

**SKRIPSI**

**MODEL PERSEDIAAN UNTUK BARANG BERDETERIORASI  
DENGAN PERMINTAAN BERGANTUNG PADA TINGKAT  
PERSEDIAAN BARANG DAN MEMPERTIMBANGKAN  
PENUNDAAN PEMBAYARAN**



**Nanda Fatmawati Padang**

**NPM: 6161801033**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2022**



**FINAL PROJECT**

**AN INVENTORY MODEL FOR DETERIORATING ITEMS  
WITH STOCK-DEPENDENT DEMAND AND CONSIDERING  
A PAYMENT DELAY**



**Nanda Fatmawati Padang**

**NPM: 6161801033**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### MODEL PERSEDIAAN UNTUK BARANG BERDETERIORASI DENGAN PERMINTAAN BERGANTUNG PADA TINGKAT PERSEDIAAN BARANG DAN MEMPERTIMBANGKAN PENUNDAAN PEMBAYARAN

Nanda Fatmawati Padang

NPM: 6161801033

Bandung, 16 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing



Taufik Limansyah, M.T.

Ketua Tim Penguji



Prof. Dr. Dharma Lesmono

Anggota Tim Penguji



Dr. Daniel Salim

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**MODEL PERSEDIAAN UNTUK BARANG BERDETERIORASI DENGAN  
PERMINTAAN BERGANTUNG PADA TINGKAT PERSEDIAAN BARANG  
DAN MEMPERTIMBANGKAN PENUNDAAN PEMBAYARAN**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 16 Agustus 2022



Nanda Fatmawati Padang  
NPM: 6161801033

## ABSTRAK

Model persediaan diperlukan oleh perusahaan untuk menjaga keberlangsungan operasional perusahaan. Dengan model persediaan yang tepat, perusahaan dapat mengetahui berapa banyak barang yang harus dipesan supaya tidak mengeluarkan biaya yang banyak dan dapat meningkatkan keuntungan. Skripsi ini akan mengembangkan model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran. Pada umumnya, transaksi jual beli dilakukan dengan pembeli membayar terlebih dahulu kepada *supplier*, kemudian barang tersebut dapat diterima oleh pembeli. Namun, sekarang ini, pembeli dapat mengambil barang terlebih dahulu dan membayarnya pada saat periode penundaan pembayaran yang diizinkan oleh *supplier*. Jadi, akan dilihat model persediaan dengan adanya faktor penundaan pembayaran yang dapat meminimumkan biaya total. Selain itu, faktor deteriorasi barang juga perlu dipertimbangkan, di mana untuk barang yang mengalami deteriorasi akan dilakukan retur barang dan pada saat yang bersamaan perusahaan membeli kembali barang sejumlah barang yang diretur tadi. Pada skripsi ini akan dikembangkan dua model, yaitu model pertama di mana faktor deteriorasinya konstan, dan model kedua dengan faktor deteriorasinya bergantung pada waktu. Contoh numerik diberikan untuk memberikan ilustrasi dari model yang dikembangkan dan analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan beberapa parameter terhadap solusi optimal.

**Kata-kata kunci:** Model Persediaan, Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan Barang, Faktor Deteriorasi, Penundaan Pembayaran, Biaya total



## ABSTRACT

The inventory model is required by a company to maintain the continuity of the company's operations. With the right inventory model, the company can find out how many items they should order to reduce the total cost and increases profit. This project will develop an inventory model for deteriorating items with stock-dependent and considering payment delay. In general, buying and selling transactions are carried out by the buyer paying first to the supplier, then the goods can be received by the buyer. However, at this time, the buyer can pick up the goods in advance and pay for them during the deferred payment period permitted by supplier. So, we will look at the inventory model with a payment delay factor that can minimize total costs. In addition, item's deteriorating factor also needs to be considered, where for items that are experiencing deterioration will be returned goods and at the same time the company buys back the items that were returned earlier. In this project, two models will be developed. The first model has constant deterioration factor, and the second model has time-dependent deterioration factor. Numerical examples are given to illustrate the model that has been created, and sensitivity analysis is done to see the effect of parameter to the optimal solution.

**Keywords:** An Inventory Model, Inventory Dependent Demand, Deterioration, Payment Delay, Total Cost

*Untuk diri sendiri, mamak, bapak, dan adik tercinta...*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas nikmat dan rahmat Nya yang berlimpah, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik sehingga penulis dapat memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I pada Universitas Katolik Parahyangan, Program Studi Matematika. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini terdapat berbagai kendala, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, akhirnya kendala tersebut dapat diatasi dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mamak, Bapak, Karin, Valdo, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberi semangat, doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
2. Bapak Taufik Limansyah, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberi saran, dan nasihat yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
3. Bapak Prof. Dr. Dharma Lesmono, selaku dosen penguji. Terima kasih atas saran dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
4. Bapak Dr. Daniel Salim, selaku koordinator skripsi dan dosen penguji. Terima kasih telah memberi arahan, saran, dan kritikan yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
5. Bapak Iwan Sugiarto, M.Si., selaku dosen wali yang memberikan nasihat, arahan, dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh dosen, staf Tata Usaha, dan pekarya FTIS, terima kasih atas ilmu, arahan, dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama kuliah.
7. Teman-teman KIMBABS: Gina, Gita, Nova, dan Lia yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis. Terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman yang tak terlupakan selama masa perkuliahan penulis.
8. Kakak tingkat: Jessica Inez, Felisha, Alvita, dan Nanda yang telah memberikan masukan, dan dukungan kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi.
9. Teman SMA: Dina dan Heni. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah penulis, serta dukungan dan doa saat proses penyelesaian skripsi.
10. Anggota EXO: Chanyeol, Chen, Suho, Xiumin, Sehun, Kai, Lay, D.O., dan Baek Hyun yang telah menjadi sumber penyemangat bagi penulis dalam penyusunan skripsi.
11. Teman-teman Matematika 2018 yang telah memberikan semangat dan bantuan baik selama proses perkuliahan maupun saat proses penyelesaian skripsi. Terima kasih dan sukses selalu.
12. Semua pihak lain yang belum dapat disebutkan satu per satu yang telah berjasa selama masa perkuliahan dan proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada skripsi ini, jadi penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini bisa menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandung, Agustus 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Model EOQ . . . . .	5
2.2 Persamaan Diferensial Linear Orde 1 . . . . .	7
2.3 Deret MacLaurin . . . . .	7
<b>3 MODEL PERSEDIAAN UNTUK BARANG BERDETERIORASI DENGAN PERMINTAAN BERGANTUNG PADA TINGKAT PERSEDIAAN BARANG DAN MEMPERTIMBANGKAN PENUNDAAN PEMBAYARAN</b>	<b>9</b>
3.1 Model 1: Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan Barang, Faktor Deteriorasi Konstan, dan Mempertimbangkan Penundaan Pembayaran . . . . .	10
3.1.1 Notasi dan Asumsi . . . . .	10
3.1.2 Formulasi Model Matematis . . . . .	11
3.1.3 Algoritma dalam Mencari Solusi yang Optimum . . . . .	16
3.1.4 Contoh Numerik . . . . .	17
3.2 Model 2: Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan Barang, Faktor Deteriorasi Bergantung pada Waktu, dan Mempertimbangkan Penundaan Pembayaran . . . . .	17
3.2.1 Notasi dan Asumsi . . . . .	17
3.2.2 Formulasi Model . . . . .	17
3.2.3 Algoritma dalam Mencari Solusi yang Optimum . . . . .	22
3.2.4 Contoh Numerik . . . . .	23
<b>4 ANALISIS SENSITIVITAS MODEL</b>	<b>25</b>
4.1 Analisis Sensitivitas pada Model 1 . . . . .	25
4.2 Analisis Sensitivitas pada Model 2 . . . . .	32
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	39
5.2 Saran . . . . .	39
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>41</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Grafik Model EOQ . . . . .	5
3.1 Grafik Model Persediaan Barang Berdeteriorasi dengan Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan . . . . .	10
3.2 Grafik Pembayaran untuk $M \leq T$ . . . . .	13
3.3 Grafik Pembayaran untuk $M > T$ . . . . .	14
3.4 Algoritma dalam Mencari Solusi yang Optimum pada Model 1 . . . . .	16
3.5 Grafik Pembayaran untuk $M \leq T$ . . . . .	20
3.6 Grafik Pembayaran untuk $M > T$ . . . . .	21
3.7 Algoritma dalam Mencari Solusi yang Optimum pada Model 2 . . . . .	22
4.1 Pengaruh Perubahan $s$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	27
4.2 Pengaruh Perubahan $C$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	27
4.3 Pengaruh Perubahan $h$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	28
4.4 Pengaruh Perubahan $p$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	28
4.5 Pengaruh Perubahan $w$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	29
4.6 Pengaruh Perubahan $I_d$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	29
4.7 Pengaruh Perubahan $\alpha$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	30
4.8 Pengaruh Perubahan $\beta$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	30
4.9 Pengaruh Perubahan $\theta$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	31
4.10 Pengaruh Perubahan $M$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	31
4.11 Pengaruh Perubahan $s$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	33
4.12 Pengaruh Perubahan $C$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	34
4.13 Pengaruh Perubahan $h$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	34
4.14 Pengaruh Perubahan $p$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	35
4.15 Pengaruh Perubahan $w$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	35
4.16 Pengaruh Perubahan $I_d$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	36
4.17 Pengaruh Perubahan $\alpha$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	36
4.18 Pengaruh Perubahan $\beta$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	37
4.19 Pengaruh Perubahan $\theta$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	37
4.20 Pengaruh Perubahan $M$ terhadap $T_1$ dan $T_2$ . . . . .	38



## DAFTAR TABEL

3.1	Perbandingan Nilai pada Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	17
3.2	Perbandingan Nilai pada Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	23
4.1	Nilai Parameter untuk Model 1 dan Model 2 . . . . .	25
4.2	Solusi Optimum pada Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	25
4.3	Pengaruh Perubahan nilai Beberapa Parameter terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ untuk Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	26
4.4	Solusi Optimum pada Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	32
4.5	Pengaruh Perubahan Nilai Beberapa Parameter terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ untuk Kasus 1 dan Kasus 2 . . . . .	32

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap perusahaan pasti memerlukan persediaan untuk keberlangsungan operasional perusahaan dalam jangka panjang. Keberhasilan tersebut dipengaruhi oleh adanya pengendalian persediaan barang yang bertujuan untuk menjaga ketersediaan bahan baku. Adanya peningkatan persaingan antar perusahaan mengakibatkan setiap perusahaan akan melakukan segala cara untuk menjadikan perusahaan tersebut menjadi yang terbaik dengan menjual produk yang memiliki kualitas yang baik. Oleh karena itu, dalam pengelolaan persediaan barang dapat dilakukan dengan membuat model matematis yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam menentukan jumlah barang yang akan dipesan sehingga dapat meningkatkan keuntungan perusahaan.

Dalam pengelolaan persediaan barang harus memperhatikan beberapa faktor, seperti permintaan konsumen, biaya pesan, biaya beli, biaya simpan, dan adanya faktor deteriorasi. Apabila salah satu dari faktor tersebut tidak diperhatikan dengan baik, maka akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena biaya yang dikeluarkan menjadi lebih besar dan keuntungan yang didapat akan menjadi berkurang. Ketika permintaan konsumen tinggi, sebaiknya perusahaan memesan barang lebih banyak dari biasanya karena akan mendapatkan keuntungan yang besar. Sebaliknya, jika permintaan konsumen rendah, maka sebaiknya perusahaan tidak memesan barang dalam jumlah yang banyak agar tidak mengeluarkan biaya penyimpanan yang mahal dikarenakan barang yang tidak habis terjual harus tersimpan lama di dalam gudang. Penyimpanan barang yang cukup lama di gudang juga dapat menyebabkan deteriorasi bagi barang tersebut. Deteriorasi merupakan keadaan di mana terjadinya penurunan kualitas suatu barang atau barang mengalami kerusakan. Deteriorasi dibedakan menjadi dua, yaitu faktor umur dan faktor teknologi. Faktor umur adalah faktor yang terjadi karena barang disimpan di dalam gudang dalam waktu tertentu, seperti makanan dan minuman. Faktor teknologi adalah faktor yang terjadi karena barang tersebut mengalami penurunan kualitas atau tidak tren lagi, seperti barang elektronik, pakaian, dan sebagainya [1]. Oleh karena itu, agar biaya pesan dan biaya simpan yang dikeluarkan perusahaan tidak tinggi, perlu memperhatikan faktor deteriorasi dari barang yang akan disimpan.

Untuk menghasilkan persediaan barang yang optimal, dibutuhkan metode yang tepat yang dapat membantu perusahaan dalam menentukan jumlah barang yang harus dipesan dan kapan melakukan pemesanan kembali. Model persediaan sederhana yang sering digunakan perusahaan adalah model persediaan EOQ (*Economic Order Quantity*) [2]. Model EOQ terus berkembang dengan menambahkan beberapa faktor. Faktor pertama adalah permintaan konsumen yang diasumsikan konstan, padahal pada kenyataannya tingkat permintaan dapat bergantung pada stok barang. Levin mengatakan bahwa barang yang diletakkan di dalam beberapa rak dapat menarik konsumen untuk membeli lebih banyak karena dianggap barang tersebut masih baru [3]. Model EOQ dikembangkan lagi dengan adanya barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada stok yang dibahas pada [4]. Barang yang mengalami deteriorasi memiliki tingkat kerusakan yang berbeda-beda. Shah dan Jaiswal mengatakan bahwa tingkat kerusakan adalah konstan [5] dan Singh mengatakan bahwa tingkat kerusakan dapat bergantung pada waktu [6]. Barang yang berdeteriorasi atau mendekati kadaluarsa dapat dilakukan retur (pengembalian barang) ke *supplier* yang dibahas oleh [7] dan

[8] yang nantinya produk yang baru akan dikirim kembali ke perusahaan pada pemesanan yang selanjutnya.

Saat perusahaan memesan barang kepada *supplier*, biasanya sistem pembayaran dilakukan sebelum atau setelah pembeli menerima barang tersebut. Namun, sekarang ini sistem pembayaran dapat dilakukan dengan penundaan pembayaran yang dibahas pada [9]. Model persediaan dikembangkan lagi oleh Tripati dkk. [10] menjadi model persediaan untuk biaya penyimpanan bergantung pada waktu dan permintaan yang bergantung pada tingkat persediaan barang dalam kredit perdagangan yang berbeda. Kemudian, diperluas lagi oleh Diandes dan Subhan [11], yaitu model persediaan dengan mempertimbangkan pemenuhan *back order* dan permintaan dengan pembayaran kredit dua tingkat.

Pada skripsi ini akan dibentuk model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran. Berdasarkan pembahasan [10], ditambahkan beberapa faktor, seperti adanya faktor deteriorasi yang bergantung pada waktu dan biaya retur pada barang yang berdeteriorasi. Kemudian, terdapat dua model yang akan dikembangkan pada skripsi ini, yaitu model pertama, mengasumsikan faktor deteriorasi yang konstan dan model kedua, mengasumsikan faktor deteriorasi yang bergantung pada waktu. Pada setiap model terdapat dua kasus yang akan dibahas terkait dengan penundaan pembayaran yang nantinya akan dilihat mana yang menghasilkan total biaya yang minimum.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka akan dibahas beberapa rumusan masalah pada skripsi ini.

1. Bagaimana model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran?
2. Bagaimana menentukan waktu antar pemesanan dan jumlah pemesanan barang yang optimum sehingga biaya total menjadi minimum?
3. Bagaimana sensitivitas dari model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran, apabila nilai setiap parameter di model ini mengalami perubahan?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menentukan model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran.
2. Menentukan waktu antar pemesanan dan jumlah pemesanan barang yang optimum untuk meminimumkan biaya total.
3. Mengetahui sensitivitas dari model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran, apabila nilai setiap parameter di model ini mengalami perubahan.

## 1.4 Sistematika Pembahasan

Skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu:

- **Bab 1: Pendahuluan**

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika pembahasan.

- **Bab 2: Landasan Teori**

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai model EOQ, persamaan diferensial linear orde 1, dan deret MacLaurin untuk digunakan pada bab selanjutnya.

- **Bab 3: Model Persediaan untuk Barang Berdeteriorasi dengan Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan Barang dan Mempertimbangkan Penundaan Pembayaran**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang dua model persediaan untuk barang berdeteriorasi dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan barang dan mempertimbangkan penundaan pembayaran. Pada model pertama, yaitu diasumsikan faktor deteriorasi konstan dan model kedua, diasumsikan faktor deteriorasi bergantung pada waktu. Algoritma dalam mencari solusi yang optimum dan contoh numerik juga diberikan dalam bab ini untuk memperjelas kedua model.

- **Bab 4: Analisis Sensitivitas**

Pada bab ini akan dilakukan analisis sensitivitas pada kedua model dengan mengubah nilai beberapa parameter untuk mengetahui pengaruh perubahannya terhadap solusi optimum. Parameter yang akan diubah nilainya di setiap model adalah biaya pesan, biaya beli, biaya simpan, harga jual, biaya retur, bunga yang diperoleh, jumlah permintaan barang, tingkat permintaan bergantung pada persediaan barang, faktor deteriorasi, dan periode penundaan pembayaran. Hasil dari analisis sensitivitas akan digunakan untuk melihat parameter mana yang mempengaruhi model.

- **Bab 5: Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.