

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU  
DENGAN METODE *PERIODIC REVIEW SYSTEM***

(Studi kasus di UKM Kerupuk Subur Banguntapan, Bantul)

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1)  
dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun oleh:

**Muhammad Aditya Hidayat**  
**122160085**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**  
**YOGYAKARTA**  
**2023**

# **PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN METODE *PERIODIC REVIEW SYSTEM***

(Studi kasus di UKM Kerupuk Subur Banguntapan, Bantul)

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1)  
dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun oleh:

**Muhammad Aditya Hidayat**  
**122160085**

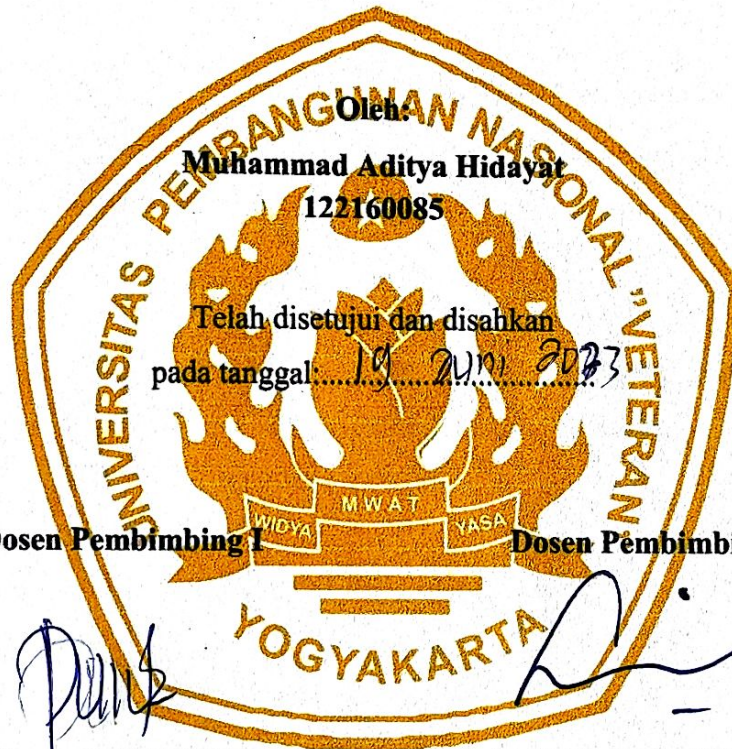
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**  
**YOGYAKARTA**  
**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU  
DENGAN METODE *PERIODIC REVIEW SYSTEM***

(Studi kasus di UKM Kerupuk Subur Banguntapan, Bantul)



Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Puryani, S.T., M.T.  
NIP 19720208 202121 2 005

Laila Nafisah, S.T., M.T.  
NIP 19710520 202121 2 002

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Industri**  
**Fakultas Teknik Industri**  
**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta**



**Dr. Sadi, S.T., M.T**  
NIP 19710313 202121 1 002

## LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Muhammad Aditya Hidayat**

NPM : **122160085**

Jurusan : Teknik Industri FTI UPN “Veteran” Yogyakarta

Menyatakan bahwa karya ilmiah saya dengan judul “**Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode *Periodic Review***” adalah hasil karya ilmiah saya dan bebas dari plagiarisme.

Apabila pernyataan ini terbukti merupakan hasil plagiat dari karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan karya penulis lain, penulis bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi tanpa melibatkan institusi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, Mei 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Aditya Hidayat

NPM 122160085

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode *Periodic Review System*”**.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Puryani S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan nasehat, motivasi, dukungan, serta bersedia meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Laila Nafisah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan nasehat, motivasi, dukungan, serta bersedia meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Sadi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
4. Keluarga tercinta, yakni kedua orang tua dan adik penulis yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dukungan dan kasih sayang nya selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Seluruh karyawan UKM Kerupuk Subur. khususnya Bapak Uli selaku pemilik usaha yang telah memberikan banyak informasi selama penelitian.
6. Nailis Sa’adah yang selalu membantu dan memberi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan yang memberikan banyak bantuan dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang membantu penyusunan Tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya atas kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Demikian semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Mei 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK .....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah .....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-2
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penelitian .....	I-3
<b>BAB II    LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Persediaan .....	II-1
2.1.1 Pengertian Persediaan .....	II-1
2.1.2 Fungsi Persediaan .....	II-1
2.1.3 Jenis-Jenis Persediaan .....	II-2
2.1.4 Manajemen Persediaan .....	II-3
2.1.5 Biaya Persediaan .....	II-4
2.2 Peramalan.....	II-5
2.2.1 Definisi Peramalan.....	II-5
2.2.2 Jenis dan Langkah Peramalan .....	II-6
2.2.3 Metode Peramalan .....	II-7
2.3 Metode <i>Periodic Review</i> .....	II-11
2.3.1 Komponen Biaya Persediaan Model <i>Periodic Review</i> .....	II-12
2.3.2 Komponen Biaya Persediaan Model <i>Periodic Review</i> dengan pertimbangan <i>Lost Order</i> .....	II-14
2.4 Metode <i>Continous Review</i> .....	II-14
2.5 Tepung Tapioka .....	II-15
<b>BAB III    METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Objek Penelitian.....	III-1
3.2 Pengumpulan Data.....	III-1
3.3 Kerangka Penelitian .....	III-1
3.4 Pengolahan Data .....	III-3

3.5	Analisis Hasil.....	III-6
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	III-7
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>		
4.1	Pengumpulan Data.....	IV-1
4.1.1	Data Historis Permintaan Produk.....	IV-1
4.1.2	Data Biaya Beli Bahan Baku .....	IV-2
4.1.3	Data Rasio Bahan Baku .....	IV-2
4.2	Pengolahan Data .....	IV-2
4.2.1	Peramalan Permintaan Produk.....	IV-2
4.2.2	Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku .....	IV-7
4.2.3	Perhitungan Standar Deviasi.....	IV-9
4.2.4	Perhitungan Biaya Penyimpanan .....	IV-9
4.2.5	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan .....	IV-11
4.2.6	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Metode <i>Periodic Review</i> Dengan Data Aktual Perusahaan .....	IV-11
4.2.7	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Metode <i>Periodic Review</i> Dengan Data Hasil Peramalan .....	IV-20
4.3	Analisis Hasil.....	IV-29
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-1
DAFTAR PUSTAKA .....		xiv
LAMPIRAN		



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Historis Permintaan Kerupuk.....	IV-1
Tabel 4.2	Harga Bahan Baku.....	IV-2
Tabel 4.3	Rasio Bahan Baku .....	IV-2
Tabel 4.4	Hasil Peramalan dengan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> .....	IV-7
Tabel 4.5	Rincian Bahan Baku dan <i>Leadtime</i> .....	IV-7
Tabel 4.6	Hasil Konversi Bahan Baku (dalam kilogram) .....	IV-8
Tabel 4.7	Standar Deviasi.....	IV-9
Tabel 4.8	Rekapitulasi Biaya Bahan Baku .....	IV-11
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Data Aktual Dengan Skenario 1 .....	IV-19
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Data Aktual Dengan Skenario 2 .....	IV-19
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Perencanaan Dengan Skenario 1 .....	IV-28
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Perencanaan Dengan Skenario 1 .....	IV-28
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Data Aktual Dengan Skenario 1 .....	IV-30
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Data Aktual Dengan Skenario 2 .....	IV-30
Tabel 4.15	Perbandingan Biaya <i>Periodic Review</i> Dengan Perusahaan.	IV-32
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Perencanaan Dengan Skenario 1 .....	IV-33
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan Perencanaan Dengan Skenario 2 .....	IV-33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode <i>Periodic Review</i> .....	II-12
Gambar 2.2	Proses Pembuatan Tepung Tapioka.....	II-16
Gambar 2.3	Proses Pengolahan Tepung Tapioka.....	II-16
Gambar 3.1	Kerangka penelitian.....	III-2
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Pengolahan Data .....	III-5
Gambar 4.1	Plot Data Permintaan Kerupuk.....	IV-3
Gambar 4.2	Hasil Uji Normalitas Data .....	IV-4
Gambar 4.3	Hasil <i>Autocorrelation Function</i> .....	IV-4
Gambar 4.4	Hasil Peramalan Metode <i>Moving Average</i> .....	IV-5
Gambar 4.5	Hasil Peramalan Metode <i>Winter</i> .....	IV-6
Gambar 4.6	Hasil Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> ....	IV-6
Gambar 4.7	Grafik hasil perhitungan dengan data aktual .....	IV-20
Gambar 4.8	Grafik hasil perhitungan perencanaan persediaan .....	IV-29
Gambar 4.9	Hasil perhitungan data aktual .....	IV-31

## **DAFTAR LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN A DATA PERMINTAAN KERUPUK**

Tabel 1 Data Permintaan Kerupuk

Tabel 2 Contoh Data Permintaan Perusahaan

### **LAMPIRAN B DATA DISTRIBUSI**

Tabel 1 Tabel Distribusi Z

Tabel 2 Tabel Distribusi B

## ABSTRAK

Pengendalian persediaan merupakan hal penting karena dapat berpengaruh terhadap tercapai atau tidaknya tujuan perusahaan. Permasalahan pengendalian persediaan terjadi di UKM Kerupuk Subur, dimana persediaan didalam gudang setiap bulannya sebesar 5000kg sedangkan kebutuhan rata-rata perbulannya 3200kg. Kebutuhan bahan baku yang besar dengan permintaan yang berubah-ubah serta tidak adanya kebijakan yang baik, menyebabkan terjadinya *overstock*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai persediaan yang optimal dan total biaya yang minimal menggunakan *periodic review system*.

Permasalahan yang ada dapat diselesaikan menggunakan metode *periodic review system*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu meramalkan permintaan dengan menggunakan *software* Minitab 19 dengan metode *moving average*, *winters*, dan *single exponential smoothing*. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung komponen biaya, serta melakukan perhitungan kebijakan perusahaan. Langkah selanjutnya adalah perhitungan total biaya persediaan dengan metode *periodic review*. Hasil penelitian ini adalah periode waktu antar pemesanan, nilai persediaan maksimal dan total biaya persediaan.

Berdasarkan analisa dan hasil perhitungan, diketahui total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan adalah sebesar Rp.28.374.500/tahun, sedangkan total biaya persediaan *periodic review* adalah sebesar Rp.7.797.222/tahun dengan nilai periode waktu antar pemesanan  $T$  setiap 11 hari sekali dan persediaan maksimal  $R$  sebesar 1924kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model persediaan dengan *periodic review* memiliki total biaya persediaan yang lebih optimal dibandingkan dengan kebijakan perusahaan.

**Kata Kunci:** Pengendalian Persediaan, *Overstock*, *Periodic Review System*, Peramalan.

## **ABSTRACT**

*Inventory control is necessary because it can affect whether or not the company's goals are achieved. Inventory control problems occur in UKM Kerupuk Subur, where the inventory in the warehouse is 5000kg each month while the average monthly requirement is 3200kg. The need for large raw materials with changing demands and the absence of good policies causes overstock. The purpose of this study is to determine the optimal inventory value and minimum total costs using a periodic review system.*

*The existing problems can be solved using the periodic review system method. The first step is forecasting demand using Minitab 19 software with the moving average, winters, and single exponential smoothing methods. Then proceed with calculating the cost component, as well as calculating company policy. The next step is calculating the total inventory cost using the periodic review method. The results of this study are the period between orders, the maximum inventory value, and the total inventory cost.*

*Based on the analysis and calculation results, it is known that the total cost of inventory according to company policy is IDR 28,374,500/year, whereas the total cost of periodic review inventory is IDR 7,834,353/year with a value of the period between orders  $T$  of 0.034 and a maximum supply  $R$  is 2006. The results show that the inventory model with periodic review has a more optimal total inventory cost correlated to company policy.*

**Keywords:** *Inventory Control, Overstock, Periodic Review System, Forecasting.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Dalam pembangunan ekonomi nasional, sektor usaha kecil dan menengah (UKM) adalah sektor yang memiliki peran dan potensi penting. Hal ini dikarenakan penggunaan tenaga kerja yang cukup besar dan juga dekat dengan rakyat kecil (Kuncoro, 2008). UKM dapat berbentuk usaha jasa maupun manufaktur. Seiring berkembangnya industri UKM yang terus meningkat setiap tahunnya, menuntut setiap pelaku usaha untuk terus mengembangkan usahanya ke arah yang lebih baik agar dapat bersaing dengan kompetitor. Dengan begitu setiap pelaku UKM perlu melakukan manajemen yang baik di seluruh faktor-faktor termasuk faktor produksi. Dalam proses produksi sering terjadi permasalahan yang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal, salah satunya adalah masalah perolehan bahan baku. Bahan baku penting untuk kelangsungan proses produksi, karena tanpa bahan baku proses produksi tidak dapat berjalan dengan baik. Proses produksi berjalan dengan lancar ketika perencanaan persediaan bahan baku sudah terjadwal, mulai dari persediaan maksimum, *re-order point* dan nilai persediaan bahan baku. (Gunawan, 2013).

UKM Kerupuk Subur adalah perusahaan pengolahan makanan yang berdiri sejak tahun 1965, berlokasi di Gangnuri 66, Wonocatur, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. UKM Kerupuk Subur memproduksi jenis kerupuk yang berbahan dasar tepung tapioka serta menggunakan bahan pelengkap seperti ikan, bawang putih dan garam. Tepung tapioka merupakan bahan baku utama yang persentasenya paling banyak digunakan dalam proses produksi kerupuk di UKM Kerupuk Subur ini. Dalam sekali proses pembuatan adonan kerupuk, rata-rata tepung tapioka yang dibutuhkan adalah sebesar 400kg atau 90% dari kebutuhan pembuatan kerupuk. Dengan kebutuhan yang besar tersebut, seringkali menyebabkan pembelian persediaan bahan baku utama berupa tepung tapioka dengan kuantitas yang besar

untuk menghindari resiko *stock out*. Namun kenyataannya selama ini terjadi kelebihan bahan baku atau *overstock*.

*Overstock* terjadi di UKM Kerupuk Subur pada periode Februari 2022 sampai dengan Januari 2023. Pada periode tersebut, UKM Kerupuk Subur setiap bulan nya memiliki persediaan tepung tapioka sebanyak 5000kg, sedangkan kebutuhan rata-rata sebanyak 3200kg setiap bulannya. Hal tersebut menyebabkan terjadinya *overstock* yang menyebabkan kualitas tepung menurun dan berjamur. Sehingga perusahaan mengalami kerugian akibat tepung yang tidak bisa digunakan akibat penyimpanan yang berlebih, karena semakin banyak persediaan maka semakin tinggi pula biaya penyimpanannya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penelitian ini untuk membahas masalah bagaimana pengendalian persediaan tepung tapioka di UKM Kerupuk Subur yang optimal agar total biaya persediaan minimal.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai persediaan yang optimal dan total biaya persediaan minimal dengan menggunakan metode *periodic review*.

## **1.4 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian**

Dalam melakukan penelitian supaya terarah dan fokus kajiannya, diperlukan adanya ruang lingkup dan batasan masalah agar tidak terjadi pembahasan yang terlalu luas. Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di UKM Kerupuk Subur
2. Pengambilan data dilakukan hanya pada jam produksi UKM Kerupuk Subur
3. Produk yang diamati adalah tepung tapioka

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Harga barang konstan terhadap waktu
2. Lead time waktu pemesanan konstan

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan rekomendasi kepada UKM Kerupuk Subur mengenai rencana pengendalian persediaan tepung tapioka menggunakan hasil dari perhitungan guna meningkatkan pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien.

### **1.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika penulisan penelitian sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistem penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Berisi tentang teori pokok bahasan yang akan dikaji dan digunakan dalam penelitian, beserta sumber-sumber naskah yang dipertimbangkan.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi urutan seperangkat prosedur dan metode untuk menganalisis dan memecahkan masalah, serta cara untuk pengumpulan dan pengolahan data.

**BAB IV : PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS HASIL**

Berisi representasi pengumpulan data, pengolahan data dan analisis hasil yang akan diperoleh dari perusahaan yang kemudian akan diproses dan diolah lebih lanjut sebagai dasar pada pembahasan masalah.



**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi uraian mengenai pokok kesimpulan dan saran yang perlu disampaikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan dengan hasil penelitian.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Persediaan**

##### **2.1.1 Pengertian persediaan**

Persediaan merupakan sebagian harta lancar yang dimiliki oleh yang berbentuk persediaan mentah (*raw material*), barang setengah jadi (*work in process*), dan barang jadi (*finished goods*) (Prawirosentono, 2005). Sedangkan menurut Herjanto (2007), persediaan berarti bahan yang disimpan sementara dan digunakan untuk memenuhi suatu tujuan, seperti perakitan atau pembuatan mesin atau suku cadang.

Siagian (2005) berpendapat bahwa persediaan yang ideal adalah sebagai berikut:

- a. Pelayanan terhadap pelanggan berupa ketersediaan barang yang diperlukan.
- b. Persediaan juga memperhatikan hal hal seperti ketepatan waktu, ketepatan mutu, biaya yang ekonomis, dan ketepatan jumlah.

Menurut Herjanto (2007) berikut merupakan beberapa fungsi dari persediaan:

1. Tingkat resiko keterlambatan perusahaan berkurang.
2. Memastikan material yang dipesan memiliki kondisi yang baik.
3. Meminimalkan resiko fluktuasi harga
4. Menjaga ketersediaan bahan baku di gudang.
5. Mendapatkan potongan harga.

##### **2.1.2 Fungsi persediaan**

Menurut Heizer & Render (2015) Tujuan manajemen persediaan adalah menentukan keseimbangan antara investasi persediaan dengan kepuasan konsumen. Persediaan dapat memiliki berbagai fungsi yang diharapkan dapat menambah fleksibilitas operasi perusahaan, berikut merupakan fungsi persediaan menurut Heizer & Render :

1. Memberikan lebih banyak pilihan barang yang dimaksudkan mengantisipasi permintaan pelanggan dan membantu perusahaan dalam menghindari ketidaktetapan permintaan.
2. Memisahkan beberapa tahapan dari proses produksi. Jika persediaan perusahaan sedang mengalami ketidakpastian, persediaan tambahan mungkin diperlukan agar bisa memisahkan produksi dari pemasok.
3. Mengambil keuntungan dari potongan jumlah, karena pembelian dalam jumlah besar dapat menurunkan biaya pengiriman barang.
4. Menghindari tingkat inflasi yang tinggi serta adanya kenaikan harga.

Sedangkan menurut Handoko (2015) persediaan memiliki fungsi, diantaranya:

1. Fungsi *Decoupling*

Peran persediaan adalah untuk beroperasi secara mandiri. Kemampuan *decoupling* ini memungkinkan perusahaan memenuhi permintaan langganan tanpa menunggu ketersediaan atau bergantung pada pemasok *supplier*.

2. Fungsi *Economic Lot Sizing*

Fungsi ini memungkinkan perusahaan memproduksi atau menyimpan bahan baku dengan jumlah tertentu. Fungsi ini berpengaruh dalam biaya pengadaan dan penyimpanan bahan baku.

3. Fungsi Antisipasi

Fungsi antisipasi memungkinkan perusahaan mencegah fluktuasi permintaan yang dapat menyebabkan *lost sales* karena permintaan yang tak terduga seperti permintaan musim tertentu. Perusahaan memiliki kesempatan mengadakan persediaan musiman.

### 2.1.3 Jenis-jenis Persediaan

Untuk memenuhi fungsi persediaan, Heizer dan Render (2015) membedakan jenis persediaan menjadi 4 yaitu:

1. Persediaan bahan baku (*Raw Material*)

Merupakan material yang telah dibeli namun belum diproses. Jenis persediaan ini dapat digunakan untuk memisahkan pemasok dari proses produksi dengan mengeliminasi variasi pemasok dalam kualitas, kuantitas dan waktu pengiriman.

2. Persediaan barang dalam proses (*Work in Proses Inventory*)

Merupakan komponen atau bahan baku mentah yang telah diproses namun belum selesai. Jenis persediaan ini ada dikarenakan sebuah produk membutuhkan waktu untuk dibuat.

3. Pemeliharaan, Perbaikan dan Pengoperasian (*Maintenance/ Repair / Operating* (MRO))

Merupakan jenis persediaan yang diperlukan untuk pemeliharaan, perbaikan dan pengoperasian agar proses produksi tetap berjalan. Persediaan ini butuh rencanakan karena waktu untuk pemeliharaan dan perbaikan tidak diketahui.

4. Persediaan Barang Jadi (*Finished Good Inventory*)

Merupakan persediaan yang diperoleh dari hasil produksi yang sudah selesai dan masih disimpan di gudang perusahaan. Barang jadi dimasukkan ke dalam persediaan, karena fluktuasi permintaan konsumen untuk jangka waktu tertentu mungkin tidak diketahui.

#### 2.1.4 Manajemen Persediaan

Terdapat fungsi-fungsi penting yang dilakukan perusahaan dalam pengelolaan persediaan untuk kebutuhannya (Herjanto, 2007), yaitu sebagai berikut :

- a. Meminimalkan risiko keterlambatan bahan baku
- b. Pengembalian bahan baku untuk kriteria bahan baku yang kurang baik dapat diminimalkan.
- c. Fluktuasi permintaan dapat diminimalkan dampaknya.
- d. Memiliki stok pengaman jika penyedia bahan baku memiliki kendala.
- e. Mendapatkan potongan harga (*quantity discounts*).
- f. Pelayanan pada pelanggan menjadi maksimal.

Sistem pengendalian persediaan pada rantai pasok memiliki dampak yang besar terhadap finansial perusahaan. Persediaan yang tersimpan memiliki nilai finansial yang cukup besar sehingga menjadikan persediaan adalah hal paling penting dalam rantai pasok. Perusahaan memiliki nilai persediaan lebih dari 25% dari total aset yang dimiliki. Artinya, modal yang tertahan dalam bentuk persediaan di suatu perusahaan bisa sangat signifikan (Pujawan, 2005).

Aliran bahan atau produk yang dikelola dengan tepat merupakan salah satu tujuan rantai pasok. Peran pabrik dalam menentukan kuantitas dan destinasi pengiriman material atau produk sangatlah penting. Kebutuhan masing-masing wilayah pemasaran harus diperhatikan dalam menentukan jumlah yang akan dikirim. Jika tidak, akan timbul ketidakseimbangan antar wilayah. Kinerja pasok akan terdampa negatif meskipun bahan baku berlebih atau kekurangan (Pujawan, 2005). Pengelolaan persediaan yang sistematis didasarkan pada prinsip-prinsip yang memperhatikan faktor-faktor berikut:

1. Persediaan merupakan hasil dari penjualan produk.
2. Berkurangnya persediaan direnakan penjualan dan kersuakan persediaan.
3. Faktor terpenting dalam menentukan investasi persediaan adalah biaya kepemilikan persediaan, dan manajemen bertujuan untuk menciptakan jenis dan kuantitas persediaan untuk operasi yang efisien.
4. Pemesanan bahan baku merupakan hasil rencana pengendalian persediaan.
5. Pencatatan persediaan tidak dapat menjadikan pengendalian persediaan.
6. Pengendalian tidak bersifat absolut melainkan komparatif dan relatif.

### **2.1.5 Biaya Persediaan**

Perencanaan dan pengendalian persediaan dilakukan dengan memiliki tujuan untuk mendapatkan tingkat pelayanan yang baik dari suatu industri kepada konsumennya tetapi dengan meminimumkan biaya. Menurut Tampubolon (2004) berikut merupakan biaya yang timbul dari persediaan:

a. Biaya pesan

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan dari awal proses pemesanan hingga penerimaan barang.

b. Biaya simpan

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan karena adanya persediaan yang disimpan.

c. Biaya kehabisan persediaan

Biaya ini merupakan biaya yang timbul dikarenakan oleh fluktuasi permintaan yang menyebabkan persediaan yang berkurang.

d. Biaya persiapan

Biaya persediaan merupakan biaya yang disebabkan oleh persiapan mengenai persediaan dari tenaga kerja, proses konversi, proses pemasukkan bahan dan lain sebagainya.

## **2.2 Peramalan**

### **2.2.1 Definisi Peramalan**

Peramalan banyak digunakan dalam melakukan prediksi biaya, profit, harga, persediaan bahan baku, dan berbagai macam tujuan lainnya. Pada lingkup perusahaan, peramalan digunakan untuk meramalkan permintaan di masa mendatang. Langkah pertama sebelum melakukan peramalan adalah menentukan jumlah peramalan akurat dari suatu permintaan. Peramalan merupakan dasar untuk menentukan kebijakan pengendalian sistem persediaan yang dibutuhkan pada masa mendatang.

Menurut Arman Hakim Nasution dan Yudha Prasetyawan (2008) peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang maupun jasa.

Menurut Handoko (2015) Peramalan adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu.

Jangka waktu peramalan akan berbeda-beda tergantung dari keadaan dan kondisi perusahaan, serta penyusunan atau tujuan dari ramalan itu sendiri. Peramal harus dapat memilih waktu dan model peramalan yang tepat.

### **2.2.2 Jenis dan Langkah Peramalan**

Menurut Render dan Heizer (2015) pada jenis peramalan dapat dibedakan menjadi beberapa tipe. Dilihat dari perencanaan operasi di masa depan, maka peramalan dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Peramalan ekonomi (*economic forecast*) menjelaskan siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, ketersediaan uang, dana yang dibutuhkan untuk membangun perumahan dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi (*technological forecast*) memperhatikan tingkat kemajuan teknologi yang dapat meluncurkan produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan baru.
3. Peramalan permintaan (*demand forecast*) adalah prediksi dari proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan.

Peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Menurut Taylor (2004) dalam hubungannya dengan horizon waktu peramalan terbagi atas beberapa kategori, yaitu

1. Peramalan jangka panjang, umumnya peramalan dilakukan untuk meramalkan 2 sampai 10 tahun yang akan datang. Peramalan ini digunakan untuk perencanaan produk dan perencanaan sumber daya.
2. Peramalan jangka menengah, umumnya peramalan dilakukan untuk meramalkan 1 sampai 24 bulan yang akan datang. Peramalan ini lebih mengkhusus dibandingkan peramalan jangka panjang, biasanya digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran.
3. Peramalan jangka pendek umumnya peramalan dilakukan untuk meramalkan 1 sampai 5 minggu ke depan. Peramalan ini biasanya

digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja, dan lain-lain keputusan kontrol jangka pendek.

Peramalan yang baik adalah peramalan yang memiliki langkah yang tepat. Menurut Gaspersz (2005) terdapat 9 langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan, yaitu:

1. Menentukan tujuan dari peramalan
2. Memilih item independent demand yang akan diramalkan.
3. Menentukan horison waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, atau panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasi hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

### **2.2.2 Metode Peramalan**

Menurut Lindawati (2003), dalam melakukan peramalan jika menggunakan metode peramalan yang berbeda akan menghasilkan kesalahan peramalan yang berbeda pula. Tujuan dalam peramalan adalah memilih model peramalan terbaik yang dapat mengidentifikasi dan merespons pola aktivitas historis dalam data. Model peramalan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu:

1. Metode Kualitatif terdiri dari *Delphi*, metode Perbandingan Teknologi, dan metode *Subjective Curve Fiting*
2. Metode Kuantitatif terdiri dari *last periode demand*, *time series*, *moving average*, *simple Moving Average*, *Single/Double Exponential Smoothing*, metode dekomposisi, metode struktural, dan regresi multi-variabel.



### A. Metode peramalan *Moving Average*

Menurut Pengestu Subagyo (2004), Metode peramalan moving average merupakan metode peramalan dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya. Istilah rata-rata bergerak digunakan, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan dipergunakan sebagai ramalan. Metode Moving Average mempunyai karakteristik khusus yaitu:

- Untuk menentukan ramalan pada periode yang akan datang memerlukan data historis selama jangka waktu tertentu. Misalnya, dengan 3 bulan moving average, maka ramalan bulan ke 5 baru dibuat setelah bulan ke 4 selesai/berakhir. Jika bulan moving averages bulan ke 7 baru bisa dibuat setelah bulan ke 6 berakhir.
- Semakin panjang jangka waktu moving average, efek pelicinan semakin terlihat dalam ramalan atau menghasilkan moving average yang semakin halus.

Persamaan matematis dari metode *moving average* adalah sebagai berikut.

$$M_t = F_{t+1} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$F_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1}}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$M_t$  : *Moving Average* untuk periode  $t$

$F_{t+1}$  : Ramalan untuk periode  $t+1$

$y_t$  : Nilai riil periode  $t$

$n$  : Banyaknya periode dalam rata-rata bergerak

### B. Metode Peramalan *Winters Method*

Metode *Holt Winter's* merupakan metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot lebih besar dalam rata-rata bergerak yang menggunakan 3 level pemulusan (Masyuni, Dharma, & Gunantara, 2019). Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend* dan perilaku

musiman. Tiga parameter pemulusan, yaitu  $\alpha$  (untuk level dari proses),  $\beta$  (untuk unsur trend), dan  $\gamma$  (untuk unsur musiman) dengan nilai antara 0 dan 1 untuk setiap parameter (Arisoma, Supangat, & Narulita, 2019). Terdapat dua model metode *Holt Winter's* yaitu:

#### 1. Model *Holt-Winter's Additive*

Karakteristik mendasar dari model *additive* yaitu fluktuasi musiman dari data relatif stabil dan tidak bergantung pada rata-rata level atau ukuran data (Montgomery, 2008). Persamaan yang digunakan untuk model *Holt Winter's Additive*:

- a. Pemulusan untuk level

$$L_t = (y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \dots \dots \dots (2.3)$$

- b. Pemulusan untuk *trend*

$$b_t = (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \dots \dots \dots (2.4)$$

- c. Pemulusan untuk musiman

$$S_t = (y_t - ) + (1 - \gamma)S_{t-s} \dots \dots \dots (2.5)$$

- d. Peramalan untuk  $m$  periode ke depan

$$F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t+m-s} \dots \dots \dots (2.6)$$

#### 2. Model *Holt Winter's Multiplicative*

Model ini cocok untuk prediksi deret berkala yang dimana amplitudo atau ketinggian dari pola musimannya proporsional dengan rata-rata level atau tingkatan dari deret data (Montgomery, 2008). Dengan kata lain, pola musiman membesar seiring meningkatnya ukuran data. Persamaan yang digunakan untuk model *Holt Winter's Multiplicative* adalah sebagai berikut.

- a. Pemulusan untuk level

$$L_t = \alpha ( / S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \dots \dots \dots (2.7)$$

- b. Pemulusan untuk *trend*

$$b_t = (L_t - L_{t-s}) + (1 - \beta)b_{t-1} \dots \dots \dots (2.8)$$

c. Pemulusan untuk musiman

$$S_t = \gamma (y_t / L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s} \dots \dots \dots (2.9)$$

d. Peramalan untuk  $m$  periode ke depan

$$F_{t+m} = L_t + m b_t + S_{t+m-s} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan:

- $L_t$  : Estimasi level dari rangkaian data periode ke- $t$
- $A$  : Konstanta pemulusan untuk data yang besarnya  $0 < \alpha < 1$
- $y_t$  : Data/Observasi pada periode ke- $t$
- $b_t$  : Estimasi kemiringan tren pada periode ke- $t$
- $\beta$  : Konstanta pemulusan untuk trend yang besarnya  $0 < \beta < 1$
- $S_t$  : Estimasi panjang musiman pada periode ke- $t$
- $\gamma$  : Konstanta pemulusan musiman yang besarnya  $0 < \gamma < 1$
- $m$  : Banyaknya periode ke depan yang ingin diramalkan

C. Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode *single exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya hanya 1 bulan kedepan. Model mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap, tanpa tren atau pola pertumbuhan konsisten. Metode *single exponential smoothing* mempertimbangkan bobot data-data sebelumnya dengan memberikan bobot pada setiap data periode untuk membedakan prioritas atas suatu data. Rumus untuk *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = \alpha \times X_t + (1 - \alpha) \times F_t \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

- $F_t$  : Nilai peramalan untuk periode  $t$
- $F_{t+1}$  : Nilai peramalan pada waktu  $t+1$
- $\alpha$  : Konstanta perataan antara 0 dan 1
- $X_t + (1 - \alpha)$  : Nilai aktual *time series*

Peramalan dapat disebut akurat jika peramalan tersebut dapat meminimalkan kesalahan. Maka dari itu, untuk menghitung kesalahan dalam peramalan dapat menggunakan:

a. *Mean Absolute Error* (MAE)

MAE adalah *mean* absolut dari kesalahan peramalan, terlepas dari tanda positif dan negatif

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |P_t - D_t|}{n} \dots\dots\dots(2.12)$$

b. *Mean Square Error* (MSE)

MSE merupakan rata-rata kuadrat kesalahan peramalan.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (P_t - D_t)^2}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE merupakan nilai tengah kesalahan presentase absolut dari kesalahan.

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|P_t - D_t|}{P_t}}{n} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan:

- $P_t$  : Nilai Periode ke- $t$
- $D_t$  : Nilai peramalan periode ke- $t$
- $n$  : Banyak data

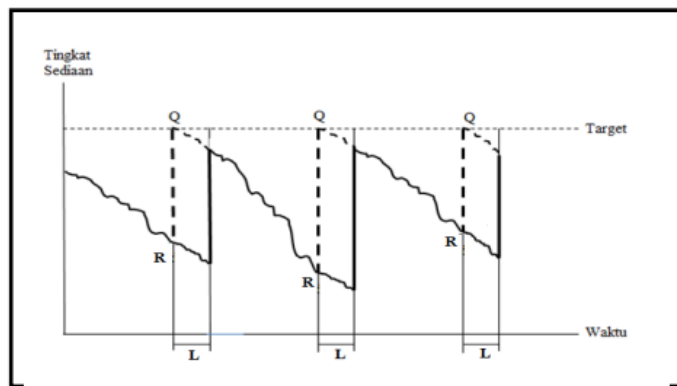
**2.3 Metode *Periodic Review***

Pengendalian persediaan dengan model *periodic review* merupakan pengendalian persediaan menggunakan jarak atau interval pesan yang tetap. Model ini meminimumkan frekuensi pesan dan juga kuantitas pemesanan. Pada model ini kuantitas pesanan tergantung pada persediaan gudang pada periode pesanan berlangsung, sehingga adanya perbedaan lot penyusunan yang menyesuaikan dengan kapasitas gudang.

Menurut Krajewski (2015), *Periodic Review System* merupakan sistem pengendalian persediaan yang memeriksa persediaan secara berkala daripada terus

menerus. Di akhir setiap periode, pesanan baru ditempatkan dan waktu antar pesanan ditentukan. Karena permintaan adalah variabel acak, permintaan total akan berbeda untuk setiap periode. Ukuran lot pesanan ( $Q$ ) dari sistem  $P$  dapat berubah dari satu pesanan ke pesanan lainnya, tetapi waktu antar pesanan tetap.

Masalah dengan model ini adalah persediaan pengaman yang digunakan cenderung besar, karena persediaan dapat habis sebelum pemesanan ulang selesai. Namun, metode ini memiliki administrasi yang mudah karena pemesanan berkala atau periodik. Situasi dalam model ini dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Metode *Periodic Review*  
(Sumber: Bernik Maskun, 2016)

Gambar 2.1 di atas menunjukkan jumlah pesanan ( $Q$ ) untuk setiap pesanan dalam metode  $P$  pada suatu titik waktu tertentu, sehingga posisi persediaan awal dalam satu periode cukup untuk memenuhi permintaan sampai pesanan diterima pada periode berikutnya.

**2.3.1. Komponen Biaya Persediaan Model *Periodic Review***

Model dan solusi ini pada dasarnya hanya berlaku bila pemesanan dilakukan secara periodik.. Perumusan ongkos persediaan dengan metode *periodic review* adalah sebagai berikut.

1. Hitung nilai  $T_0$  dengan persamaan

$$T_0 = \sqrt{\frac{2A}{Dh}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan:

$T$  : Periode waktu antar pesanan

- A : biaya pesan
- D : Kebutuhan
- h : Biaya simpan / tahun

2. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan persediaan maksimum  $R$  dengan menggunakan persamaan berikut

$$\alpha = \frac{Th}{cu} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$R = D(T_o + L) + Z\alpha S\sqrt{T + L} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

- R : *Inventory* maksimum
- L : *leadtime*
- Z $\alpha$  : Nilai Z standar deviasi pada distribusi normal

3. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan ada nya kekurangan) dan nilai total ongkos total persediaan dengan persamaan sebagai berikut.

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ\alpha - (Z\alpha \times \phi Z\alpha)) \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan :

- N : Kemungkinan adanya kekurangan
- S : Standar deviasi
- L : *Leadtime*
- FZ $\alpha$  : Nilai ordinat z
- $\phi Z\alpha$  : Nilai ekspektasi parsial z

Nilai total ongkos:

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{cuN}{T} \dots\dots\dots(2.19)$$

4. Ulangi langkah 2 dengan mengubah  $T_o = T_o + \Delta T_o$

- i. Jika hasil (OT) baru lebih besar dari (OT) awal, penambahan  $T_o$  dihentikan. Kemudian dicoba dengan pengurangan ( $T_o =$

$T_0 - \Delta T_0$ ) sampai ditemukan nilai  $T = T_0$  yang memberikan nilai ongkos total minimal.

- ii. Jika hasil  $(OT)_0$  baru lebih kecil dari  $(OT)_0$  awal, penambahan ( $T_0 = T_0 + \Delta T_0$ ) dilanjutkan dan baru berhenti apabila  $(OT)_0$  baru lebih besar dari  $(OT)_0$  yang dihitung sebelumnya. Harga  $T_0$  yang memberikan ongkos total terkecil  $(OT)$  merupakan selang waktu optimal.

**2.3.2. Komponen Biaya Persediaan Model *Periodic Review* dengan Pertimbangan *Lost Order***

Model berikut hanya berlaku ketika kekurangan persediaan diperlakukan sebagai kerugian penjualan. Dalam hal ini konsumen tidak menunggu sampai barang tersedia dan mencari kebutuhan mereka di tempat lain. Rumus dan ketentuan menghitung *lost sales* hampir sama, perbedaannya terletak pada perhitungan  $\alpha$ .

$$\alpha = \frac{T_h}{T_h + C_u} \dots \dots \dots (2.20)$$

**2.4 Metode *Continuous Review***

Model *continuous review* (model  $Q$ ) adalah model persediaan dimana bahan baku selalu diawasi secara berkala, sehingga ketika persediaan mencapai *reorder point* (ROP) bisa segera dilakukan pemesanan. ROP adalah metode persediaan yang melakukan pemesanan untuk lot tertentu ketika kuantitas yang tersedia turun ke tingkat tertentu atau biasa dikenal dengan *reorder point* (ROP).. Ada beberapa asumsi yang biasa digunakan dalam metode *continuous review* ini, antara lain:

1. Permintaan memiliki distribusi yang normal.
2. Harga bahan baku sama atau konstan.
3. Dasar dari ROP adalah persediaan bersih dan tidak dapat bernilai negatif.
4. Biaya yang ditimbulkan *backorder* bersifat independen.
5. Tidak ada pemesanan, sebelum pemesanan yang sebelumnya diterima.
6. Biaya satu kali pesan konstan.

7. Permintaan item satu persatu sehingga ROP tidak pernah terlewati.
8. Pengiriman bahan baku dalam satu kali kirim atau satu paket.
9. *Supplier* tidak membatasi jumlah pesan.
10. Luas gudang mencukupi untuk pemesanan dalam jumlah besar.

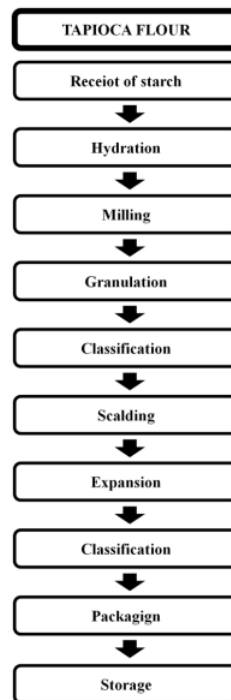
Karena pada dasarnya peninjauan persediaan dilakukan setiap saat, maka ukuran lot pemesanan ( $Q$ ) akan selalu tetap, karena setiap persediaan mencapai titik pemesanan kembali (ROP) akan langsung dilakukan pemesanan sebesar  $Q$ . Akan tetapi karena suatu permintaan bersifat tidak tetap (probabilistik) sedangkan ukuran lot pemesanan ( $Q$ ) selalu tetap, maka interval waktu pemesanan antara satu pemesanan dengan pemesanan yang lainnya dapat bervariasi tergantung dari terjadinya persediaan mencapai titik ROP. Selain itu, kejadian *out of stock* hanya akan terjadi apabila dalam masa lead time, terjadi fluktuasi permintaan yang melewati *safety stock*.

## 2.5 Tepung Tapioka

Tepung tapioka merupakan salah satu produk pati singkong, diperoleh dengan cara ekstraksi yang dilanjutkan dengan proses pengendapan dan pengeringan. Dalam proses untuk memperoleh pati dari singkong (tepung tapioka) hendaknya harus dipertimbangkan faktor usia atau kematangan dari tanaman singkong. Usia optimum yang telah ditemukan berdasarkan hasil penelitian terhadap salah satu varietas singkong jawa yaitu San Pedro Preto adalah usia antara 18-20 bulan, sehingga setelah umbi singkong dibiarkan di tanah maka jumlah kandungan patinya meningkat sampai batas tertentu dan menyerupai kayu.

Pembuatan tepung tapioka dapat dilakukan dengan proses artisanal atau industrial. Dalam produksi artisanal, pati singkong dihidrasi dan diayak dengan saringan 3,0 mm. Partikel halus tersebut kemudian ditekan dengan sedikit gerakan membulat pada kain katun untuk membentuk butiran, yang diayak lagi dalam jaring yang sama. Kemudian, didihkan di atas pelat oven pada suhu sekitar 180°C dengan penggilingan konstan selama 5 menit. Granul dipertahankan dalam keadaan diam selama 24 jam pada suhu kamar, diikuti dengan pemanasan pada suhu 240°C dengan penggilingan yang konstan





Gambar 2.2 Proses pembuatan tepung tapioka  
(Sumber: Klein C, 2016)

Pada gambar 2.2 menjelaskan proses produksi, dimana pati singkong dihidrasi hingga 40% kelembaban dalam benda silinder berputar, membentuk gumpalan besar yang kemudian digiling. Massa terhidrasi yang dihasilkan dipindahkan ke benda silinder berputar kedua, mengarah ke pembentukan butiran dengan diameter berbeda, yang diklasifikasikan untuk menstandarkan ukuran partikel tepung tapioka.



Gambar 2.3 Proses pengolahan tepung tapioka  
(Sumber: Klein C, 2016)

Pada gambar 2.3 pembakaran kemudian dilakukan, di mana butiran dipindahkan ke oven dengan pengadukan mekanis dan manual untuk gelatinisasi

pati. Butiran yang dihasilkan diurutkan berdasarkan diameter. Setelah itu, butiran yang telah diputihkan dipindahkan ke tungku lain, dengan pengadukan konstan, untuk pemuaiian, karena kenaikan suhu, sehingga membentuk tepung tapioka, yang disortir sekali lagi dan dikemas.

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai pH tepung tapioka tidak disyaratkan. Namun demikian ada beberapa institusi mensyaratkan bahwa nilai pH tepung tapioka merupakan salah satu faktor untuk mengetahui mutu tepung tapioka yang berhubungan dengan proses pengolahannya, yaitu pada proses pembentukan pasta. Pembentukan gel optimum terjadi pada pH antara 4-6,5. Menurut Subagyo, A et al (2015) bila pH terlalu tinggi, maka pembentukan pasta makin cepat diperoleh tetapi cepat turun lagi. Sebaliknya bila pH terlalu rendah, maka pembentukan pasta menjadi lambat dan viskositas akan turun bila proses pemanasan dilanjutkan. *The Tapioca Institute of America* (TIA) menetapkan standar pH tepung tapioka sekitar 4,5–6,5.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Penelitian dilakukan di perusahaan UKM Kerupuk Subur yang beralamat di Jalan Gedong Kuning, Gang Nuri Nomor 66, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Subjek penelitian ini adalah persediaan tepung tapioka. Penelitian dilaksanakan dari bulan 16 Januari 2023 hingga 16 Februari 2023.

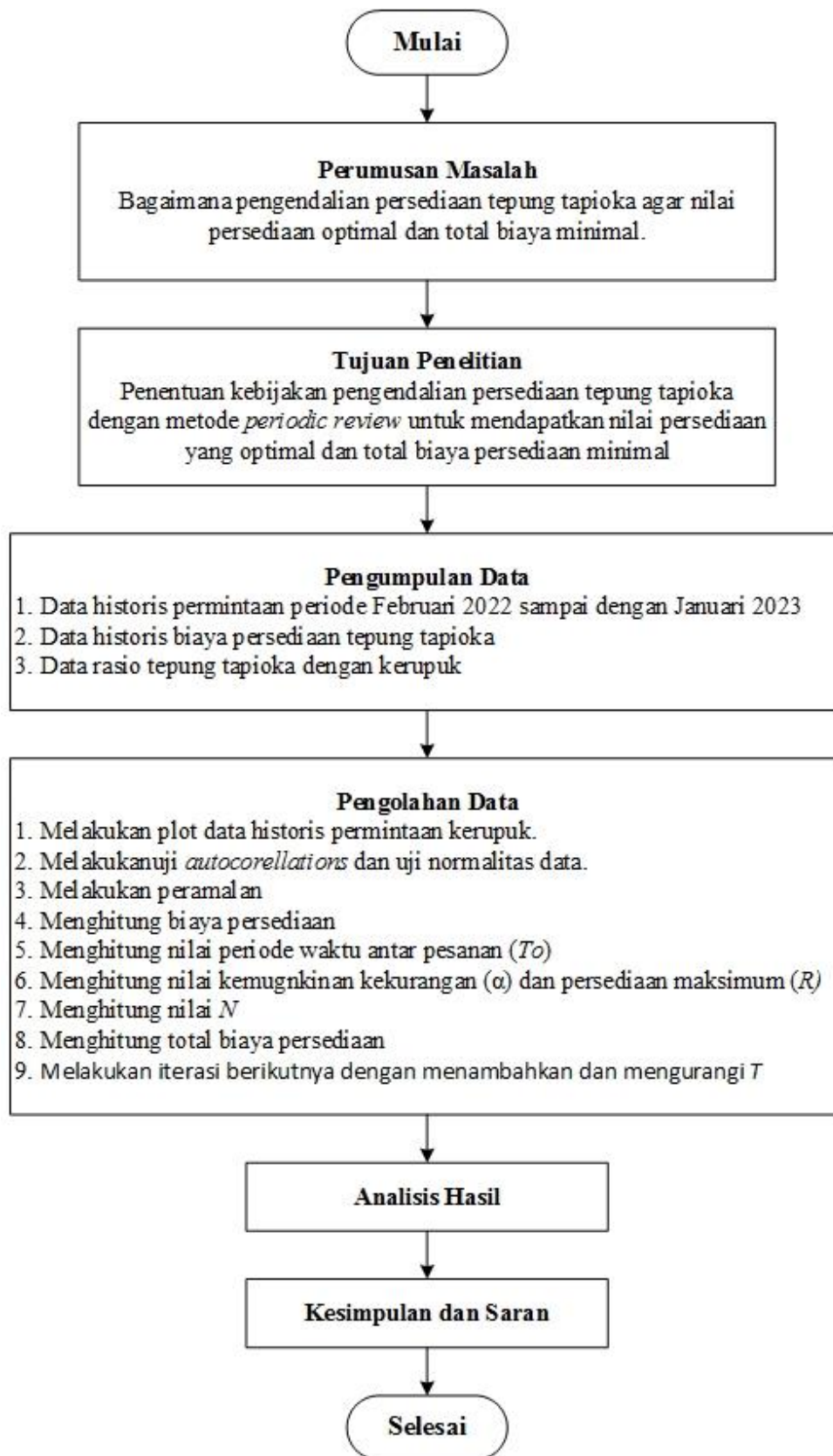
#### **3.2 Pengumpulan Data**

Data yang diperoleh selama penelitian di UKM Kerupuk Subur diantaranya:

1. Data historis permintaan kerupuk periode Februari 2022 sampai dengan Januari 2023
2. Data historis biaya persediaan tepung tapioka
3. Data rasio tepung tapioka dengan kerupuk

#### **3.3 Kerangka Penelitian**

Agar penelitian dapat dilakukan dengan baik dan tujuan penelitian dapat tercapai, maka harus dikembangkan langkah-langkah yang harus dilakukan secara sistematis. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 untuk diagram alur penelitian.



Gambar 3.1 Kerangka penelitian

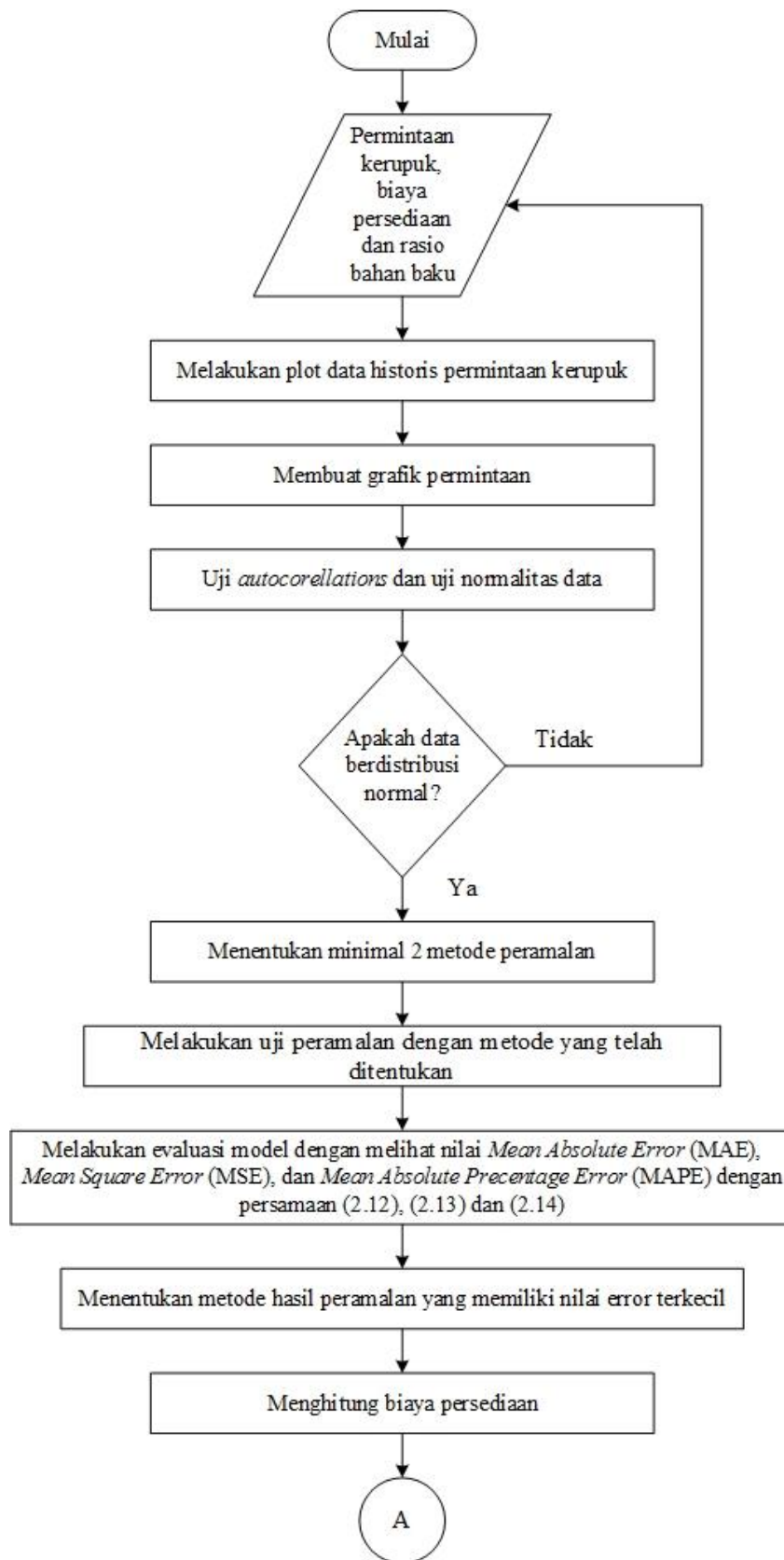
### 3.4 Pengolahan Data

Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan menggunakan metode *periodik review*. Pada perhitungan dengan metode ini akan terlebih dahulu mencari data permintaan berdasarkan peramalan, standar deviasi, interval pemesanan, hingga mendapatkan nilai ongkos yang optimal. Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

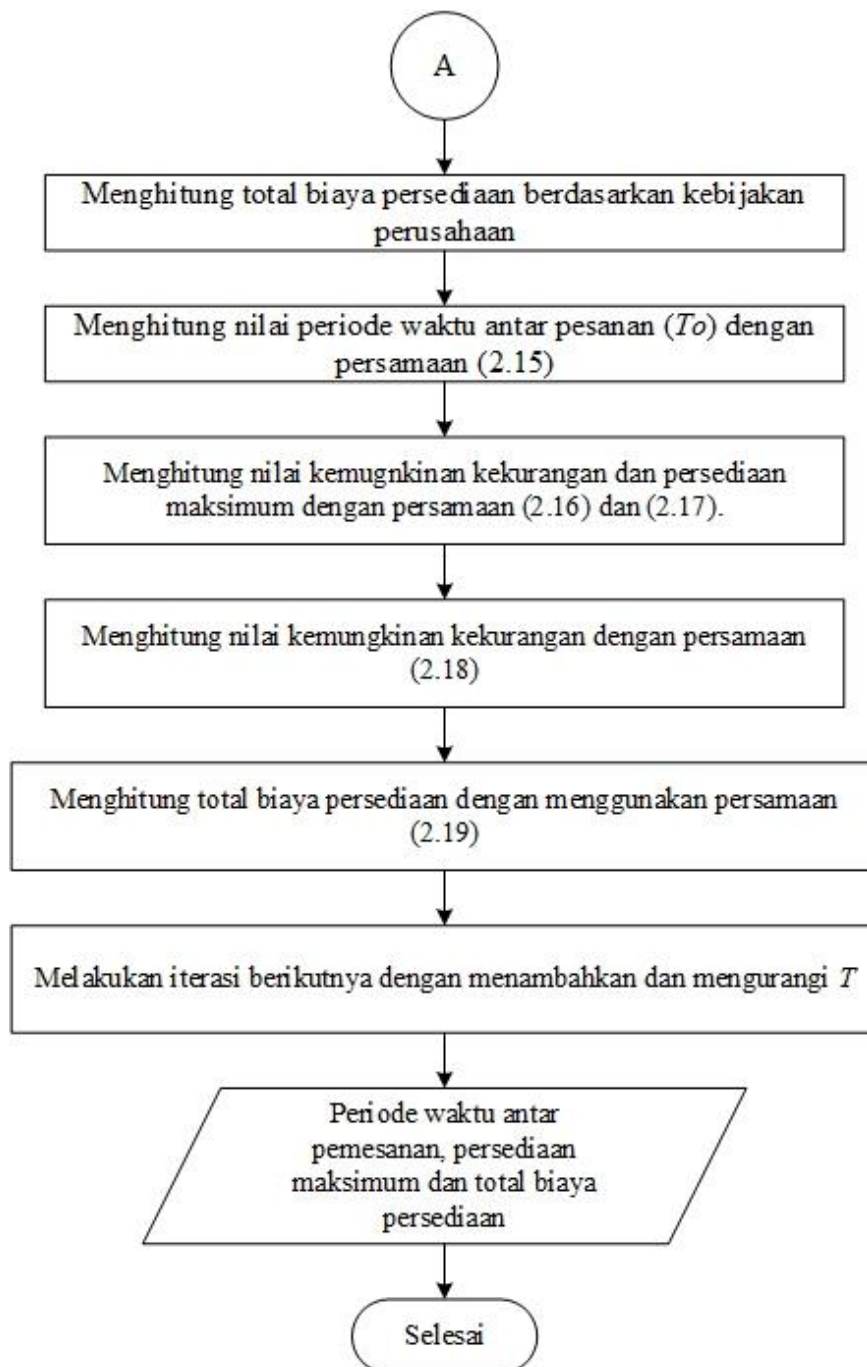
1. Melakukan plot data historis permintaan kerupuk.
2. Melakukan peramalan dengan langkah-langkah berikut.
  - a. Membuat grafik data permintaan untuk melihat pola atau *trend*.
  - b. Melakukan pengujian meliputi pengujian uji normalitas dan *autocorellations* data.
  - c. Menentukan minimal 2 metode peramalan yang sesuai dengan pola data permintaan.
  - d. Melakukan uji peramalan dengan menggunakan metode yang telah ditentukan.
  - e. Melakukan evaluasi model berdasarkan hasil pengujian dengan melihat nilai *Mean Absolute Error* (MAE) menggunakan persamaan (2.12).
  - f. Melakukan evaluasi model berdasarkan hasil pengujian dengan melihat nilai *Mean Square Error* (MSE) menggunakan persamaan (2.13).
  - g. Melakukan evaluasi model berdasarkan hasil pengujian dengan melihat nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menggunakan persamaan (2.14).
  - h. Menentukan metode hasil peramalan yang memiliki nilai error terkecil.
3. Menghitung biaya persediaan dengan mempertimbangkan biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan.
4. Menghitung total biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

5. Menghitung nilai periode waktu antar pesanan ( $T_o$ ) dengan menggunakan persamaan (2.15).
6. Menghitung nilai kemungkinan kekurangan ( $\alpha$ ) menggunakan persamaan (2.16) dan persediaan maksimum ( $R$ ) dengan menggunakan persamaan (2.17).
7. Menghitung nilai  $N$  (kemungkinan ada nya kekurangan) menggunakan persamaan (2.18).
8. Menghitung total biaya persediaan dengan menggunakan persamaan (2.19),
9. Melakukan iterasi berikutnya dengan menambahkan dan mengurangi  $T$  untuk mendapatkan biaya total yang optimal.

*Flowchart* pengolahan data yang akan dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2.a Flowchart Pengolahan Data

Gambar 3.2.b *Flowchart* Pengolahan Data (Lanjutan)

### 3.5 Analisis Hasil

Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah hasil dari proses pengendalian persediaan bahan baku dengan *periodic review* sudah optimal dan dapat diterapkan atau tidak. Adapun langkah-langkah analisis data dilakukan sebagai berikut :



1. Menghitung biaya yang dihasilkan dari pengendalian persediaan menggunakan metode *periodic review*.
2. Membandingkan hasil perhitungan biaya *periodic review* dengan perhitungan biaya kebijakan perusahaan.
3. Memberikan usulan perbaikan kebijakan pengendalian bahan baku perusahaan berdasarkan nilai biaya yang paling optimal.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran merupakan bagian terakhir yang berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian pengolahan data dan analisis hasil.

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di UKM Kerupuk Subur. Data yang dikumpulkan meliputi data stok bahan baku yang dimiliki perusahaan, data permintaan produk, serta biaya-biaya yang terkait dengan persediaan seperti biaya pemesanan, biaya pembelian, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan bahan baku. Dalam pengambilan data terkait dengan stok bahan baku, dilakukan peninjauan terhadap data historis yang dimiliki oleh perusahaan. Data historis yang diambil pada periode Februari 2022 hingga Januari 2023. Dari data yang telah dikumpulkan kemudian dijadikan sebagai bahan acuan dalam tahap pengolahan data.

##### **4.1.1 Data Historis Permintaan Produk**

Data historis permintaan kerupuk pada periode Februari 2022 sampai dengan Januari 2023 ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Historis Permintaan Kerupuk

<b>Tahun</b>	<b>Periode</b>	<b>Kerupuk (pcs)</b>
2022	Februari	998.500
	Maret	976.800
	April	1.007.400
	Mei	1.021.200
	Juni	1.054.600
	Juli	1.036.700
	Agustus	991.000
	September	964.900
	Oktober	957.400
	November	1.009.200
	Desember	1.050.900
	2023	Januari

#### 4.1.2 Data Biaya Beli Bahan Baku

Berikut ini akan dijabarkan mengenai harga beli bahan baku produk kerupuk di UKM Kerupuk Subur. Harga yang digunakan ini merupakan harga yang ditetapkan oleh supplier. Harga barang ini nantinya akan digunakan untuk menghitung biaya simpan.

Tabel 4.2 Harga Bahan Baku

Biaya/Kg (Rp)	Bahan Baku
Rp.10.000	Tepung Tapioka

#### 4.1.3 Data Rasio Bahan Baku

Berikut merupakan rasio bahan baku yang dibutuhkan untuk setiap satu *pieces* kerupuk. Data rasio ini didapatkan dari data kebutuhan rata-rata bahan baku (tepung tapioka) kemudian dibandingkan dengan data rata-rata permintaan setiap bulannya sehingga didapatkan hasilnya sebagai berikut.

Tabel 4.3 Rasio bahan baku

Rasio Bahan Baku : Barang Jadi	
Kerupuk (pcs)	Tepung Tapioka (gram)
1	3,2

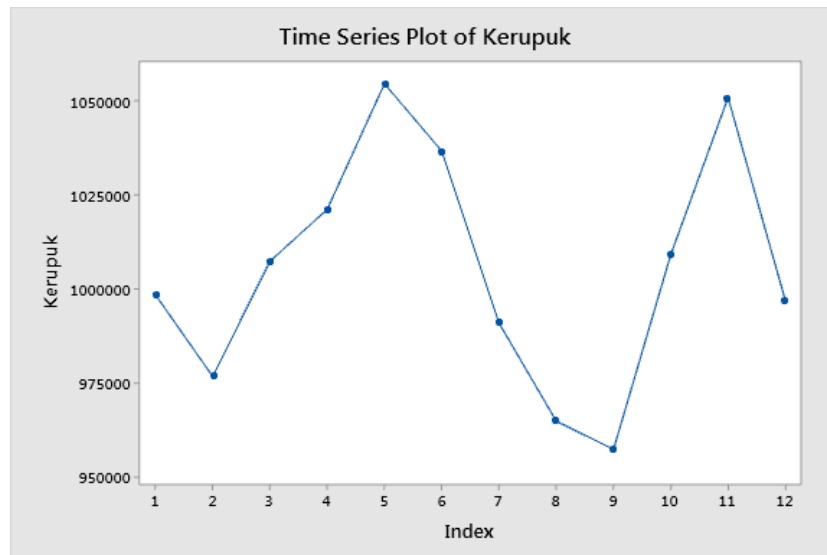
## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dimulai dengan melakukan peramalan, menentukan biaya persediaan, menentukan periode waktu antar pesanan dan nilai persediaan maksimal. Setelah itu, membandingkan total biaya persediaan.

### 4.2.1 Peramalan Permintaan Produk

Peramalan dilakukan guna memperkirakan jumlah permintaan yang akan terjadi pada periode mendatang, sehingga perusahaan dapat memperkirakan kelancaran proses produksinya. Sebelum melakukan peramalan perlunya identifikasi pola sebagai penentuan metode peramalan sangat penting. Maka dari itu pola permintaan terlebih dahulu perlu dilakukan identifikasi. Pada gambar 4.1

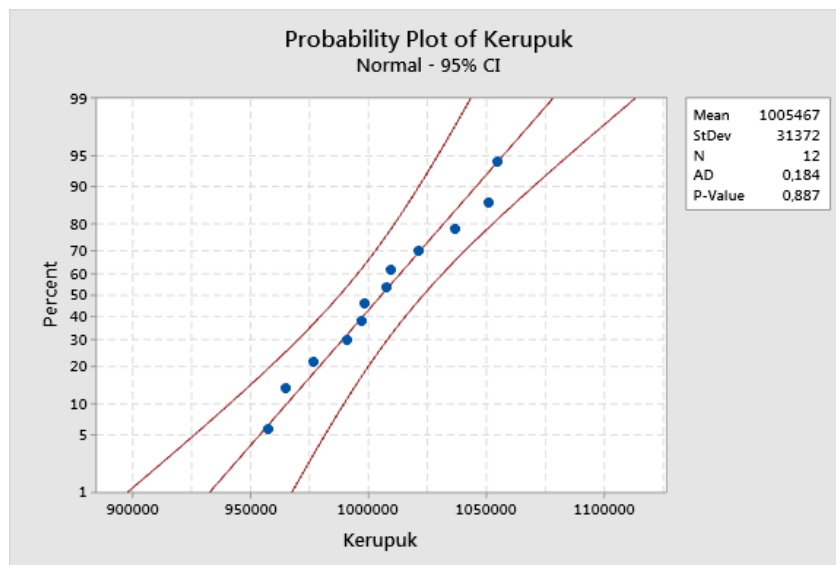
dapat dilihat pola historis permintaan produk dari Februari 2022-Januari 2023 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Plot data permintaan kerupuk

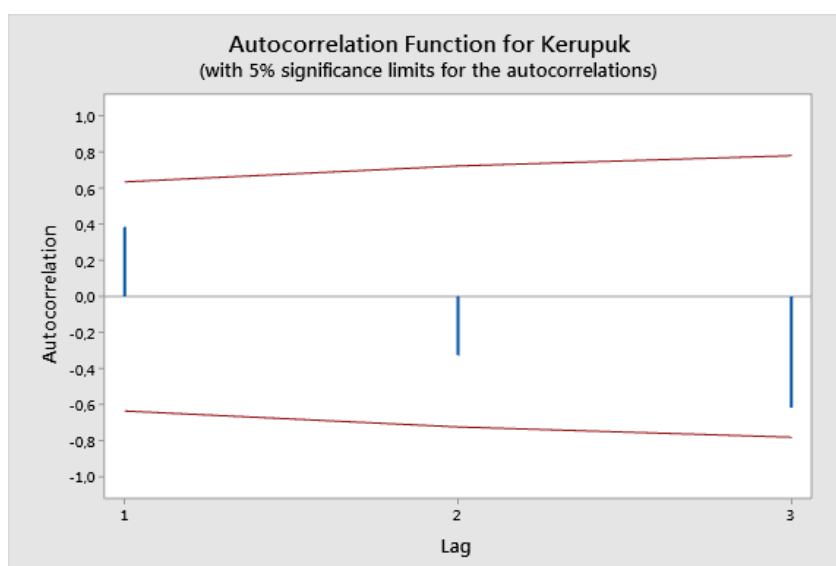
Berdasarkan data historis dari permintaan produk kerupuk dari Februari 2022 sampai Januari 2023 maka dilakukan plot data. Plot data ini digunakan untuk menentukan metode peramalan yang tepat. Berdasarkan plot data pada Gambar 4.1 terlihat bahwa permintaan kerupuk pada tiap periodenya cenderung fluktuatif, tidak memiliki unsur *trend* dan cenderung berpola siklus. Untuk dapat lebih jelas menentukan metode apa yang harus digunakan perlu dilakukan uji diagnosa *Autocorelation Function*. Namun, sebelum melanjutkan pada langkah selanjutnya perlu dilaukan uji normalitas data agar data yang telah diteliti cukup untuk dijadikan analisa.

Uji normalitas data dapat dilaukan dengan *software* Minitab. Uji ini berguna untuk mengetahui data tersebut normal atau tidak. Pada gambar 4.2 merupakan hasil dari pengujian data pada *software* Minitab.



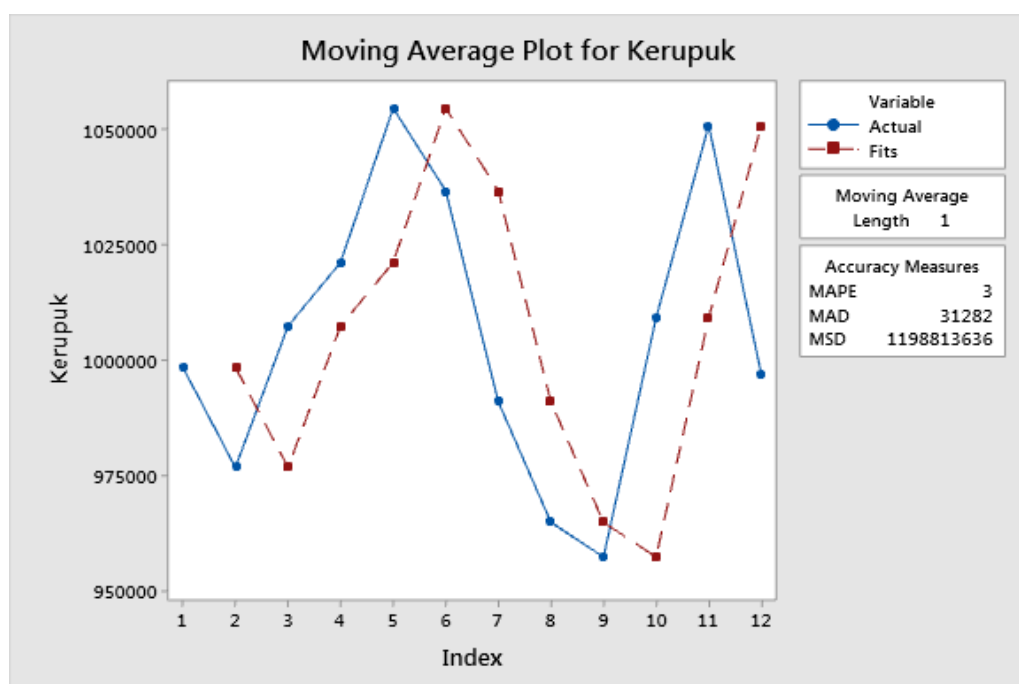
Gambar 4.2 Hasil uji normalitas data

Pada gambar 4.2 hasil uji normalitas data dapat terlihat pada kotak sebelah kanan atas P-Value  $> 0,050$  yang berarti data yang ada bersifat normal. Selanjutnya untuk menentukan metode apa yang akan digunakan dilakukan diagnosa *Autocorrelation Function* (ACF). ACF berguna sebagai diagnosa apakah data yang ada terdapat kolerasi dengan variable perubahan waktu atau tidak dan menunjukkan bahwa data tersebut stasioner atau non stasioner. Hal ini juga mendukung bahwa data tersebut tidak memiliki *trend*. Pada gambar 4.3 merupakan hasil dari uji korelasi.

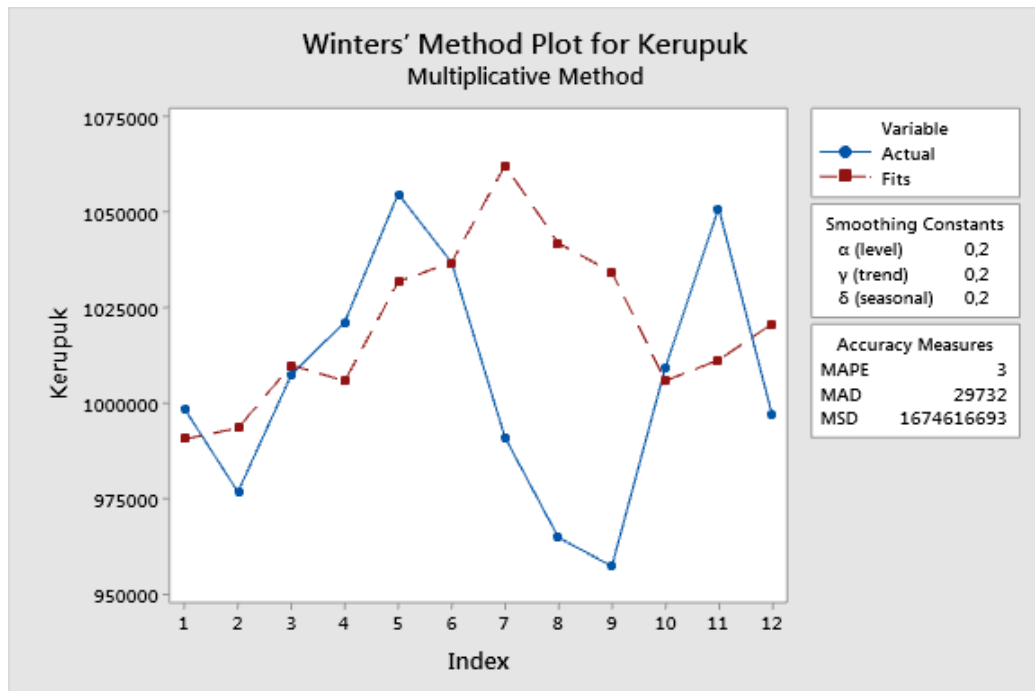
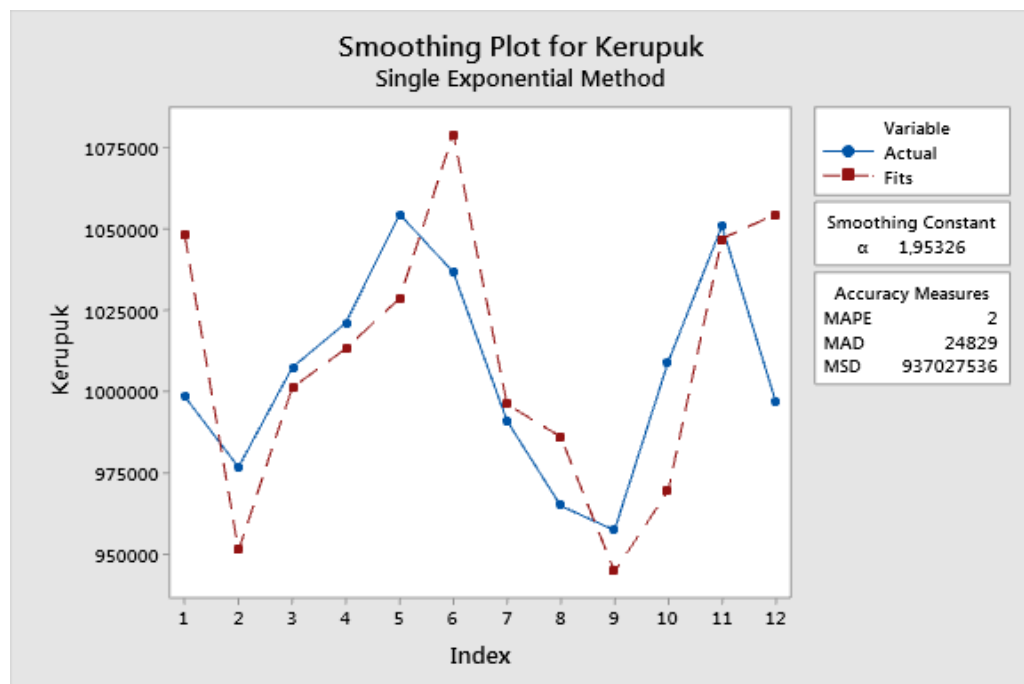
Gambar 4.3 Hasil *autocorrelation function*

Pada gambar 4.3 diatas uji korelasi menunjukkan hasil stasioner. Dapat dilihat pada garis biru yang ada rata-rata tidak melebihi batas garis merah dan pada *lag* kedua mendekati angka nol. Sehingga, dapat dikatakan bahwa data tidak memiliki unsur *trend*. Berdasarkan hasil analisa dan uji diatas, maka metode yang tepat untuk meramalkan adalah *moving average*, *winter method*, dan *single exponential smoothing*. Maka dari itu langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan dengan ketiga metode tersebut dan membandingkan MAPE yang paling terkecil.

Peramalan dilakukan bantuan program Minitab. Nilai *error* yang semakin kecil menunjukkan bahwa peramalan semakin akurat, sebaliknya jika *error* semakin besar maka hasil peramalan tidak akurat. Salah satu kriteria dalam menentukan tingkat akurasi adalah nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE). Berikut merupakan hasil dari peramalan ketiga metode tersebut.



Gambar 4.4 Hasil peramalan metode *Moving Average*

Gambar 4.5 Hasil peramalan metode *Winter*Gambar 4.6 Hasil peramalan metode *Single Exponential Smoothing*

Dari hasil peramalan pada ketiga gambar diatas nilai MAPE terkecil terdapat pada metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE sebesar

2. Hasil peramalan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Hasil peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing*

Tahun	Periode	Kerupuk (pcs)
2022	Februari	1.048.140
	Maret	951.181
	April	1.001.222
	Mei	1.013.289
	Juni	1.028.741
	Juli	1.079.250
	Agustus	996.139
	September	986.102
	Oktober	944.689
	November	969.516
	Desember	1.047.029
	2023	Januari

Dari hasil peramalan pada tabel 4.4 maka selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan bahan baku serta perhitungan biaya penyimpanan dan biaya persediaan baik berdasarkan kebijakan perusahaan dan dengan metode yang ditentukan yaitu *Periodic Review*.

#### 4.2.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku

Berdasarkan hasil peramalan yang didapat, maka peramalan permintaan dapat dikonversi menjadi bahan baku sesuai dengan produk. Produk yang dihasilkan oleh UKM Kerupuk Subur merupakan kerupuk yang berbahan baku tepung tapioka. Tepung tapioka memiliki rasio, *lead time* pengiriman dari *supplier* serta memiliki *scrap* dalam proses produksinya. Dalam pembuatan produk, *lead time* proses produksi memerlukan waktu selama 2 hari sampai menjadi produk jadi. Adapun rincian bahan yang digunakan terdapat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Rincian Bahan Baku dan *Leadtime*

Nama Bahan	Lead Time	Scrap	Produk Jadi
Tepung Tapioka	4 hari	5%	Kerupuk



Dari Tabel 4.5 diatas maka kebutuhan bahan baku produk hasil peramalan dapat dibagi ke dalam bahan produk. Maksud dari *scrap* disini adalah pada saat proses pembuatan produk, bahan yang tercecer selama proses sebanyak presentase dari *scrap* tersebut. Jadi nantinya pada saat produk sudah disajikan dalam bentuk bahan penyusunnya akan dilebihkan jumlah pemesanannya sesuai dengan *scrap* yang sudah ditentukan. Setelah hasil tadi ramalan didapatkan dan tabel detil setiap bahan juga sudah diketahui maka hasil permintaan bulan Februari 2022 untuk seluruh produk dapat dikonversikan menjadi jumlah kebutuhan bahan yang harus dipenuhi. Kemudian, dapat dikonversikan dalam kebutuhan jumlah bahan untuk masing-masing produk. Berikut hasil konversi pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Konversi Bahan Baku

<b>Tahun</b>	<b>Periode</b>	<b>Tepung Tapioka (kg)</b>
2022	Februari	3.522
	Maret	3.196
	April	3.364
	Mei	3.405
	Juni	3.457
	Juli	3.626
	Agustus	3.347
	September	3.313
	Oktober	3.174
	November	3.258
	Desember	3.518
2023	Januari	3.543
<b>Total</b>		<b>40.723</b>

Contoh perhitungan konversi bahan baku tepung tapioka pada periode Februari 2022 adalah sebagai berikut

Konversi bahan baku Februari 2022

$$= (\text{hasil peramalan Februari 2022} \times 3,2 \text{ gram}) + \text{scrap}$$

$$= (1048140 \times 3,2 \text{ gram}) + \text{scrap}$$

$$= (3354048) + (3354048 * 0,05)$$

$$= 3521750,4 \text{ gram}$$

$$= 3521,7504 \text{ kg} \sim 3522 \text{ kilogram}$$

### 4.2.3 Perhitungan Standar Deviasi

Standar deviasi dicari untuk mengetahui seberapa besar lonjakan permintaan yang mungkin terjadi dari sebuah barang tiap bulannya. Data yang dibutuhkan dalam menghitung standar deviasi ini antara lain data permintaan per bulan dan data rata-rata barang tersebut. Standar deviasi disajikan dalam tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Standar Deviasi

Bahan Baku	Standar Deviasi	Satuan
Tepung Tapioka	137,774	138 kg

### 4.2.4 Perhitungan Biaya Penyimpanan

Biaya-biaya yang ditimbulkan untuk pengolahan data adalah biaya pemesanan, biaya pembelian, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan. Berikut merupakan nilai biaya tersebut.

1. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dibutuhkan untuk memperoleh barang dari supplier. Dalam hal ini yang menjadi elemen penyusun biayanya adalah biaya administrasi berupa biaya alat tulis, telfon/pulsa dan biaya pekerja yang melakukan.

Total biaya pemesanan = Rp.125.000

2. Ongkos pembelian bahan baku

Biaya pembelian tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Harga untuk bahan tepung tapioka adalah Rp.10.000/kg.

3. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan bahan baku merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan bahan baku di gudang. Besarnya biaya ini didapat dari hasil penjumlahan antara interest rate dengan biaya operasional gudangnya. Berikut persamaannya.

$$h = I + B$$

Keterangan:

$h$  = Biaya penyimpanan

$I$  = *Interest Rate*

$B$  = Biaya operasional gudang

a. Perhitungan *Interest Rate*

Besarnya bunga pinjam pada tahun 2022 adalah sebesar 5,75%. Berikut merupakan perhitungan *interest rate*.

$I$  = suku bunga bank perbulan x harga beli barang

$$I = \frac{5,75\%}{12} \times 10000$$

$$I = \text{Rp. } 47.91.,$$

b. Perhitungan biaya operasional gedung

Biaya operasional gudang yang diperhitungkan meliputi biaya listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu, *exhaust fan*, dan oven yaitu sebesar Rp. 2.000.000/bulan. Kemudian, rata-rata persediaan di gudang adalah sebesar 5000 kg tepung tapioka. Berikut perhitungan biaya operasional gudang yang mencakup persediaan.

$$B = \frac{\text{Biaya listrik perbulan}}{\text{Biaya rata-rata persediaan}}$$

$$B = \frac{\text{Rp. } 2.000.000}{5000 \text{ kg}}$$

$$B = \text{Rp. } 400.,$$

c. Perhitungan total biaya penyimpanan

$$h = I + B$$

$$h = \text{Rp. } 47.91 + \text{Rp. } 400$$

$$h = \text{Rp. } 447.91 \times 12 \text{ bulan}$$

$$h = \text{Rp. } 5374.9$$

4. Biaya Kekurangan ( $C_u$ )

Biaya kekurangan merupakan biaya kerugian yang harus ditanggung oleh perusahaan apabila mengalami kekurangan persediaan. Biaya ini

ditentukan sebesar 20% dari harga beli barang tersebut. Berikut merupakan perhitungannya.

$$C_u = 20\% \times \text{harga beli barang}$$

$$C_u = 20\% \times \text{Rp. 10.000}$$

$$C_u = \text{Rp. 2.000}$$

Tabel 4.8 Rekapitulasi biaya bahan baku

Bahan Baku	Biaya Pesan	Biaya Pembelian	Biaya Penyimpanan	Biaya Kekurangan
Tepung Tapioka	Rp.125.000	Rp.10.000	Rp.5374,9	Rp.2000

#### 4.2.5 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

1. Menghitung biaya pemesanan

$$\text{Biaya pemesanan} = (\text{biaya pesan} \times \text{frekuensi pemesanan})$$

$$\text{Biaya pemesanan} = (125000 \times 12)$$

$$= \text{Rp.1.500.000 / tahun}$$

2. Menghitung biaya simpan

$$\text{Biaya penyimpanan} = \text{biaya simpan} \times \text{total persediaan}$$

$$= 5374,9 \times 5000\text{kg}$$

$$= \text{Rp.26.874.500 / tahun}$$

3. Total biaya persediaan

$$\text{TC} = \text{Biaya pemesanan} + \text{Biaya penyimpanan}$$

$$= \text{Rp.1.500.000} + \text{Rp.26.874.500}$$

$$= \text{Rp. 28.374.500 / tahun}$$

#### 4.2.6 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Metode *Periodic Review* Dengan Data Aktual Perusahaan

1. Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_o = \sqrt{\frac{2A}{Dh}}$$

$$T_o = \sqrt{\frac{2(125.000)}{40723(5374,9)}}$$

$$T_o = 0,034 \text{ tahun}$$

$$T_o = 13 \text{ hari}$$

2. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,034)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,091$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,091$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,70$

3. Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S\sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,034 + 0,014) + (1,70)137,774\sqrt{0,034 + 0,014}$$

$$R = 1954,7 + 234,22\sqrt{0,048}$$

$$R = 1954,7 + 51,31$$

$$R = 2006,01$$

$$R = 2006 \text{ kg}$$

4. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0940$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,034 + 0,014} (0,940 - (1,70 \times 0,0183))$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,048} (0,940 - 0,031)$$

$$N = 2,74$$

5. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,034} + 5374,9 \left( 2006 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,034)}{2} \right) + \frac{(2000)(2,74)}{0,034}$$

$$OT = 3676470,6 + 5374,9 (2006 - 570,122 - 692,291) + 161176,47$$

$$OT = \text{Rp. } 7.834.353$$

Dengan  $T_0$  sebesar 0,034 tahun atau 13 hari didapatkan nilai persediaan maksimal sebesar 2006kg dan biaya persediaan sebesar Rp.7.834.353/tahun. Selanjutnya akan dilakukan beberapa skenario dengan menambahkan dan mengurangi nilai  $T$  untuk mencari nilai periode pemesanan dengan biaya yang paling optimal.

## 6. Skenario 1.

Menghitung nilai  $T$  dengan penambahan sebesar 0,002.

1) **Tahap 1**

a. Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T1 = T_0 + 0,002$$

$$T1 = 0,034 + 0,025$$

$$T1 = 0,036 \text{ tahun}$$

$$T1 = 13 \text{ hari}$$

b. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,036)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,096$$

Dengan menggunakan tabel Z maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,096$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,65$

- c. Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,036 + 0,014) + (1,65)137,774\sqrt{0,036 + 0,014}$$

$$R = 2086,98$$

$$R = 2087 \text{ kg}$$

- d. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S \sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel B), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,1023$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0206$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,036 + 0,014} (0,1023 - (1,65 \times 0,0206))$$

$$N = 2,104$$

- e. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT =$$

$$\frac{125000}{0,036} + 5374,9 \left( 2087 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,036)}{2} \right) +$$

$$\frac{(2000)(2,104)}{0,036}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.802.302$$

Dengan dilakukan penambahan nilai  $T$  dengan  $T_o$  didapatkan  $T_I$  sebesar 0,036 tahun atau 13 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 2087kg dan total biaya sebesar Rp.7.802.302. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih minimal dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dengan menambahkan nilai  $T_I$  dengan 0,002.

2) **Tahap 2**

- a. Hitung nilai
- $T$
- dengan formulasi

$$T_2 = T_1 + 0,002$$

$$T_2 = 0,036 + 0,002$$

$$T_2 = 0,038 \text{ tahun}$$

$$T_2 = 14 \text{ hari.}$$

- b. Hitung nilai kemungkinan kekurangan
- $\alpha$
- dan nilai persediaan maksimum
- $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,038)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0946$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0946$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,7$

- c. Hitung nilai persediaan maksimum
- $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,038 + 0,014) + (1,7)137,774\sqrt{0,038 + 0,014}$$

$$R = 2171,1$$

$$R = 2172 \text{ kg}$$

- d. Hitung nilai
- $N$
- (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S \sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,094$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,038 + 0,014} (0,094 - (1,65 \times 0,0183))$$

$$N = 1,976$$



e. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT =$$

$$\frac{125000}{0,038} + 5374,9 \left( 2172 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,038)}{2} \right) +$$

$$\frac{(2000)(1,976)}{0,038}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.844.176$$

Dengan dilakukan penambahan nilai  $T$  dengan  $T_1$  didapatkan  $T_2$  sebesar 0,038 tahun atau 14 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 2172kg dan total biaya sebesar Rp.7.844.176. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga tidak perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya karena pada tahap ini biaya yang dihasilkan sudah mengalami kenaikan.

7. Skenario 2.

Menghitung nilai  $T$  dengan dengan mengurangi  $T$  sebesar 0,002

1) **Tahap 1**

a) Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_1 = T_0 - 0,002$$

$$T_1 = 0,034 - 0,002$$

$$T_1 = 0,032 \text{ tahun}$$

$$T_1 = 11 \text{ hari}$$

b) Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,032)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0859$$

Dengan menggunakan tabel Z maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0859$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,7$

- c) Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,032 + 0,014) + (1,7)137,774\sqrt{0,032 + 0,014}$$

$$R = 1924 \text{ kg}$$

- d) Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel B), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0940$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,032 + 0,014} (0,0940 - (1,75 \times 0,0183))$$

$$N = 1,858$$

- e) Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,032} + 5374,9 \left( 1924 - (40723)(0,014) - \right.$$

$$\left. \frac{(40723)(0,032)}{2} \right) + \frac{(2000)(1,858)}{0,032}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.797.222$$

Dengan dilakukan skenario pengurangan nilai  $T$  dengan  $T_o$  didapatkan  $T_I$  sebesar 0,032 tahun atau 11 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 1924kg dan total biaya sebesar Rp.7.797.222/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih minimal dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dengan mengurangi nilai  $T_I$  dengan 0,002.

2) **Tahap 2**a) Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_2 = T_1 - 0,002$$

$$T_2 = 0,032 - 0,002$$

$$T_2 = 0,03 \text{ tahun}$$

$$T_2 = 11 \text{ hari}$$

b) Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$ 

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,03)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0806$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0806$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,75$

c) Hitung nilai persediaan maksimum  $R$ 

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,03 + 0,014) + (1,75)137,774\sqrt{0,03 + 0,014}$$

$$R = 1843 \text{ kg}$$

d) Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel B), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0863$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0162$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,03 + 0,014} (0,0853 - (1,75 \times 0,0162))$$

$$N = 1,675$$

e) Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,03} + 5374,9 \left( 1843 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,03)}{2} \right) + \frac{(2000)(1,675)}{0,03}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.836.695$$

Dengan dilakukan skenario pengurangan nilai  $T_1$  didapatkan  $T_2$  sebesar 0,03 tahun atau 11 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 1843kg dan total biaya sebesar Rp.7.836.695/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga tidak perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya karena pada tahap ini sudah mengalami kenaikan.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan beberapa skenario, berikut merupakan rincian tabel hasil perhitungan nilai total biaya persediaan dengan metode *periodic review* dengan data permintaan aktual perusahaan di UKM Kerupuk Subur.

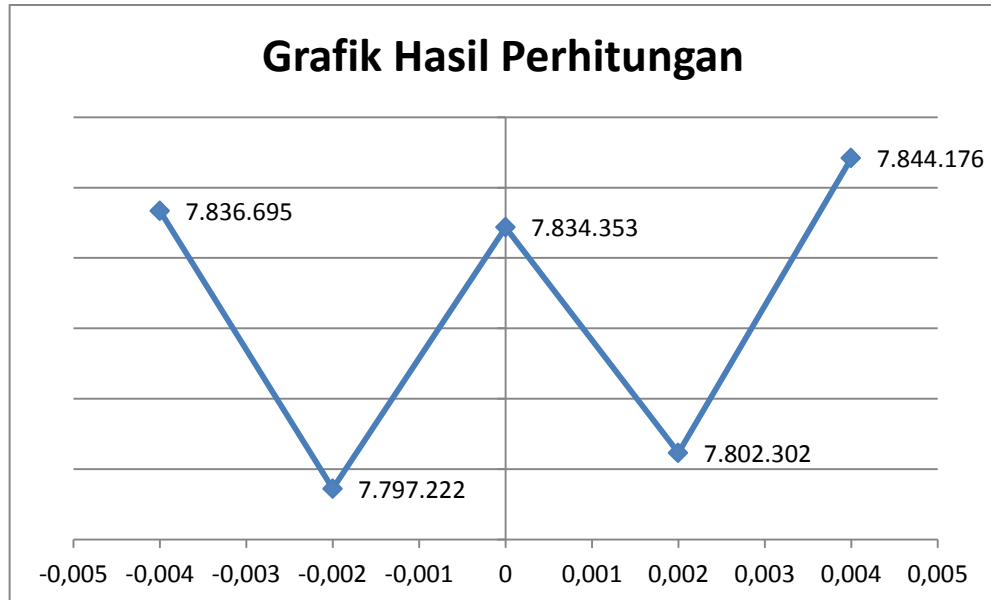
Tabel 4.9 Hasil perhitungan data aktual dengan skenario 1

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	13	2087	Rp. 7.802.302
	Ke-2 ( $T_2$ )	14	2172	Rp. 7.844.176

Tabel 4.10 Hasil perhitungan data aktual dengan skenario 2

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	11	1924	Rp. 7.797.222
	Ke-2 ( $T_2$ )	11	1843	Rp. 7.836.695

Dari rincian hasil perhitungan perencanaan persediaan yang tersaji pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 didapatkan grafik perhitungan sebagai berikut



Gambar 4.7 Grafik hasil perhitungan dengan data aktual

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai biaya yang paling optimal ada pada skenario 2 tahap pertama, yaitu dengan nilai total biaya persediaan sebesar Rp.7.797.222. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kuantitas optimal pada skenario yang terpilih.

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A+CuN)}{h}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(40723)(125000+(2000)(1,858))}{5374,9}}$$

$$Q = 1396,58 \text{ kg}$$

$$Q = 1397 \text{ kg.}$$

#### 4.2.7 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Metode *Periodic Review* Dengan Data Hasil Peramalan

1. Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_o = \sqrt{\frac{2A}{Dh}}$$

$$T_o = \sqrt{\frac{2 (125.000)}{40723(5374,9)}}$$

$$T_o = 0,034 \text{ tahun}$$

$$T_o = 13 \text{ hari}$$

2. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,034)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,091$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,091$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,70$

3. Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S\sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,034 + 0,014) + (1,70)137,774\sqrt{0,034 + 0,014}$$

$$R = 1954,7 + 234,22\sqrt{0,048}$$

$$R = 1954,7 + 51,31$$

$$R = 2006 \text{ kg}$$

4. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0940$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,034 + 0,014} (0,940 - (1,70 \times 0,0183))$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,048} (0,940 - 0,031)$$

$$N = 2,74$$

5. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,034} + 5374,9 \left( 2006 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,034)}{2} \right) + \frac{(2000)(2,74)}{0,034}$$

$$OT = 3676470,6 + 5374,9 (2006 - 570,122 - 692,291) + 161176,47$$

$$OT = \text{Rp. } 7.834.353$$

Dengan  $T_0$  sebesar 0,034 tahun atau 13 hari didapatkan nilai persediaan maksimal sebesar 2006kg dan biaya persediaan sebesar Rp.7.834.353/tahun. Selanjutnya akan dilakukan beberapa skenario dengan menambahkan dan mengurangi nilai  $T$  untuk mencari nilai periode pemesanan dengan biaya yang paling optimal.

## 6. Skenario 1.

Menghitung nilai  $T$  dengan penambahan sebesar 0,002.

1) **Tahap 1**

a. Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T1 = T_0 + 0,002$$

$$T1 = 0,034 + 0,025$$

$$T1 = 0,036 \text{ tahun}$$

$$T1 = 13 \text{ hari}$$

b. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,036)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,096$$

Dengan menggunakan tabel Z maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,096$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,65$

- c. Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,036 + 0,014) + (1,65)137,774\sqrt{0,036 + 0,014}$$

$$R = 2086,98$$

$$R = 2087 \text{ kg}$$

- d. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S \sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel B), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,1023$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0206$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,036 + 0,014} (0,1023 - (1,65 \times 0,0206))$$

$$N = 2,104$$

- e. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT =$$

$$\frac{125000}{0,036} + 5374,9 \left( 2087 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,036)}{2} \right) +$$

$$\frac{(2000)(2,104)}{0,036}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.802.302$$

Pada skenario 1 tahap pertama dilakukan penambahan nilai  $T_o$  dengan 0,002, sehingga didapatkan nilai  $T_l$  sebesar 0,036 tahun atau 13 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 2087kg dan total biaya sebesar Rp.7.802.302. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih minimal dibandingkan



dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dengan menambahkan nilai  $T_1$  dengan 0,002.

2) **Tahap 2**

- a. Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_2 = T_1 + 0,002$$

$$T_2 = 0,036 + 0,002$$

$$T_2 = 0,038 \text{ tahun}$$

$$T_2 = 14 \text{ hari.}$$

- b. Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,038)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0946$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0946$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,7$

- c. Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,038 + 0,014) + (1,7)137,774\sqrt{0,038 + 0,014}$$

$$R = 2171,1$$

$$R = 2172 \text{ kg}$$

- d. Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,094$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,038 + 0,014} (0,094 - (1,65 \times 0,0183))$$

$$N = 1,976$$

e. Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT =$$

$$\frac{125000}{0,038} + 5374,9 \left( 2172 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,038)}{2} \right) + \frac{(2000)(1,976)}{0,038}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.844.176$$

Pada tahap kedua dilakukan penambahan nilai  $T_1$  dengan 0,002 sehingga didapatkan  $T_2$  sebesar 0,038 tahun atau 14 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 2172kg dan total biaya sebesar Rp.7.844.176. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga tidak perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya karena pada tahap ini sudah mengalami kenaikan.

## 7. Skenario 2.

Menghitung nilai  $T$  dengan dengan mengurangi  $T$  sebesar 0,002

### 1) Tahap 1

a) Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_1 = T_0 - 0,002$$

$$T_1 = 0,034 - 0,002$$

$$T_1 = 0,032 \text{ tahun}$$

$$T_1 = 11 \text{ hari}$$

b) Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,032)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0859$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0859$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,7$

- c) Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,032 + 0,014) + (1,7)137,774\sqrt{0,032 + 0,014}$$

$$R = 1924 \text{ kg}$$

- d) Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0940$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0183$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,032 + 0,014} (0,0940 - (1,75 \times 0,0183))$$

$$N = 1,858$$

- e) Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,032} + 5374,9 \left( 1924 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,032)}{2} \right) + \frac{(2000)(1,858)}{0,032}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.797.222$$

Pada skenario 2 tahap pertama dilakukan pengurangan nilai  $T_o$  dengan 0,002 sehingga didapatkan nilai  $T_l$  sebesar 0,032 tahun atau 11 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 1924kg dan total biaya sebesar Rp.7.797.222/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih minimal

dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dengan mengurangi nilai  $T_1$  dengan 0,002.

2) **Tahap 2**

a) Hitung nilai  $T$  dengan formulasi

$$T_2 = T_1 - 0,002$$

$$T_2 = 0,032 - 0,002$$

$$T_2 = 0,03 \text{ tahun}$$

$$T_2 = 11 \text{ hari}$$

b) Hitung nilai kemungkinan kekurangan  $\alpha$  dan nilai persediaan maksimum  $R$

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$\alpha = \frac{(0,03)(5374,9)}{2000}$$

$$\alpha = 0,0806$$

Dengan menggunakan tabel  $Z$  maka ditemukan untuk  $\alpha = 0,0806$  maka nilai  $Z_\alpha = 1,75$

c) Hitung nilai persediaan maksimum  $R$

$$R = D(T_o + L) + Z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

$$R = 40723(0,03 + 0,014) + (1,75)137,774\sqrt{0,03 + 0,014}$$

$$R = 1843 \text{ kg}$$

d) Hitung nilai  $N$  (kemungkinan adanya kekurangan)

$$N = S\sqrt{T + L} (FZ_\alpha - (Z_\alpha \times \phi Z_\alpha))$$

Dari tabel distribusi probabilitas normal baku (Tabel  $B$ ), diperoleh:

$$FZ_\alpha = 0,0863$$

$$\phi Z_\alpha = 0,0162$$

$$N = (137,774)\sqrt{0,03 + 0,014} (0,0853 - (1,75 \times 0,0162))$$

$$N = 1,675$$

e) Menghitung total biaya *periodic review*

$$OT = \frac{A}{T} + h \left( R - DL - \frac{DT}{2} \right) + \frac{CuN}{T}$$

$$OT = \frac{125000}{0,03} + 5374,9 \left( 1843 - (40723)(0,014) - \frac{(40723)(0,03)}{2} \right) + \frac{(2000)(1,675)}{0,03}$$

$$OT = \text{Rp. } 7.836.695$$

Pada tahap kedua dilakukan pengurangan nilai  $T_1$  dengan 0,002 sehingga didapatkan  $T_2$  sebesar 0,03 tahun atau 11 hari dengan nilai persediaan maksimal sebesar 1843kg dan total biaya sebesar Rp.7.836.695/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biaya yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan nilai biaya sebelumnya, sehingga tidak perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya karena pada tahap ini sudah mengalami kenaikan.

Berikut merupakan tabel perhitungan nilai total biaya persediaan dengan metode *periodic review* berdasarkan data peramalan permintaan di UKM Kerupuk Subur.

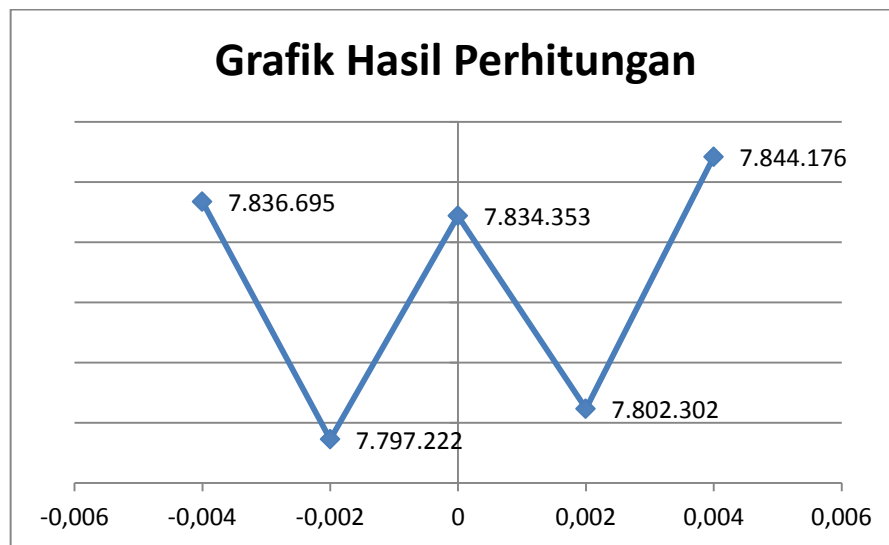
Tabel 4.11 Hasil perhitungan perencanaan dengan skenario 1

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	13	2087	Rp. 7.802.302
	Ke-2 ( $T_2$ )	14	2172	Rp. 7.844.176

Tabel 4.12 Hasil perhitungan perencanaan dengan skenario 2

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	11	1924	Rp. 7.797.222
	Ke-2 ( $T_2$ )	11	1843	Rp. 7.836.695

Dari rincian hasil perhitungan perencanaan persediaan yang tersaji pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 didapatkan grafik perhitungan sebagai berikut.



Gambar 4.8 Grafik hasil perhitungan perencanaan persediaan

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai biaya yang paling optimal ada pada skenario 2 tahap pertama, yaitu dengan nilai total biaya persediaan sebesar Rp.7.797.222. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kuantitas optimal pada skenario yang terpilih.

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A+CuN)}{h}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(40723)(125000+(2000)(1,858))}{5374,9}}$$

$$Q = 1396,58 \text{ kg}$$

$$Q = 1397 \text{ kg}$$

### 4.3 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas, analisis hasil dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengolahan data historis perusahaan menggunakan minitab 19, dilakukan peramalan dengan 3 metode peramalan, yaitu *Moving Average*, *Winter's Method* dan *Single Exponential Smoothing*. Hasil dari ketiga metode tersebut yang menghasilkan MAPE terkecil adalah metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE 2.

Kemudian dari hasil peramalan didapatkan total permintaan bahan baku tepung tapioka untuk periode berikutnya.

2. Hasil perhitungan dengan metode *periodic review* dengan data permintaan aktual perusahaan

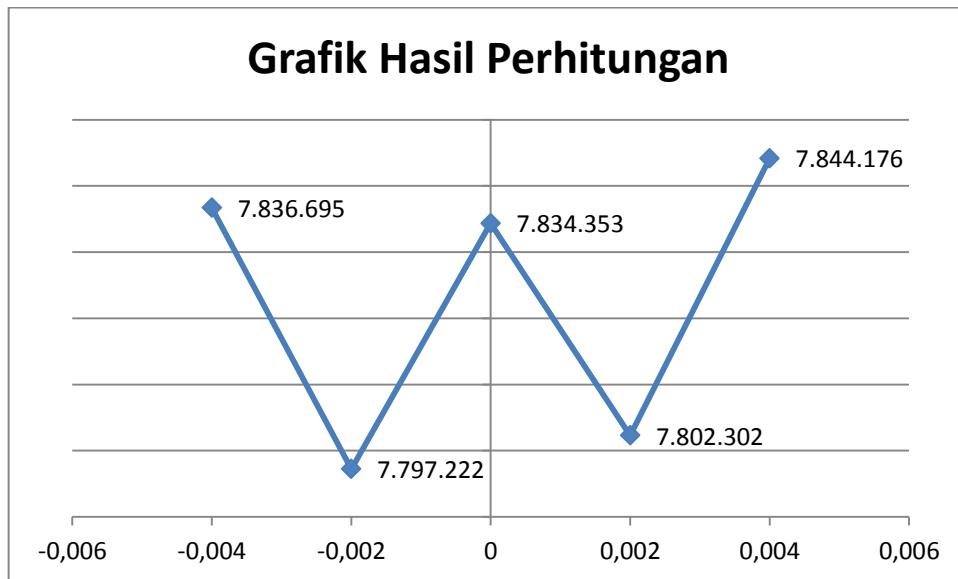
Total biaya persediaan dihitung berdasarkan data permintaan aktual perusahaan menggunakan metode *periodic review* dengan beberapa skenario. Skenario dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai biaya yang paling minimum dengan cara menambahkan dan mengurangi nilai periode waktu antar pesanan sebesar 0,002 tahun. Rincian hasil perhitungan disajikan dalam tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan data aktual dengan skenario 1

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	13	2087	Rp. 7.802.302
	Ke-2 ( $T_2$ )	14	2172	Rp. 7.844.176

Tabel 4.14 Hasil perhitungan data aktual dengan skenario 2

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	11	1924	Rp. 7.797.222
	Ke-2 ( $T_2$ )	11	1843	Rp. 7.836.695



Gambar 4.9 Hasil perhitungan data aktual

Gambar grafik dan tabel diatas menunjukkan bahwa perhitungan dilakukan dengan menggunakan 2 skenario untuk menentukan periode waktu antar pemesanan yang paling optimal. Skenario 1 dilakukan dengan penambahan nilai periode waktu antar pemesanan ( $T$ ) sebesar 0,002. Penambahan dilakukan terus menerus hingga beberapa tahap, kemudian dihentikan ketika biaya yang didapatkan tidak lebih minimal dibandingkan tahap sebelumnya. Sedangkan skenario 2 dilakukan dengan mengurangi nilai periode waktu antar pemesanan sebesar 0,002. Mekanisme pengurangannya sama dan berhenti ketika biaya yang didapatkan tidak lebih minimal dibanding tahap sebelumnya. Setelah dilakukan skenario perhitungan dengan menambahkan dan mengurangi nilai periode waktu antar pemesanan, didapatkan hasil yang paling optimal yaitu pada skenario 2 tahap pertama dengan mengurangi nilai periode waktu antar pemesanan ( $T$ ). Dimana periode waktu antar pemesanan didapatkan sebesar 11 hari sekali, nilai persediaan maksimum sebesar 1924 kilogram dan total biaya persediaan sebesar Rp.7.797.222/tahun serta kuantitas pemesanan optimal sebesar 1397kg. Hal ini menjadikan hasil perhitungan tersebut



sebagai masukan dan dapat menjadi perbandingan perhitungan dengan total biaya persediaan kebijakan perusahaan.

3. Perbandingan hasil perhitungan dengan kebijakan perusahaan

Hasil perhitungan metode *periodic review* yang memiliki nilai total biaya persediaan minimum, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan kebijakan perusahaan. Dimana perbandingan hasil dari perhitungan menggunakan metode *periodic review* dengan kebijakan perusahaan ditunjukkan dalam tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perbandingan biaya *periodic review* dengan perusahaan

<b>Bahan Baku</b>	<b>Hasil</b>	<b>Total Biaya Persediaan</b>
Tepung Tapioka	<i>Periodic Review</i>	Rp.7.797.222.
	Kebijakan Perusahaan	Rp. 28.374.500

Berdasarkan tabel 4.15 diatas menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang diperoleh dengan metode *periodic review* adalah sebesar Rp.7.797.222. Sedangkan nilai hasil perhitungan dengan kebijakan perusahaan didapatkan total biaya sebesar Rp. 28.374.500. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh tersebut, dapat diketahui bahwa metode *periodic review* menghasilkan total biaya yang lebih minimum daripada total biaya kebijakan perusahaan saat ini. Sehingga metode *periodic review* memiliki hasil perhitungan persediaan yang lebih optimal dibandingkan kebijakan perusahaan.

4. Hasil perencanaan persediaan metode *periodic review* dengan data peramalan permintaan

Setelah dilakukan perbandingan total biaya persediaan menggunakan data permintaan aktual perusahaan, maka selanjutnya dilakukan perencanaan persediaan dengan menghitung total biaya persediaan yang akan dikeluarkan pada periode selanjutnya. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode yang sama yaitu *periodic review* namun data yang digunakan merupakan data hasil peramalan permintaan yang telah dilakukan. Hasil perhitungan perencanaan persediaan ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4.16 Hasil perhitungan perencanaan dengan skenario 1

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	13	2087	Rp. 7.802.302
	Ke-2 ( $T_2$ )	14	2172	Rp. 7.844.176

Tabel 4.17 Hasil perhitungan perencanaan dengan skenario 2

Bahan Baku	Tahap	Periode Waktu	Nilai	Total Biaya
		Antar Pemesanan (hari)	Persediaan Maksimum (kg)	
Tepung Tapioka	Ke-0 ( $T_0$ )	13	2006	Rp. 7.834.353
	Ke-1 ( $T_1$ )	11	1924	Rp. 7.797.222
	Ke-2 ( $T_2$ )	11	1843	Rp. 7.836.695

Perhitungan perencanaan persediaan dilakukan seperti pada perhitungan dengan data aktual, yaitu dengan menggunakan 2 skenario. Skenario 1 dengan menambahkan nilai  $T$  dan skenario 2 dengan mengurangi nilai  $T$ . Sehingga berdasarkan Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 diketahui bahwa skenario 2 tahap pertama mendapatkan hasil total biaya yang paling minimal dibandingkan dengan skenario tahap lainnya, yaitu sebesar Rp. 7.797.222. Dengan periode waktu antar pesanan setiap 11 hari sekali dan nilai persediaan maksimum sebesar 1924kg serta kuantitas pemesanan optimal sebesar 1397kg setiap periode nya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perencanaan persediaan dengan metode *periodic review* memiliki nilai total biaya yang minimum, sehingga dapat menjadi masukan bagi perusahaan.

##### 5. Pengaruh hasil perhitungan dengan kualitas tepung tapioka

Tepung tapioka memiliki waktu kadaluarsa yang berbeda-beda tergantung pada beberapa faktor, seperti suhu ruangan dan pH. *The Tapioca Institute of America* (TIA) menetapkan standar pH tepung tapioka sekitar 4,5–6,5. Dengan suhu ruangan normal, tepung tapioka mampu bertahan hingga 3,8 bulan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *periodic review*, didapatkan waktu antar periode

pemesanan tepung tapioka yaitu setiap 11 hari sekali dengan persediaan maksimum yang ada digudang sebesar 1924kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa periode pemesanan yang didapatkan tidak akan mempengaruhi kualitas tepung, karena periode pemesanan yang dilakukan relatif lebih cepat dan tidak menimbulkan terlalu banyak penyimpanan tepung tapioka didalam gudang. Sehingga hal tersebut dapat mengurangi terjadinya penurunan kualitas tepung sekaligus mengurangi total biaya persediaan perusahaan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kuantitas pemesanan bahan baku tepung tapioka ditentukan berdasarkan periode waktu antar pemesanan dan besarnya akan berbeda antara satu pesan dengan yang lain, dengan kuantitas pemesanan yang optimal sebesar 1397kg, nilai persediaan maksimum yang diharapkan sebesar 1924kg, dan periode waktu antar pemesanan setiap 11 hari serta total biaya persediaan yang didapatkan sebesar Rp.7.797.222 pertahun. Sedangkan perhitungan total biaya berdasarkan kebijakan perusahaan didapatkan hasil yaitu Rp. 28.374.500 pertahunnya. Sehingga nilai penghematan biaya persediaan yang didapatkan yaitu sebesar 200% dari sebelumnya. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perencanaan persediaan dengan metode *periodic review* memiliki hasil perhitungan persediaan yang lebih optimal.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan lebih dalam terkait umur dan ketahanan material yang diteliti.
2. Penelitian selanjutnya dapat dirancang sistem aplikasi atau semacamnya yang menghitung persediaan sehingga laporan data lebih aktual dan terstruktur.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan di seluruh divisi pada perusahaan sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat lebih baik dari penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alan, P. Taylor., & Mark, P., Taylor. (2004). The Purchasing Power Parity Debate. *Journal of Economic Perspective* (vol. 18, no. 4). Fall.
- Arisoma, D. S., Supangat., & Narulita, L. F. (2019). System Design And Development Of Financial Product Sales Forecasting With Exponentially Weighted Moving Average And Exponential Smoothing Method. *Jurnal UII-ICABE*. 1–6.
- Fatma, E., & Pulungan, D.S. (2018). Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan Backorder dan Lostsale. *Jurnal Teknik Industri*. 19(1), 41-42.
- Gaspersz, V. (2005). *Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard Dengan Sigma Untuk Organisasi Bisnis Dan Pemerintah*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gunawan, Imam. (2013). *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*. PT Bumi Aksara.
- Handoko, T. Hani. (2015). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi (1st ed)*. BPFE Yogyakarta.
- Heizer, Jay., & Render, Barry. (2015), *Manajemen Operasi : Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan (11th ed)*. Salemba Empat.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Produksi dan Operasi (3rd ed)*. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Klein C. (2016). *Handbook on Cassava*. Nova Science Publishers.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L.P. (2015). Operations Management: Processes and Supply Chains. *Jurnal Pearson Education*, 11(1).
- Kuncoro, M. (2008). Tujuh Tantangan UKM di Tengah Krisis Global. *Jurnal Harian Bisnis Indonesia*. 21, 12-18.
- Lindawati. (2003). *Thesis Perencanaan Bahan Baku di CV. Solindo Tama*. Universitas Kristen Petra Surabaya.

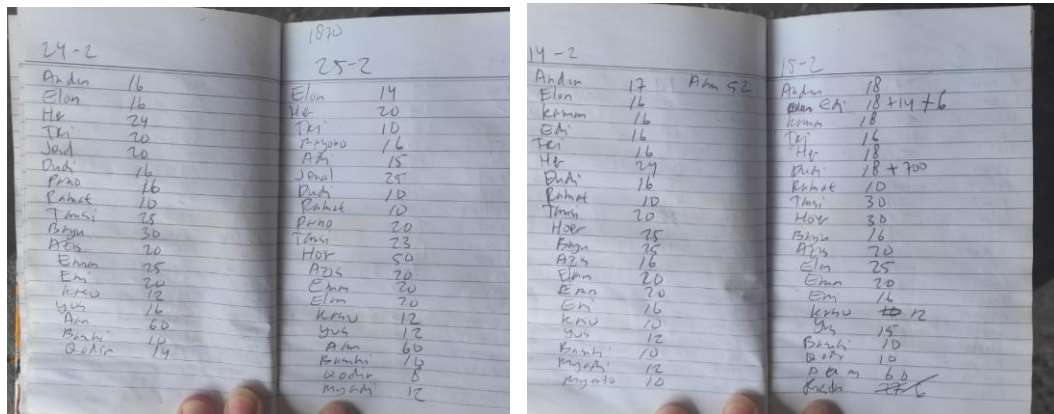
- Maskun, H. Bernik. (2016). Menentukan Tingkat Persediaan Optimum Menggunakan Metode Periodik Review Dengan Demand Selama Leadtime Probabilistik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika di FMIPA UNPAD Bandung*.
- Masyuni, I. A., Dharma, Agus., & Gunantara, Nyoman. (2019). Peramalan Menggunakan Metode Holt-Winters Untuk Pengujian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Spektrum*. 6(3). 27-34.
- Montgomery, D. C. (2006). *Introduction to Linear Regression Analysis (4th Ed)*. John Wiley & Sons.
- Prasetyawan, Yudha., & Nasution, A. H. (2008). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu.
- Pratiwi, I. A., Fariza, A. N., & Yusup, R. A. (2020). Evaluasi Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Pendekatan Metode Continuous Review dan Periodic Review System. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 13(2).
- Prawirosentono, S. (2005). *Manajemen Operasi (4th ed, vol.2)*. Bumi Aksara.
- Pujawan, I. Nyoman. (2005). *Supply Chain Management*. Guna widya
- Ristono, A. (2009), *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu.
- Sondang, P. Siagian. (2005). *Fungsi-Fungsi Manajerial*. Bumi Aksara.
- Subagyo, A., & Amin, T. M. (2015). Potensi Tapioka Sebagai Agen Biosizing Pada Benang Kapas. *Jurnal Teknik Kimia*. 32(13).
- Subagyo, Pangestu. (2004). *Aplikasi pada Perencanaan dan Ekonomi*. BPFE.
- Tampubolon, Dr. Manahan P. (2004). *Manajemen Operasional (Operation Management)*. Ghalia Indonesia.
- Whistler, R. L., & BeMiller, J. N. (2009). *Starch : Chemistry and Technology (3rd ed)*. Elsevier

# **LAMPIRAN A**

## **DATA PERMINTAAN KERUPUK**

Tabel 4.1 Data Historis Permintaan Kerupuk

Tahun	Periode	Kerupuk (pcs)
2022	Februari	998.500
	Maret	976.800
	April	1.007.400
	Mei	1.021.200
	Juni	1.054.600
	Juli	1.036.700
	Agustus	991.000
	September	964.900
	Oktober	957.400
	November	1.009.200
	Desember	1.050.900
	2023	Januari



Gambar 1 Contoh Data Permintaan Perusahaan Perhari



# **LAMPIRAN B**

## **DATA DISTRIBUSI**

Tabel 1 Tabel Distribusi Z

<b>z</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
-0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141



TABEL B.

Deviasi Normal Standar $z_\alpha$	Kemungkinan Kekurangan $\alpha$	Ordinat $f(z)$	Ekspektasi Parsial $\psi(z)$
-4.00	.9999	.0001	
.00	.5000	.3989	.3989
.05	.4801	.3984	.3744
.10	.4602	.3969	.3509
.15	.4404	.3945	.3284
.20	.4207	.3910	.3069
.25	.4013	.3867	.2863
.30	.3821	.3814	.2668
.35	.3632	.3752	.2481
.40	.3446	.3683	.2304
.45	.3264	.3605	.2137
.50	.3086	.3521	.1978
.55	.2912	.3429	.1828
.60	.2743	.3332	.1687
.65	.2579	.3229	.1554
.70	.2420	.3123	.1429
.75	.2267	.3011	.1312
.80	.2119	.2897	.1202
.85	.1977	.2780	.1100
.90	.1841	.2661	.1004
.95	.1711	.2541	.0916
1.00	.1587	.2420	.0833
1.05	.1469	.2300	.0757
1.10	.1357	.2179	.0686
1.15	.1251	.2059	.0621
1.20	.1151	.1942	.0561
1.25	.1057	.1826	.0506
1.30	.0968	.1714	.0455
1.35	.0886	.1604	.0409
1.40	.0808	.1497	.0367
1.45	.0736	.1394	.0328
1.50	.0669	.1295	.0293
1.55	.0606	.1200	.0261
1.60	.0548	.1109	.0232
1.65	.0495	.1023	.0206

(Bersambung)

TABEL B (Lanjutan)

Deviasi Normal Standar $z_\alpha$	Kemungkinan Kekurangan $\alpha$	Ordinat $f(z)$	Ekspektasi Parsial $\psi(z)$
1.70	.0446	.0940	.0183
1.75	.0401	.0863	.0162
1.80	.0360	.0790	.0143
1.85	.0322	.0721	.0126
1.90	.0288	.0656	.0111
1.95	.0256	.0596	.0097
2.00	.0228	.0540	.0085
2.05	.0202	.0488	.0074
2.10	.0179	.0440	.0065
2.15	.0158	.0396	.0056
2.20	.0140	.0355	.0049
2.25	.0122	.0317	.0042
2.30	.0107	.0283	.0037
2.35	.0094	.0252	.0032
2.40	.0082	.0224	.0027
2.45	.0071	.0198	.0023
2.50	.0062	.0175	.0020
2.55	.0054	.0154	.0017
2.60	.0047	.0136	.0015
2.65	.0040	.0119	.0012
2.70	.0035	.0104	.0011
2.75	.0030	.0091	.0009
2.80	.0026	.0079	.0008
2.85	.0022	.0069	.0006
2.90	.0019	.0059	.0005
2.95	.0016	.0051	.00045
3.00	.0015	.0044	.00038
3.10	.0010	.0033	.00027
3.20	.0007	.0024	.00018
3.30	.0005	.0017	.00013
3.40	.0004	.0012	.00009
3.50	.0003	.0009	.00006
3.60	.0002	.0006	.00004
3.80	.0001	.0003	.00002
4.00	.00003	.0001	.00001