

# Model Matematika Produksi Persediaan Dengan Adanya Kerusakan Barang Dan Mempertimbangkan Pengurangan Harga Serta Penundaan Pembayaran

Desi Triana Putri<sup>1</sup>, Muhammad Subhan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

## Article Info

### Article history:

Received August 08, 2022

Revised October 24, 2022

Accepted March 20, 2023

### Keywords:

EPQ

Deteriorating item

Price discount

Delay in payment

### Kata Kunci:

EPQ

Kerusakan barang

Pengurangan harga

Penundaan pembayaran

## ABSTRACT

The problem about total cost of inventory that is not optimal in a company that produces its own item is something that happen and important to complete. The problem occur because the inventory control applied by the company is not effective. Deteriorating item and allowing price discount are thing that cause the total cost of inventory is not optimal. In generally, payment that made after the item are received by the customer. However the company allowing delay in payment. The purpose of this study is to form a mathematical modelling about total cost inventory is not optimal at company with deteriorating item, price discount and delay in payment. The result of this study are a model of inventory with deteriorating item. The equation for the total cost of inventory obtained by the excistence payment delay period of replenishment item incur interest cost which cause the total cost of inventory to be greater.

## ABSTRAK

Permasalahan mengenai total biaya persediaan yang belum optimal pada suatu perusahaan yang memproduksi barang sendiri merupakan hal yang penting untuk diselesaikan. Permasalahan ini disebabkan karena pengendalian persediaan yang diterapkan oleh suatu perusahaan belum efektif. Kerusakan pada barang persediaan dan pemberian pengurangan harga pada barang yang rusak tersebut merupakan hal yang menyebabkan total biaya persediaan menjadi tidak optimal. Pada umumnya pembayaran dilakukan setelah barang diterima oleh pelanggan. Akan tetapi perusahaan memberikan suatu keringanan berupa penundaan pembayaran.. Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk model matematika dan menginterpretasikan model dari produksi persediaan dengan kerusakan barang yang mempertimbangkan pengurangan harga dan penundaan pembayaran. Hasil dari penelitian ini berupa model jumlah persediaan dengan adanya kerusakan barang. Persamaan total biaya yang diperoleh dengan periode penundaan pembayaran yang lebih singkat dari periode pengisian barang akan dikenakan bunga sehingga total biaya persediaan semakin besar.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## Penulis pertama

Desi Triana Putri

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171

Email: [desitriana Putri365@gmail.com](mailto:desitriana Putri365@gmail.com)

Padang, Sumatera Barat



## 1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan menerapkan suatu manajemen operasi untuk mengelola kegiatan di perusahaannya agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Salah satu kegiatan yang perlu diperhatikan adalah pengendalian persediaan [1]. Persediaan adalah semua barang yang disimpan di suatu perusahaan sebagai cadangan untuk digunakan saat diperlukan untuk menjamin kelancaran kegiatan di perusahaan [2]. Salah satu jenis persediaan adalah berupa barang jadi yang diproduksi dan disimpan oleh perusahaan sebagai barang persediaan sebelum dijual kepada pelanggan. Selama proses penyimpanan ini sering terjadi kerusakan pada barang persediaan tersebut. Kerusakan barang ini didefinisikan sebagai barang yang tidak mempunyai standar kualitas yang baik sesuai dengan keinginan pelanggan [3]. Kerusakan barang ini menyebabkan pengendalian persediaan dalam suatu perusahaan menjadi tidak efektif karena dengan adanya kerusakan barang ini total biaya persediaan menjadi tidak optimal. Barang yang mengalami kerusakan ini akan diberikan pengurangan harga dan dijual kepada pelanggan sesuai dengan tingkat kerusakan barang tersebut [4]. Untuk menarik minat pelanggan agar membeli barang dalam jumlah yang banyak diberikan suatu penundaan pembayaran oleh perusahaan kepada pelanggan. Pembayaran dapat dilakukan setelah barang yang dibeli oleh pelanggan tersebut laku terjual kepada konsumen lainnya. Dalam manajemen logistik sederhana, pembayaran dilakukan setelah barang tersebut diterima oleh pelanggan [5]. Penundaan pembayaran ini diberikan sebagai bentuk keringanan bagi pelanggan yang diberikan oleh perusahaan.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, model matematika dapat menjadi solusi dalam menjawab permasalahan mengenai pengendalian persediaan yang belum efektif ini. Pemodelan matematika adalah suatu bidang matematika yang memodelkan masalah di dunia nyata ke dalam bentuk pernyataan matematika [6]. Model matematika dapat melihat hubungan serta keterkaitan antara faktor yang berpengaruh dalam pengendalian produksi persediaan ini. Model matematika yang diperoleh akan diselesaikan secara matematis sehingga memperoleh suatu solusi yang optimal yang dapat mengoptimalkan total biaya di perusahaan.

Pengendalian persediaan sangat diperlukan dalam mengendalikan total biaya persediaan agar tetap optimal sehingga tidak menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Model matematika berupa pengembangan model *Economic Production Quantity (EPQ)* dengan adanya kerusakan barang dan mempertimbangkan pengurangan harga serta adanya penundaan pembayaran ini dapat menjadi solusi yang optimal dalam mengatasi masalah persediaan ini. Model *Economic Production Quantity (EPQ)* ini bertujuan untuk menentukan total biaya minimum yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu siklus persediaan [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membentuk model matematika serta menginterpretasikan model yang diperoleh mengenai produksi persediaan dengan adanya kerusakan barang yang mempertimbangkan pengurangan harga serta penundaan pembayaran.

## 2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis) yang membahas tentang model produksi persediaan dengan adanya kerusakan barang dan mempertimbangkan pengurangan harga serta penundaan pembayaran. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dengan melakukan studi kepustakaan yang bersumber pada buku, jurnal, artikel dan sumber-sumber di internet yang dipercaya. Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

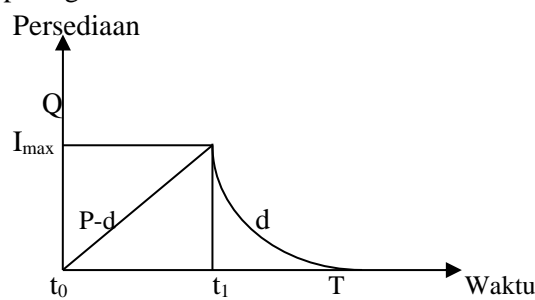
1. Mengidentifikasi masalah yang ada dalam pengendalian persediaan.
2. Mempelajari dan mengkaji teori-teori yang relevan dengan permasalahan mengenai persediaan.
3. Membuat asumsi-asumsi, variable dan parameter yang berkaitan dengan masalah tersebut untuk membuat model matematisnya.
4. Membentuk model matematika persediaan barang dengan adanya kerusakan barang dan mempertimbangkan pengurangan harga serta penundaan pembayaran.

5. Menentukan solusi optimal dari model matematika yang diperoleh.
6. Memberikan interpretasi dari solusi yang diperoleh dari model.
7. Menarik kesimpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Situasi Persediaan Dalam Pembentukan Model

Model *Economic Production Quantity (EPQ)* merupakan pengembangan dari model *Economic Order Quantity (EOQ)*. Model ini bertujuan untuk menentukan jumlah produksi barang persediaan yang optimal dengan total biaya persediaan yang minimal. Adapun situasi persediaan pada penelitian ini digambarkan dengan grafik model *EPQ* dengan adanya kerusakan pada barang persediaan tersebut dimana saat  $[t_0, t_1]$  terjadi proses produksi dan saat  $[t_1, T]$  tidak terjadi proses produksi sehingga barang akan berkurang dan habis. Tingkat persediaan digambarkan seperti grafik dibawah ini:



Gambar 1. Grafik tingkat persediaan

Keterangan:

- $Q$  : Jumlah produksi
- $I_{max}$  : Jumlah persediaan maksimum
- $P$  : Tingkat produksi
- $d$  : Jumlah permintaan
- $t_0$  : Waktu proses produksi dimulai
- $t_1$  : Waktu proses produksi dihentikan
- $T$  : Waktu pengisian kembali barang persediaan

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model matematika ini adalah tingkat permintaan pada suatu barang terbatas dan diketahui, kekurangan persediaan (*shortage*) tidak diperbolehkan dimana perusahaan harus selalu menyediakan barang dalam memenuhi permintaan konsumen, horizon perencanaan yang diasumsikan tidak terbatas, tingkat produksi untuk setiap barang yang diproduksi terbatas, setiap barang yang diproduksi tersedia untuk memenuhi permintaan konsumen, kerusakan barang terjadi saat proses produksi telah dihentikan dan pengurangan harga berlaku, waktu kerusakan barang persediaan mengikuti asumsi distribusi eksponensial, untuk barang yang mengalami kerusakan tidak ada perbaikan atau penggantian untuk barang yang rusak tersebut, biaya kerusakan untuk setiap barang yang rusak diketahui dan termasuk biaya pembuangan atau nilai sisa, pelanggan diperbolehkan melakukan penundaan pembayaran dengan periode kredit kurang atau sama dengan periode siklus produksi.

Adapun variabel yang digunakan dalam pembentukan model ini adalah:

- $I(t)$  : Jumlah persediaan (unit)
- $T$  : Waktu pengisian kembali barang persediaan.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah:



$\beta$  : Tingkat kerusakan barang  
 $\lambda$  : Laju kerusakan barang  
 $k$  : Biaya yang dikeluarkan untuk setiap unit barang (Rupiah/unit).  
 $r$  : Biaya pengurangan harga untuk setiap barang yang rusak (Rupiah/unit)  
 $h$  : Biaya penyimpanan untuk setiap unit barang (Rupiah/unit)  
 $c$  : Biaya yang dikeluarkan untuk setiap unit barang (Rupiah/unit)  
 Simbol-simbol lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:  
 $M$  : Waktu penundaan pembayaran (Tahun)

$K$  : Fungsi kerusakan barang  
 $I_E$  : Laju bunga tahunan (Rupiah/tahun)  
 $I_{E1}$  : Bunga yang diperoleh oleh perusahaan (Rupiah/tahun)  
 $I_{E2}$  : Bunga yang diperoleh oleh perusahaan (Rupiah/tahun)  
 $I_P$  : Bunga yang dibayarkan karena keterlambatan pembayaran (Rupiah/tahun)  
 $TVC$  : Total biaya persediaan (Rupiah)

### 3.2 Proses Pembentukan Model

Proses produksi hanya terjadi saat  $[t_0, t_1]$  dan saat  $[t_1, T]$ , tidak terjadi lagi proses produksi dapat dijelaskan oleh fungsi berikut:

$$P(t) = \begin{cases} P; & t \in [0, t_1] \\ 0; & t \in [t_1, T] \end{cases} \quad (1)$$

Sedangkan kerusakan pada barang persediaan ini terjadi saat proses produksi telah dihentikan yaitu saat  $[t_1, T]$  dan saat  $[t_0, t_1]$  tidak terjadi kerusakan pada barang, dan dapat dijelaskan oleh rumus sebagai berikut:

$$K(\beta, t) = \begin{cases} 0 & ; t \in [0, t_1] \\ \beta(t - \lambda)^{\beta-1} & \\ \frac{\beta}{(t - \lambda)^\beta} & ; t \in [t_1, T] \end{cases} \quad (2)$$

Laju perubahan tingkat persediaan dengan adanya kerusakan barang saat  $[t_0, T]$  digambarkan dengan persamaan linear orde satu sebagai berikut:

$$\frac{dI(t)}{dt} + K(\beta, t)I(t) = P(t) - d; [0, t_1] \quad (3)$$

Saat terjadi proses produksi dan belum ada kerusakan barang, laju perubahan tingkat persediaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dI(t)}{dt} &= P - d; t \in [0, t_1] \\ I(t) &= (P - d)t; t \in [0, t_1] \end{aligned} \quad (4)$$

Saat proses produksi dihentikan dan kerusakan pada barang telah dimulai, laju perubahan tingkat persediaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dI(t)}{dt} + \frac{\beta(t - \lambda)^{\beta-1}}{(t - \lambda)^\beta} I(t) &= -d; t \in [t_1, T] \\ I(t) &= -\frac{d}{\beta + 1} \left[ \frac{(t - \lambda)^{\beta+1} - (T - \lambda)^{\beta+1}}{(t - \lambda)^\beta} \right] \end{aligned} \quad (5)$$

Persediaan barang akan mencapai titik maksimum saat  $I(T)$  yaitu saat  $t = t_1$  dan persamaan (5) menjadi:

$$(P - d)t_1 = -\frac{d}{\beta + 1} \left[ \frac{(t_1 - \lambda)^{\beta+1} - (T - \lambda)^{\beta+1}}{(t_1 - \lambda)^\beta} \right] \quad (6)$$

Biaya-biaya yang akan dihitung dalam total biaya persediaan adalah:

- a. Biaya penyiapan (*Ordering Cost/O<sub>c</sub>*)

Biaya penyiapan dalam melakukan produksi dilambangkan dengan *A*.

- b. Biaya produksi (*Production Cost/P<sub>c</sub>*)

Merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam memproduksi satu unit barang.

$$P_c = c(P - d) \frac{t_1^2}{2} \quad (7)$$

- c. Biaya penyimpanan (*Holding Cost/H<sub>c</sub>*)

Merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam menyimpan barang di gudang penyimpanan.

$$H_c = h \left[ \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - \frac{d}{\beta+1} \left\{ \left( \frac{1}{2} (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{(1-\beta)} \right) \right\} \right] \quad (8)$$

- d. Biaya kerusakan barang (*Deterioration Cost/D<sub>c</sub>*)

Merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan akibat kerusakan pada barang persediaan

$$D_c = k \left[ -\frac{d}{\beta+1} \left\{ \left( \frac{1}{2} (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{(1-\beta)} \right) \right\} \right] \quad (9)$$

- e. Biaya pengurangan harga (*Price Discount/P<sub>d</sub>*)

Merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan adanya pengurangan pada barang persediaan yang mengalami kerusakan.

$$P_d = kr \left[ \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - \frac{d}{\beta+1} \left\{ \left( \frac{1}{2} (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right\} \right] \quad (10)$$

Total biaya persediaan yang akan dikeluarkan oleh perusahaan selama satu siklus persediaan dengan adanya kerusakan barang ini adalah:

$$TVC = A + (c + h + kr)(P - d) \frac{t_1^2}{2} - (h + k + kr) \left( \left[ \frac{d}{\beta+1} \left\{ \left( \frac{1}{2} (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right\} \right] \right) \quad (11)$$

Dalam model ini juga mempertimbangkan kondisi penundaan pembayaran dimana barang dapat dibayar setelah pelanggan menjual kepada konsumen lainnya. Ada dua kasus penundaan pembayaran yaitu:

Kasus 1:  $M < T$



Pada kasus ini waktu penundaan pembayaran lebih singkat daripada waktu pengisian kembali barang persediaan. Perusahaan memperoleh bunga dari penjualan sebesar  $I_{E1}$  yaitu sebagai berikut:

$$I_{E1} = \frac{kI_E dT}{2} \quad (12)$$

Karena adanya keterlambatan pembayaran oleh pelanggan kepada perusahaan, maka pelanggan dikenakan sejumlah biaya bunga sebesar  $I_P$  yaitu sebagai berikut:

$$I_P = \frac{kI_P d}{T(\beta+1)} \left[ \frac{1}{2} \left( (T^2 - M^2) - \lambda(T - M) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (M-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right] \quad (13)$$

Total biaya persediaan saat  $M < T$  yaitu:

$$\begin{aligned} TVC_1 = & A + (c + h = kr) \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - (h + k + \\ & kr) \left[ \frac{d}{\beta+1} \left( \frac{1}{2} \left( (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \right. \right. \\ & \left. \left. \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right) \right] - \frac{kI_E dT}{2} \frac{kI_P d}{T(\beta+1)} \left[ \frac{1}{2} \left( (T^2 - \right. \right. \\ & \left. \left. M^2) - \lambda(T - M) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (M-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right] + \end{aligned} \quad (14)$$

Untuk menentukan apakah nilai total biaya persediaan  $TVC_1$  sudah optimal maka syarat yang harus dipenuhi yaitu  $\frac{\partial TVC_1}{\partial T} = 0$  dan  $\frac{\partial^2 TVC_1}{\partial T^2} > 0$ .

$$\begin{aligned} \frac{\partial TVC_1}{\partial T} = & (h + k + kr) \left( -\frac{d}{\beta+1} \right) \left[ \left( T - \frac{\lambda}{2} \right) - 2(T - \lambda) - \right. \\ & \left. (\beta + 1)(T - \lambda)^\beta (t_1 - \lambda)^{1-\beta} \right] - \frac{kI_E d}{2} - \frac{kI_P d}{T^2(\beta+1)} \left[ \left[ \left( T - \frac{\lambda}{2} \right) - \right. \right. \\ & \left. \left. 2(T - \lambda) - (\beta + 1)(T - \lambda)^\beta (M - \lambda)^{1-\beta} \right] \right] = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 TVC_1}{\partial T^2} = & (h + k + kr) \left( -\frac{d}{\beta+1} \right) (-1 - (\beta + 1)(\beta T - \beta \lambda)^{\beta-1} (t_1 - \\ & \lambda)^{1-\beta} > 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Kasus 2:  $M > T$

Pada kasus ini waktu penundaan pembayaran lebih lama daripada waktu pengisian kembali barang persediaan. Perusahaan memperoleh bunga dari penjualan sebesar  $I_{E2}$  yaitu sebagai berikut:

$$I_{E2} = \frac{PI_E d}{T} \left( M - \frac{T}{2} \right) \quad (17)$$

Pada kasus ini pelanggan tidak dikenakan biaya keterlambatan karena waktu penundaan pembayaran lebih lama dari waktu pengisian barang.

Total biaya persediaan saat  $M > T$  ini adalah:

$$\begin{aligned} TVC_2 = & A + (c + h = kr) \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - (h + k + \\ & kr) \left[ \frac{d}{\beta+1} \left( \frac{1}{2} \left( (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1) \right) - \right. \right. \\ & \left. \left. \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (t_1-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right) \right] - PI_E d \left( M - \frac{T}{2} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

Untuk menentukan apakah nilai  $TVC_2$  sudah optimal maka syarat yang harus dipenuhi yaitu  $\frac{\partial TVC_2}{\partial T} = 0$  dan  $\frac{\partial^2 TVC_2}{\partial T^2} > 0$ .

$$\frac{\partial TVC_2}{\partial T} = (h + k + kr) \left(-\frac{d}{\beta+1}\right) \left[ \left(T - \frac{\lambda}{2}\right) - 2(T - \lambda) - (\beta + 1)(T - \lambda)^\beta (t_1 - \lambda)^{1-\beta} \right] - \frac{PI_E d}{2} = 0 \quad (19)$$

$$\frac{\partial^2 TVC_2}{\partial T^2} = (h + k + kr) \left(-\frac{d}{\beta+1}\right) (-1 - (\beta + 1)(\beta T - \beta \lambda)^{\beta-1} (t_1 - \lambda)^{1-\beta}) \quad (20)$$

### 3.3 Interpretasi Model

Model yang diperoleh yaitu model jumlah persediaan  $I(T)$  saat  $t = t_1$  yang menyatakan bahwa jumlah barang persediaan maksimum dengan total biaya yang minimum. Jumlah persediaan saat  $I(t)$  yaitu sama dengan tingkat produksi ( $P$ ), dan akan berkurang karena adanya sejumlah permintaan ( $d$ ) dari pelanggan. Jumlah persediaan ini akan berkurang sebesar nilai  $-\frac{d}{\beta+1} \left(\frac{(t_1-\lambda)^{\beta+1} - (T-\lambda)^{\beta+1}}{(t_1-\lambda)^\beta}\right)$ . Jumlah persediaan akan semakin cepat habis jika jumlah permintaan ( $d$ ) pelanggan semakin banyak.

Contoh:

Misalkan perusahaan x memproduksi suatu barang sebagai barang persediaan dalam satu siklus persediaan, dimana biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu barang adalah biaya penyiapan ( $A$ ) adalah sebesar Rp.100/unit, tingkat produksi ( $P$ ) adalah sebesar 1000 unit, tingkat permintaan konsumen ( $d$ ) adalah sebesar 20 unit, biaya kerusakan dalam memproduksi satu unit barang ( $k$ ) adalah sebesar Rp. 0.04/unit, biaya penyimpanan ( $h$ ) adalah sebesar Rp.4/unit, biaya pengurangan harga ( $r$ ) adalah sebesar Rp.8/unit, biaya produksi ( $c$ ) untuk setiap unit barang yang diproduksi adalah Rp.20/unit. Dimana dalam satu siklus persediaan tersebut terdapat barang yang mengalami kerusakan dengan tingkat kerusakan ( $\beta$ ) sebesar 2 dan laju kerusakan ( $\lambda$ ) adalah sebesar 1. Waktu proses produksi dihentikan ( $t_1$ ) adalah 4,65 tahun dan waktu pengisian kembali barang persediaan ini adalah 10,02 tahun. Bunga yang diperoleh perusahaan ( $I_E$ ) yaitu sebesar Rp.15 per tahun, bunga yang dibayarkan pelanggan sebagai akibat keterlambatan pembayaran ( $I_P$ ) yaitu sebesar Rp. 20 per tahun. Tentukan jumlah persediaan maksimum dengan total biaya minimum yang akan dikeluarkan oleh perusahaan.

Penyelesaian:

Tingkat persediaan barang saat kondisi maksimum yaitu:

$$\begin{aligned} I(t) &= -\frac{d}{\beta+1} \left(\frac{(t-\lambda)^{\beta+1} - (T-\lambda)^{\beta+1}}{(t-\lambda)^\beta}\right) \\ &= -\frac{200}{2+1} \left(\frac{(4.65-1)^3 - (10.02-1)^3}{(4.65-1)^2}\right) \\ &= 342,9004481 \end{aligned}$$

Jadi, tingkat persediaan maksimum yaitu 343 unit barang saat  $t_1 = 4.65$  dan  $T = 10.02$ .

Total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan adalah:

$$TVC = O_c + P_c + H_c + D_c + P_d$$

1. Biaya penyiapan (*Ordering Cost*/ $O_c$ )  
Biaya penyiapan  $A = Rp. 100$
2. Biaya produksi (*Production Cost*/ $P_c$ )



Biaya produksi dalam satu tahun adalah:

$$P_c = c(P - d) \frac{t_1^2}{2}$$

$$= 211.900,5$$

Jadi biaya produksi yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun adalah Rp. 211.900,5

3. Biaya penyimpanan ( *Holding Cost / H<sub>c</sub>*)

Biaya penyimpanan yang akan dikeluarkan perusahaan dalam satu tahun yaitu:

$$H_c = h \left[ \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - \frac{d}{\beta + 1} \left\{ \left( \frac{1}{2} ((T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1)) \right) - \left( \frac{(T - \lambda)^2 - (T - \lambda)^{\beta + 1} (t_1 - \lambda)^{1 - \beta}}{1 - \beta} \right) \right\} \right]$$

$$= 83.323,049$$

Jadi, biaya penyimpanan yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun adalah Rp. 83.323,049

4. Biaya kerusakan barang ( *Deterioration Cost / D<sub>c</sub>*)

Biaya kerusakan barang yang dikeluarkan perusahaan dalam satu tahun yaitu:

$$D_c = k \left[ \frac{d}{\beta + 1} \left\{ \left( \frac{1}{2} ((T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1)) \right) - \left( \frac{(T - \lambda)^2 - (T - \lambda)^{\beta + 1} (t_1 - \lambda)^{1 - \beta}}{1 - \beta} \right) \right\} \right]$$

$$= 57,48604$$

Jadi, biaya kerusakan yang akan dikeluarkan oleh perusahaan selama satu tahun adalah Rp. 57,48604

5. Biaya pengurangan harga ( *Price Discount / P<sub>d</sub>*)

Biaya pengurangan harga yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun yaitu:

$$P_d = kr \left[ \left( (P - d) \frac{t_1^2}{2} \right) - \frac{d}{\beta + 1} \left\{ \left( \frac{1}{2} ((T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t_1)) \right) - \left( \frac{(T - \lambda)^2 - (T - \lambda)^{\beta + 1} (t_1 - \lambda)^{1 - \beta}}{1 - \beta} \right) \right\} \right]$$

$$= 1.953,258$$

Jadi, biaya pengurangan harga yang dikeluarkan adalah Rp. 1.953,258.

Total biaya persediaan ( *TVC*) yang dikeluarkan yaitu:

$$TVC = O_c + P_c + H_c + D_c + P_d$$

$$= 100 + 211.900,5 + 83.323,049 + 57,48604 + 1.953,258$$

$$= 297.234,29304$$

Jadi total biaya persediaan yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu siklus persediaan adalah Rp. 297.234,29304.

Dengan adanya penundaan pembayaran maka ada biaya bunga yang diperoleh perusahaan dan biaya yang dibayarkan pelanggan kepada perusahaan yaitu:

6. Biaya Bunga

Kasus 1:  $M < T$

$$I_{E1} = \frac{kI_E d T}{2}$$

$$= 60,12$$

Jadi, biaya bunga  $I_{E1}$  adalah Rp. 60,12

Kasus 2:  $M > T$

$$I_{E2} = PI_E d \left( M - \frac{T}{2} \right)$$

$$= 15000$$



7. Biaya bunga yang dibayarkan pelanggan kepada perusahaan

$$I_P = \frac{kI_P d}{T(\beta+1)} \left[ \frac{1}{2} \left( (T^2 - t_1^2) - \lambda(T - t) \right) - \left( \frac{(T-\lambda)^2 - (T-\lambda)^{\beta+1} (M-\lambda)^{1-\beta}}{1-\beta} \right) \right]$$

$$= 85,54$$

Jadi, biaya bunga yang akan dikeluarkan oleh pelanggan kepada perusahaan adalah sebesar Rp. 85,54 per tahun.

Total biaya persediaan saat  $M < T$  yaitu:

$$\begin{aligned} TVC_1 &= O_c + P_c + H_c + D_c + P_d - I_{E1} + I_P \\ &= 100 + 211.900,5 + 83.323,049 + 57,48604 + \\ &\quad 1.953,258 - 60,12 + 15.000 \\ &= 312.274,17304 \end{aligned}$$

Jadi total biaya persediaan saat  $M > T$  adalah sebesar Rp.312.274,17304.

Total biaya persediaan saat  $M > T$  yaitu:

$$\begin{aligned} TVC_2 &= O_c + P_c + H_c + D_c + P_d - I_{E2} \\ &= 100 + 211.900,5 + 83.323,049 + 57,48604 + \\ &\quad 1.953,258 - 85,54 \\ &= 297.248,75304 \end{aligned}$$

Jadi, total biaya persediaan saat  $M > T$  adalah sebesar Rp. 297.248,75304.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh model matematika berupa jumlah persediaan ini mempertimbangkan kerusakan pada barang persediaan, pengurangan harga serta penundaan pembayaran. Persamaan total biaya persediaan yang diperoleh dengan mempertimbangkan dua kasus penundaan pembayaran. Kasus pertama yaitu periode penundaan pembayaran yang lebih singkat dari periode pengisian barang sehingga pelanggan dikenakan suatu biaya bunga sebagai akibat keterlambatan pembayaran. Kasus kedua yaitu periode penundaan pembayaran yang lebih panjang dibandingkan periode pengisian barang, dimana pelanggan terlebih dahulu melakukan pembayaran daripada perusahaan melakukan pengisian barang sehingga pelanggan tidak dikenakan suatu biaya bunga.

#### REFERENSI

- [1] Kadim, A. 2017. *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [2] Rusdiana. 2014. *Manajemen Operasi*. Bandung: CV. Pustaka.
- [3] Mulyadi. 2015. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- [4] Behera, J., Bidyadhara, B., Sudhir, S.K. 2021. *An Inventory Production Model for Deteriorating Item Allowing Price Discount with Permissible Delay in Payment*. IJMCR, Vol. 09. 10 Oktober 2021,2443-2449.
- [5] Permana, Jaka. 2019. *Pemodelan Rantai Suplai Berbasis Economic Production Quantity dengan Menerapkan Kredit Perdagangan Dua Eselon*. JIME,3(1) Mei 2019, 14-25.
- [6] Sutimin, W. 2007. *Buku Ajar Pemodelan Matematika*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [7] Puspita, N.P. 2014. *Model Optimasi Economic Production Quantity Dengan Sistem Delivery Order*. Vol. 17, No. 2, Agustus 2014, 50-54.