{s_i} e^{\theta(t-t_i)}\, f(t)dt\,] \tag{17}$$

Jumlah penjualan barang pada siklus ke i

$$R_i = \int_{t_i}^{s_i} f(t)dt + \int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt \tag{18}$$

4.3. Total Biaya dan Total Keuntungan pada Persediaan

4.3.1. Total biaya pada persediaan selama 1 periode

Adapun biaya-biaya yang diperhitungkan pada penelitian ini di antaranya: biaya pembelian barang (P_i), biaya penyimpanan barang $(c_h I_i)$, biaya *backlogging* $(c_s S_i)$ dan biaya pembelian serta keuntungan pada penjualan yang hilang $(c_g L_i)$. Selanjutnya, diperoleh total biaya (TC) selama 1 periode:

$$\begin{aligned} TC(n,\{s_i\},\{t_i\}) = \; & nc_f + c_v \sum_{i=1}^{n}\left[\int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt + \int_{t_i}^{s_i} e^{\theta(t-t_i)}\, f(t)dt\right] \\ & + \frac{c_h+c_v\theta}{\theta}\sum_{i=1}^{n}\int_{t_i}^{s_i}[e^{\theta(t-t_i)} - 1]\, f(t)dt \\ & + \frac{c_s+\delta c_g}{\delta}\sum_{i=1}^{n}\int_{s_{i-1}}^{t_i}[1 - e^{-\delta(t_i-t)}]f(t)dt \end{aligned} \tag{19}$$

4.3.2. Total keuntungan selama 1 periode

Total keuntungan (TP) diperoleh dari jumlah hasil penjualan (pR_i) dikurangkan dengan total biaya (TC) dan diakumulasikan dari beberapa siklus sehingga diperoleh total keutungan selama 1 periode atau dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TP(n,\{s_i\},\{t_i\}) = \; & (p - c_v)\sum_{i=1}^{n}[\int_{s_{i-1}}^{t_i} e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt + \int_{t_i}^{s_i} f(t)dt] - nc_f - \\ & \frac{c_h+c_v\theta}{\theta}\sum_{i=1}^{n}\int_{t_i}^{s_i}[e^{\theta(t-t_i)} - 1]\, f(t)dt - \end{aligned}$$

$$\frac{c_s\delta c_g}{\delta}\sum_{i=1}^{n}\int_{s_{i-1}}^{t_i}[1-e^{-\delta(t_i-t)}]f(t)dt \tag{20}$$

Selanjutnya akan dicari waktu pengisian ulang barang dan titik kritis (Teorema 1), dengan menggunakan turunan pertama dari total keuntungan per siklus terhadap s_i dan t_i. Dengan menggunakan definisi turunan, turunan pertama total keutungan per siklus terhadap s_i dan t_i, diperoleh persamaan yang akan digunakan untuk menghitung nilai s_i dan t_i yaitu:

$$\frac{\partial TP(\{s_i\},\{t_i\}|n)}{\partial s_i}=(p-c_v)\left[f(s_i)-e^{-\delta(t_i-s_{i-1}}f(s_{i-1})\right]-$$

$$\frac{c_h+c_v\theta}{\theta}\left[e^{\theta(s_i-t_i)}1\right]f(s_i)]+$$

$$\frac{c_s+\delta c_g}{\delta}\left[1-e^{-\delta(t_i-s_{i-1})}\right]f(s_{i-1}) \tag{21}$$

$$\frac{\partial TP\left(\{s_i\},\{t_i\}\middle|n\right)}{\partial t_i}=\ (c_h+\theta c_v)\int_{t_i}^{s_i}e^{\theta(t-t_i)}f(t)dt-\left[c_s+\delta\left(p-c_v+c_g\right)\right]$$

$$\int_{s_{i-1}}^{t_i}e^{-\delta(t_i-t)}f(t) \tag{22}$$

Selanjutnya menggunakan Teorema 2, ditentukan turunan kedua pada fungsi total keuntungan terhadap t_i dan s_i yaitu:

$$\frac{\partial^2 TP}{\partial t_i^2}=\ -(c_h+c_v\theta)[\theta\int_{t_i}^{s_i}e^{\theta(t-t_i)}f(t)dt]$$

$$+\,[c_s+\delta\left(p-c_v+c_g\right)][\delta\int_{s_{i-1}}^{t_i}e^{-\delta(t_i-t)}f(t)dt] \tag{23}$$

$$\frac{\partial^2 TP}{\partial s_i^2}=-(c_h+c_v\theta)e^{\theta(s_i-t_i)}f(s_i)\ -\left(\frac{c_s}{\delta}+p-c_v+c_g\right)e^{-\delta(t_{i+1}-s_i)}f(s_i) \tag{24}$$

Total keuntungan pada setiap periode diperoleh dari jumlah keuntungan di setiap siklus, di mana dalam hal ini terdapat n siklus untuk 1 periode. Jumlah pengisian ulang persediaan atau jumlah siklus disetiap 1 periode yaitu mulai dari $(n^*=1)$ $(n^*=2)$, dan seterusnya, tentu kurang efektif untuk digunakan. Maka dari itu, Ddengan menggunakan Persamaan (4) dibuatlah persamaan alternatif untuk menghitung jumlah pengisian ulang persediaan yaitu:

$$n^*=\ \sqrt{\frac{(c_h+c_v\theta)[\{c_s+[\left(1-e^{-\delta}\right)\left(p-c_v+c_g\right)]\}Q(H)H}{2c_f[c_h+c_v\theta+e^{-\delta}c_s+\left(1-e^{-\delta}\right)\left(p-c_v+c_g\right)]}} \tag{25}$$

dengan nilai $Q(H)=\int_0^H f(t)dt$.

Selanjutnya, untuk mempermudah memahami tata cara perhitungan, disajikan algoritma [8] untuk menyelesaikan permasalahan pada contoh soal berikut

Contoh Soal

1. Diketahui: $p = \$500$ per unit, $c_f = \$250$ per unit , $c_h = \$40$ per siklus ,$c_v = \$200$ per siklus, $c_g = \$120$ per siklus, c_s \$80 per siklus dengan $f(t) = 50 + 3t$, tingkat kerusakan $\theta = 8\%$ dan tingkat pemesanan kembali 50% berlaku selama 4 tahun.
Langkah pertama menghitung nilai n^* dengan menggunakan Persamaan (25) didapatkan $n^* = 8$. Langkah kedua, menentukan $TP(8)$ dan $TP(7)$, dengan menggunakan persamaan (20) diperoleh $TP(8) = 62314{,}3$ dan $TP(7) = 62267{,}4$. Langkah yang ketiga, maka proses selanjutnya akan dihitung $TP(n+1)^*$ dan seterusnya. Nilai $TP(9) = 62388{,}9$, $TP(10) = 62397{,}9$ dan $TP(11) = 62359{,}3$. Pada $TP(11)$ proses dihentikan. Dikarenakan nilai

Langkah ke- 1	:	Masukkan nilai yang sudah diketahui untuk mendapatkan nilai n^* dan $(n-1)^*$ pada Persamaan (25) serta hitung nilai $\{t_i\}$ Persamaan (22) dan $\{s_i\}$ Persamaan (21) untuk menentukan nilai yang optimal.
Langkah ke- 2	:	Hitung nilai $TP(n^*)$ dan $TP(n-1)^*$.
Langkah ke- 3	:	Jika $TP(n^*) \leq TP(n-1)^*$ maka selanjutnya hitung $TP(n-2)^*$, $TP(n-3)^*, \ldots$, dan seterusnya sampai $TP(k) > TP(k-1)$. Jadi diperoleh nilai n, dengan k merupakan nilai n yang optimal. Akan tetapi, jika $TP(n^*) \geq TP(n-1)^*$ maka selanjutnya hitung $TP(n+1)^*$, $TP(n+2)^*, \ldots$, dan seterusnya sampai $TP(k) > TP(k+1)$. Jadi diperoleh nilai n, dengan k merupakan nilai n yang optimal.

$TP(10)$ merupakan nilai terbesar, akibatnya banyak pengisian ulang atau siklus yang digunakan sebanyak 10 kali dengan total keuntungan \$62397,9 dalam jangka waktu 4 tahun.

2. Diketahui: $p = \$500$ per unit, $c_f = \$250$ per unit , $c_h = \$40$ per siklus ,$c_v = \$200$ per siklus, $c_g = \$120$ per siklus, c_s \$80 per siklus dengan $f(t) = 500e^{-0{,}98t}$, tingkat kerusakan $\theta = 8\%$ dan tingkat pemesanan kembali 100% berlaku selama 4 tahun.
Langkah pertama menghitung nilai n^* dengan menggunakan Persamaan (25) didapatkan $n^* = 13$. Langkah kedua, menentukan $TP(13)$ dan $TP(12)$, dengan menggunakan persamaan (20) diperoleh $TP(13) = 143734{,}6$ dan $TP(12) = 143741{,}7$. Langkah yang ketiga, maka proses selanjutnya akan dihitung $TP(n-1)^*$ dan seterusnya. Nilai $TP(11) = 143706{,}6$. Pada $TP(11)$ proses dihentikan. Dikarenakan nilai $TP(12)$ merupakan nilai terbesar,

akibatnya banyak pengisian ulang atau siklus yang digunakan sebanyak 12 kali dengan total keuntungan $\$143741{,}7$ dalam jangka waktu 4 tahun.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui akibat dari perubahan suatu parameter dengan mempertahankan parameter yang lain. Pada solusi optimal model dengan parameter utama, seperti $\theta, \delta, c_f, p, c_v, c_h, c_s$ dan c_g dengan mengubah masing-masing dari parameter sebesar $-50\%, -25\%, +25\%$ dan $+50\%$, mengambil satu parameter pada satu waktu dan parameter yang tersisa tidak berubah. Jadi dari hasil analisis sensitivitas pada parameter terhadap total keuntungan, dapat disimpulkan bahwa untuk contoh soal perubahan nilai parameter p paling berpengaruh terhadap total keuntungan.

5. KESIMPULAN

Model persediaan ini akan berkurang seiring berjalannya waktu. Model ini diawali pada saat persediaan bernilai 0 dan berlangsung selama 1 periode yang terdiri dari beberapa siklus. Di setiap siklusnya terdiri dari 2 kondisi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa solusi dari model persediaan, persamaan untuk menentukan waktu pengisian kembali barang persediaan, persamaan total keuntungan serta hasil analisis sensitivitas.

REFERENSI

[1] Affandi, P. 2018. Optimal Control Inventory Stochastic with Production Deteriorating. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1-7.

[2] Affandi, P. 2019. *Buku Ajar Riset Operasi*, IRDH, Malang.

[2] Begum, R., Sahu, S.K., & Sahoo, R.R. 2010. An EOQ Model for Deterioration Items with Weibull Distribution Deterioration, Unit Production Cost with Quadratic Demand and Shortages, *Applied Mathematical Science*, Vol.4, 271-288.

[3] Benhadid, Y, Tadj, L & Bounkhel, M. 2008. Optimal Control of Production Inventory Systems with Deteriorating Items and Dynamic Costs. *Applied Mathematics E-Notes*, 8. ISSN: 1607-2510.

[4] Finizio, N & G. Ladas. 1998. *Persamaan Diferensial Biasa dengan Penerapan Modern*, Edisi Kedua, Terjemahan Widiarti Santoso, Jakarta, Erlangga.

[5] Goyal, S. K & Giri, B. C. 2000. Recent Trends in Modeling of Deteriorating Inventory. *European Journal of Operation Research* 134, 1-16.

[6] Inka, Chella Angela. 2017. Analisis Sensitivitas Model Black-Litterman Pada Portofolio Reksa Dana. *Jurnal Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta*. 6(40):59-65.

[7] J. T. Teng. 1996. A Deterministic Replenishment Model with Linier Trend in Demand. *Operations Research Letters* 19, 33-41.

[8] Limansyah, T. 2011. Analisis Model Persediaan Barang EOQ dengan Mempertimbangan Faktor Kadaluarsa dan Faktor All Unit Discount. J*urnal Teknik Industri*. 3(2): 2337-3539.

[9] Rangarajan, R & Karthikeyan, K. 2015. Analysis of an EOQ Inventory Model for Deteriorating Items with Different Demand Rates. *Applied Mathematical Sciences*, Vol.9, no. 46, 2255-2264.

[10] Purcell, E. J & Varberg, D. 1999. *Kalkulus*, Edisi 8 Jilid 1, Erlangga Ciracas, 93-143.

[11] Ross, S. L. 1984. *Differential Equation Third Edition*. New York, John Wiley & Sons.

[12] Yuan, D. C, Jinh. H. C & Tsair. J. T. 2004. A Deteriorating Inventory Model with Time Varying Demand and Shortage Dependent Partial Backlogging. *European Journal of Operational Research*, 417-429.