

**MODEL MATEMATIKA *EOQ* DENGAN *BACKORDER*  
MENGUNAKAN *EQUIVALENT HOLDING AND  
SHORTAGE COST (EHSC)*  
(Studi Kasus Pada PG Kebon Agung, Malang)**

**SKRIPSI**

oleh  
**AMINATU ZUHRIAH**  
**0910943041-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**MODEL MATEMATIKA *EOQ* DENGAN *BACKORDER*  
MENGUNAKAN *EQUIVALENT HOLDING AND  
SHORTAGE COST (EHSC)*  
(Studi Kasus Pada PG Kebon Agung, Malang)**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

oleh  
**AMINATU ZUHRIAH**  
**0910943041-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**MODEL MATEMATIKA *EOQ* DENGAN *BACKORDER*  
MENGUNAKAN *EQUIVALENT HOLDING AND  
SHORTAGE COST (EHSC)*  
(Studi Kasus Pada PG Kebon Agung, Malang)**

oleh  
**AMINATU ZUHRIAH**  
**0910943041-94**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 18 Juli 2013  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

**Pembimbing**

**Drs. Marsudi, M.S.**  
**NIP. 196101171988021002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Matematika**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Abdul Rouf A., M.Sc.**  
**NIP. 196709071992031001**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : Aminatu Zuhriah  
**NIM** : 0910943041  
**Jurusan** : Matematika  
**Penulis skripsi berjudul** : Model Matematika *EOQ* dengan *Backorder* Menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah hasil pemikiran saya, bukan hasil plagiat dari tulisan orang lain. Rujukan-rujukan yang tercantum pada daftar pustaka hanya digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila suatu saat nanti diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran.

Malang,  
yang menyatakan,

Aminatu Zuhriah  
NIM 0910943041

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**MODEL MATEMATIKA *EOQ* DENGAN *BACKORDER*  
MENGUNAKAN *EQUIVALENT HOLDING AND  
SHORTAGE COST (EHSC)*  
(Studi Kasus Pada PG Kebon Agung, Malang)**

**ABSTRAK**

Permasalahan yang terdapat dalam persediaan yaitu bagaimana menentukan jumlah persediaan yang optimal dengan total biaya persediaan minimum. Dalam skripsi ini, dibahas pembentukan model *EOQ* dengan *backorder* sehingga menyerupai model *EOQ classic*. Pembentukan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* dengan mendefinisikan faktor *backorder* yang kemudian disubstitusikan kedalam penjumlahan biaya penyimpanan dan biaya kekurangan persediaan. Dimana, perkalian antara faktor *backorder* dengan biaya penyimpanan per unit pada penjumlahan disebut dengan *EHSC*. Untuk menginterpretasikan solusi dari model ini, dilakukan studi kasus pada PG Kebon Agung, Malang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin banyak permintaan maka nilai dari jumlah pesanan, jumlah persediaan, jumlah *shortage* yang optimal semakin maksimal. Begitu juga untuk biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya kekurangan persediaan. Pada kasus PG kebon Agung jumlah *shortage* optimal lebih besar dibandingkan dengan jumlah persediaan optimal. Jumlah *shortage* optimal sebesar 295.826.82 kwintal dan jumlah persediaan optimal sebesar 108.757,23 kwintal. Hal ini dikarenakan biaya kekeurangan/unit lebih rendah dibandingkan dengan biaya penyimpanan/unit. Oleh karena itu, untuk mendapatkan total biaya persediaan optimal maka jumlah *shortage* lebih besar dibandingkan dengan jumlah persediaan yang harus disimpan.

**Kata kunci** : model *EOQ*, *backorder*, pengendalian persedian, *EHSC*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# MATEMATICS MODEL EOQ WITH BACKORDER USING EQUIVALENT HOLDING AND SHORTAGE COST (EHSC) (Case Studi At PG Kebon Agung, Malang)

## ABSTRACT

There are problems in how the supplies determines the number of optimal supply with minimum total cost of inventory. In this thesis discussed establishment of a model EOQ with backorder so as to resemble model EOQ classic. Establishment EOQ with back order by using EHSC factor backorder definisy that it is substituted into the sum of the holding cost and shortage cost. In which the summation multiplication factor backorder and shortage cos per unit called EHSC. To interpret the solution of this model, did case study at PG Kebon Agung, Malang. The calculations show that the more the demand, the value of the order quantity, maximum inventory level, shorthage quantity is maximal. As well as holding cost, ordering cost, shortage cost, and optimal total inventory cost. Case at PG Kebon Agung the value of optimal shorthage quantity larger than the maximum inventory level. The value of optimal shorthage is 295.826.82 kwintal and the value of maximum inventory level is 108.757,23 kwintal. This is because shorthage cost/unit is lower than the holding cost/unit. Therefore, to obtain the optimal total inventory cost shorthage quantity larger than maximum inventory level that must be stored.

**Keywords** : *EOQ models, inventory, backorder, EHSC.*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Model Matematika EOQ Dengan Backorder Menggunakan EHSC (Equivalent Holding and Shortage Cost)* dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi penulis.

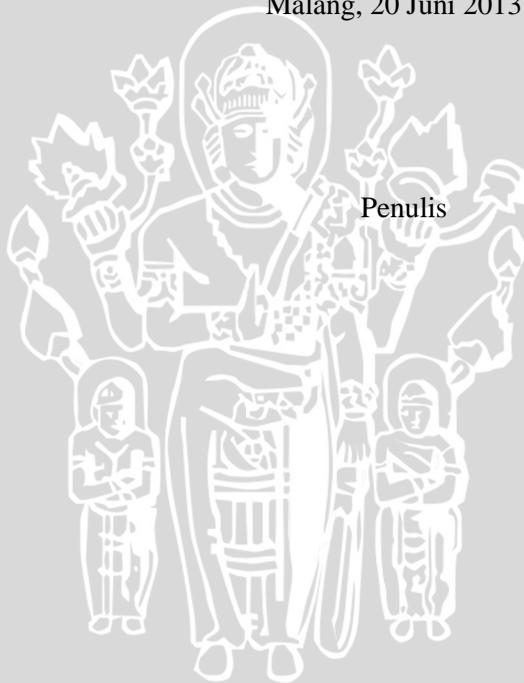
Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada

1. Drs. Marsudi, MS. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, motivasi, bantuan, serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
2. Dr. Abdul Rouf A., MSc. selaku Ketua Jurusan Matematika, Dr. Sobri Abusini, MT. selaku Ketua Program Studi Matematika dan dosen penguji, serta Kwardiniya A., SSI., Msi. selaku dosen Penasihat Akademik dan dosen penguji.
3. Seluruh dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
4. HJ. Sugiarti (ibu), H. Suhadak (Ayah), iyul (adik), mas Ari (kakak), dan seluruh keluarga besar atas segala doa, bantuan, dan motivasi yang tak pernah habis diberikan.
5. Anisa, Arum, Meta, Yeni, Winda, dan mbak Iim atas semua motivasi dan kesediaan bantuannya kapan pun penulis perlukan.
6. Teman-teman Matematika 2009 dan keluarga kos kumis kucing 32 atas semangat dan bantuan yang telah diberikan serta kebersamaannya selama ini.
7. Pimpinan PG. Kebon Agung, Bapak Sapto dan Bapak Thomas atas bimbingan dan kesabaran yang telah diberikan selama penulis melakukan penelitian.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan anugerah dan barokah-Nya

kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Sebagai manusia yang memiliki keterbatasan dan tidak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, melalui email ke alamat *aminatuzuhriah09@gmail.com*.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, serta menjadi sumber inspirasi untuk penulisan skripsi selanjutnya.

Malang, 20 Juni 2013



Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Asumsi Model .....	3
1.4 Tujuan Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengendalian Persediaan .....	5
2.1.1 Tujuan Persediaan .....	5
2.1.2 Jenis Persediaan.....	5
2.1.3 Biaya Persediaan .....	6
2.1.4 Terminologi Dalam Sistem Persediaan .....	7
2.1.5 Model Persediaan .....	8
2.2 Pembelian .....	9
2.3 Pemesanan .....	9
2.4 Penyimpanan .....	11
2.5 Total Biaya Persediaan ( <i>Total Inventory Cost</i> ) .....	12
2.6 Model <i>EOQ</i> Sederhana ( <i>Classic</i> ).....	13
2.7 Model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> .....	16
2.8 <i>Equivalent Holding and shortage Cost (EHSC)</i> .....	17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat Penelitian .....	19
3.2 Deskripsi Umum Daerah Studi .....	19
3.3 Sumber Data .....	19
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	20
3.5 Analisis Data .....	20

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> .....	23
4.1.1 Menentukan Biaya Penyimpanan ( <i> Holding Cost</i> ) .....	24
4.1.2 Menentukan Biaya Kekurangan ( <i>Shorthag e Cost</i> ).....	25
4.1.3 Menentukan Biaya Pemesanan ( <i>Ordering Cost</i> ).....	26
4.1.4 Menentukan Biaya Total Persediaan ( <i>Total Cost</i> ).....	26
4.2 Model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> Menggunakan <i>Equivalent Holding and Shorthag e Cost (EHSC)</i> .....	28
4.2.1 Menentukan Faktor <i>Backorder</i> .....	28
4.2.2 Menentukan <i>Equivalent Holding and Shorthag e Cost (EHSC)</i> .....	29
4.2.3 Tabel Perbandingan Model <i>EOQ</i> .....	32
4.3 Penerapan Model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> Menggunakan <i>Equivalent Holding and Shorthag e Cost (EHSC)</i> .....	33

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
<b>LAMPIRAN</b> .....	43

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Biaya Total Pemesanan .....	10
Gambar 2.2 Hubungan Antara Biaya Penyimpanan Dengan Unit yang Disimpan .....	11
Gambar 2.3 Kurva Biaya Total Persediaan .....	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data Metode <i>EOQ</i> Dengan <i>Backorder</i> menggunakan <i>EHSC</i> .....	22
Gambar 4.1 Model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> .....	23



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Perbandingan Model <i>EOQ</i> .....	33
Tabel 4.2 Data Permintaan .....	34
Tabel 4.3 Jumlah Pesanan, persediaan, shorthage optimal dan total biaya persediaan optimal .....	35
Tabel 4.4 total biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemesanan optimal .....	36
Tabel 4.5 Total biaya persediaan optimal .....	37
Tabel 4.6 Hasil perhitungan model <i>EOQ</i> dengan <i>Backorder</i> .....	38



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Permintaan, Biaya Penyimpanan, Biaya pemesanan, dan Biaya Kekuatrangan Persediaan..... 43
Lampiran 2	Penurunan $TC$ Terhadap $Q$ ..... 45
Lampiran 3	Menentukan Nilai $Q^*$ ..... 46
Lampiran 4	Menentukan nilai $TC$ Optimal ..... 47
Lampiran 5	Listing Program $EOQ$ dengan $Backorder$ Menggunakan $EHSC$ ..... 49
Lampiran 6	Output Program $EOQ$ dengan $Backorder$ Menggunakan $EHSC$ ..... 50
Lampiran 7	Listing Program $EOQ$ dengan $Backorder$ ..... 53
Lampiran 8	Output Program $EOQ$ dengan $Backorder$ ..... 54

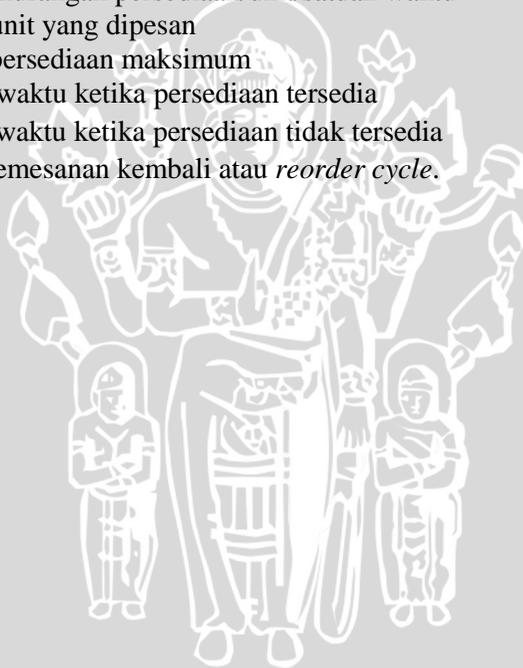


UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR SIMBOL

- $TC$  : total biaya persediaan  
 $D$  : jumlah permintaan dalam satu periode  
 $A$  : biaya pesan/setiap kali pesan  
 $OC$  : total biaya pemesanan  
 $BC$  : total biaya kekurangan / *shorthage cost*  
 $HC$  : total biaya penyimpanan  
 $N$  : frekuensi pesanan dalam satu periode  
 $S$  : jumlah *backorder* atau *shortage*/unit tiap kali siklus  
 $h$  : biaya simpan/unit/satuan waktu  
 $b$  : biaya kekurangan persediaan/unit/satuan waktu  
 $Q$  : jumlah unit yang dipesan  
 $M$  : tingkat persediaan maksimum  
 $t_1$  : periode waktu ketika persediaan tersedia  
 $t_2$  : periode waktu ketika persediaan tidak tersedia  
 $T$  : waktu pemesanan kembali atau *reorder cycle*.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persediaan memiliki peranan penting dalam suatu perusahaan karena berkaitan dengan pelayanan terhadap konsumen. Masalah persediaan merupakan salah satu masalah penting yang harus diselesaikan oleh perusahaan. Kebutuhan akan sistem pengendalian persediaan muncul karena adanya permasalahan yang mungkin dihadapi oleh perusahaan seperti kelebihan atau kekurangan persediaan. Jika perusahaan mengalami kelebihan persediaan maka banyak resiko yang harus diatasi perusahaan seperti kerusakan barang, biaya perawatan barang, dan biaya-biaya lain yang berkaitan dengan penyimpanan barang. Sebaliknya apabila perusahaan kekurangan persediaan maka tidak akan dapat memenuhi semua permintaan sehingga menimbulkan kekecewaan bagi para pelanggan dan menimbulkan rasa kurang percaya yang akhirnya akan merugikan perusahaan itu sendiri. Upaya untuk menangani masalah ini adalah dengan melakukan sistem pengendali persediaan. Dalam hal ini perusahaan dapat menentukan jumlah persediaan optimal, sehingga kontinuitas produksi dapat terjaga dan perusahaan dapat memperoleh keuntungan karena dapat memenuhi setiap permintaan yang datang.

Beberapa model untuk sistem pengendalian persediaan telah ditemukan salah satunya model *EOQ* (*Economic Order Quantity*). Model *EOQ* diperkenalkan oleh F.W.Haris pada tahun 1914 yang dikenal dengan *EOQ classic* dan paling banyak dipakai pada teknik perancangan persediaan karena mudah penggunaannya. Model ini diarahkan untuk menemukan jumlah pesanan yang ekonomis, yaitu jumlah pesanan yang memenuhi total biaya persediaan minimal dengan mempertimbangkan biaya pesanan dan biaya penyimpanan, sehingga diharapkan tidak akan ada kekurangan persediaan. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, model *EOQ* juga banyak dikembangkan. Seperti skripsi yang dibahas oleh Budiawati (2013) mengenai model deterministik *EOQ* dengan *backorder parsial*. Pada skripsi ini konsumen dapat memilih menunggu pesanan atau sebaliknya, sedangkan skripsi yang dibahas oleh Abadi (2011) mengenai sistem pengendalian persediaan model probabilitik

dengan “*backorder policy*” mengenai model persediaan probabilistik tanpa kendala dan berkendala keterbatasan anggaran pembelian dan kapasitas area yang diaplikasikan pada kasus *backorder policy*.

Biaya-biaya yang berkaitan dengan *EOQ backorder* adalah biaya pemesanan (*ordering cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*). Pada dasarnya *EOQ classic* memiliki model yang lebih sederhana dibandingkan dengan *EOQ backorder*, maka dilakukan penyederhanaan model. Kharde (2012) telah melakukan penyederhanaan model *EOQ backorder* dengan menggunakan *EHSC*. *EHSC* merupakan model penyederhanaan yang diperoleh dari faktor *backorder*, faktor *backorder* ini didapatkan dari turunan pertama dari total biaya persediaan. Pada skripsi dibahas model yang memiliki asumsi sama dengan *EOQ backorder* namun dalam pembentukan model ini menggunakan *Equivalent Holding and shortage Cost (EHSC)* untuk memperoleh total biaya persediaan minimal.

Salah satu industri yang mengalami masalah persediaan adalah PG Kebon Agung, Malang. Industri ini mengalami kasus *backorder*, yaitu konsumen akan menunggu pesanan yang belum terpenuhi. Untuk itu agar memperoleh total biaya persediaan yang minimal dilakukan perhitungan dengan menggunakan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana memperoleh *Equivalent Holding and shortage Cost (EHSC)*.
2. Bagaimana penerapan model dari *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)* pada PG Kebon Agung, Malang.

## 1.3 Asumsi Model

Adapun asumsi-asumsi dalam pembentukan model adalah sebagai berikut.

1. *Lead time* tetap.
2. *Stock out* diizinkan dan biaya *backorder* per unit diketahui dan konstan.

#### 1.4 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah.

1. Untuk memperoleh *Equivalent Holding and Shortage cost (EHSC)*.
2. Untuk menerapkan dari model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *Equivalent Holding and Shortage cost (EHSC)* pada PG Kebon Agung, Malang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengendalian Persediaan**

Persediaan dapat diartikan sebagai penyimpanan barang-barang yang akan digunakan pada periode yang akan datang. Sementara itu, pengendalian persediaan adalah suatu usaha menentukan tingkat komposisi bahan yang optimal dalam menunjang kelancaran dan efektivitas kegiatan perusahaan (Ristono, 2009).

Pengendalian persediaan merupakan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus dijaga, kapan persediaan harus disediakan dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan (Rangkuti, 2004).

##### **2.1.1 Tujuan Persediaan**

Suatu pengendalian persediaan yang dijalankan kan perusahaan sudah tentu memiliki tujuan-tujuan tertentu. Tujuan pengendalian persediaan adalah sebagai berikut.

1. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat.
2. Untuk menjaga kelancaran proses produksi atau menjaga agar persediaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.
3. Untuk memepertahankan dan meningkatkan penjualan serta laba perusahaan.
4. Menjaga supaya pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari, karena dapat mengakibatkan ongkos pesan menjadi lebih besar.
5. Menjaga supaya tidak terjadi penyimpanan secara besar-besaran, karena hal tersebut mengakibatkan biaya menjadi lebih besar (Ristono, 2009).

##### **2.1.2 Jenis Persediaan**

Setiap jenis persediaan memiliki karakteristik dan cara pengolahan yang berbeda. Berdasarkan jenis barang dalam persediaan, persediaan terdiri dari beberapa jenis, yaitu sebagai berikut.

1. Persediaan bahan mentah (*raw material*), yaitu persediaan barang-barang yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased part/components*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yang secara langsung dapat dirakit menjadi suatu hasil produksi.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi bukan merupakan bagian dari barang jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang terdapat di tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk tetapi perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses dan siap dijual kepada konsumen (Rangkuti, 2004).

#### 2.1.4 Biaya Persediaan

Menurut Ristono (2009), biaya persediaan terbagi menjadi empat yaitu sebagai berikut.

1. Biaya pembelian (*purchase cost*)  
Biaya pembelian adalah harga per unit apabila *item* dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi per *unit* apabila diproduksi dalam perusahaan atau dapat dikatakan pula bahwa biaya pembelian adalah dari biaya yang digunakan untuk membeli suku cadang.
2. Biaya pemesanan atau biaya persiapan (*ordering cost / set up cost*)  
*Ordering cost* adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan pemesanan barang ke *supplier*. Biaya pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan (*set up cost*) untuk suatu hasil produksi yang diproduksi di dalam perusahaan. Biaya pemesanan meliputi.
  - a. Biaya persiapan pemesanan, antaralain
    - biaya telepon atau ongkos menghubungi *supplier*,
    - pengeluaran surat menyurat.
  - b. Biaya penerimaan barang seperti
    - biaya pembongkaran dan pemasangan ke gudang,
    - biaya laporan penerimaan barang,

- biaya pemeriksaan barang atau biaya pengecualian.
- c. Biaya pengiriman pesanan ke gudang (pengangkutan sampai tujuan) biaya-biaya proses pembayaran, seperti biaya pembuatan cek, pengiriman cek, atau biaya transfer ke bank *supplier*, dan sebagainya.
3. Biaya simpan (*carrying cost / holding cost / storage cost*)  
*Holding cost* adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan. Biaya simpan dapat pula diartikan sebagai semua biaya yang timbul akibat penyimpanan barang maupun bahan. Sementara itu, *storage cost* adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan penyimpanan barang gudang. Biaya simpan antara lain sebagai berikut.
    - Biaya sewa atau penggunaan barang.
    - Biaya pemeliharaan barang.
    - Biaya pemanasan atau pendinginan, bila untuk menjaga ketahanan barang dibutuhkan faktor pemanas atau pendingin.
  4. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost /shortage cost*)  
 biaya kekurangan persediaan adalah konsekuensi ekonomi atas kekurangan dari luar maupun dari dalam. Kekurangan dari luar terjadi apabila pesanan konsumen tidak dapat dipenuhi. Sedangkan kekurangan dari dalam terjadi apabila departemen tidak memenuhi kebutuhan departemen yang lain. Biaya ini dapat pula dikatakan sebagai biaya yang ditimbulkan sebagai akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil dari jumlah yang timbul apabila persediaan digudang tidak dapat mencukupi permintaan. Biaya yang timbul dari biaya kekurangan persediaan ini adalah sebagai berikut.
    - Kehilangan pendapatan.
    - Selisih harga komponen.
    - Terganggunya operasi.

### 2.1.5 Terminologi Dalam Sistem Pengendalian

Menurut Ristono (2009), terdapat beberapa terminology dalam system inventory, yaitu sebagai berikut.

#### 1. *Demand*

*Demand* didefinisikan sebagai keputusan dalam *inventory* (kebijakan, jumlah pesanan) yang dibuat berdasarkan permintaan

yang terjadi. *Demand* bisa bersifat deterministik, probabilistik, statis ataupun dinamis.

2. *Lead time*

*Lead time* dalam *inventory* didefinisikan sebagai waktu antara pemesanan dilakukan dengan waktu saat kedatangan pesanan. *Lead time* bisa bersifat deterministik, probabilistik, konstan atau bervariasi.

3. Tingkat *replenishment*

*Replenishment* didefinisikan sebagai tingkat atau model penggantian *inventory*. Beberapa model penggantian *inventory* berdasarkan pola penggantian bisa bersifat *uniform*, *kuadratik*, *instan*, dan *batch*.

4. *Reorder level*

*Reorder level* didefinisikan sebagai tingkat *inventory* saat pemesanan harus dilakukan untuk mengganti *stock* yang berkurang. *Reorder level* merupakan fungsi dari *lead time demand*.

5. *Safety stock*

*Safety stock* didefinisikan sebagai *inventory* yang harus disimpan dalam gudang untuk mengantisipasi fluktuasi *demand*. *Safety stock* tidak dicadangkan untuk memenuhi *demand* saat *lead time* yang telah diprediksikan, melainkan dicadangkan untuk memenuhi *demand* yang terjadi di luar dugaan.

### 2.1.6 Model Persediaan

Model persediaan dibuat untuk memperhitungkan semua variasi nyata. Fakta pada kehidupan nyata menunjukkan sekalipun sebuah model cukup umum dapat dirumuskan. Secara analitik kemungkinan tidak dapat dipecahkan dengan mudah sehingga membutuhkan berbagai metode untuk menyelesaikan model persediaan yang telah dirumuskan (Taha, 1997).

Berdasarkan variabel-variabel dalam pengendalian persediaan, dapat dikelompokkan menjadi dua model yaitu sebagai berikut.

1. Model deterministik, yaitu model yang variabel-variabelnya mempunyai nilai-nilai yang telah diketahui dengan pasti.
2. Model probabilistik, yaitu model yang variabel-variabelnya mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti dan terdapat variabel yang merupakan variabel acak (Ristono, 2009).

## 2.2 Pembelian

Menurut Siswanto (2007) Pembelian adalah harga yang harus dibayar untuk setiap *unit* barang. Terdapat dua macam kemungkinan untuk harga barang. Kemungkinan pertama adalah harga barang per *unit* yang tetap, dan yang kedua adalah harga barang perunit yang berubah. Kemungkinan yang kedua ini dijumpai apabila diberikan potongan harga tertentu untuk jumlah tertentu. Hubungan antar tingkat harga dengan jumlah barang yang dibeli adalah semakin besar jumlah barang yang dibeli adalah semakin besar jumlah barang yang dibeli maka tingkat harga per *unit* lebih rendah.

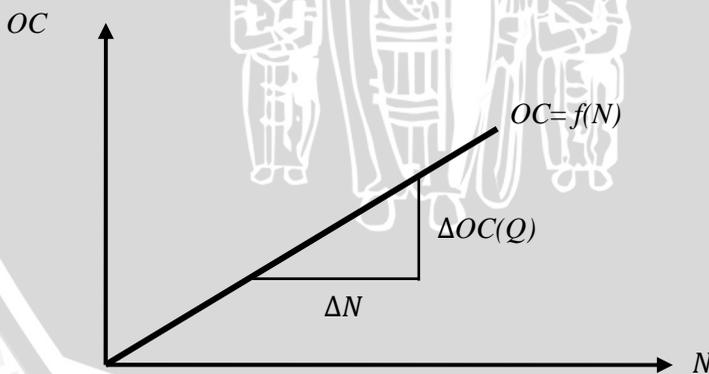
Model dari biaya pembelian diberikan dalam persamaan berikut.

$$C = C_p \times D \quad (2.1)$$

dimana  $C$  adalah biaya pembelian,  $C_p$  adalah harga perunit barang dan  $D$  adalah jumlah permintaan (Ristono, 2009).

## 2.3 Pemesanan

Setiap kali suatu bahan dipesan, perusahaan menanggung biaya pemesanan (*order cost*). Total biaya pesan per periode adalah jumlah pemesanan yang dilakukan setiap periode dikalikan biaya yang harus dikeluarkan setiap periode dikalikan biaya yang harus dikeluarkan setiap kali pesan. Dalam kaitannya dengan frekuensi pemesanan, maka sifat total biaya pesan adalah linear. Gambar 2.1 memperlihatkan kurva total biaya pemesanan



Gambar 2.1 Total Biaya Pemesanan

Seperti yang tampak pada Gambar 2.1,  $OC$  adalah total biaya pesan, maka  $OC = f(N)$  dan biaya setiap kali pesan  $A = \frac{\Delta OC}{\Delta N}$ . Oleh karena frekuensi pemesanan sangat bergantung pada kebutuhan untuk periode yang akan datang yang dinyatakan dengan permintaan ( $D$ ), dan banyaknya unit yang akan dipesan ( $Q$ ) maka frekuensi pemesanannya adalah

$$N = \frac{D}{Q}.$$

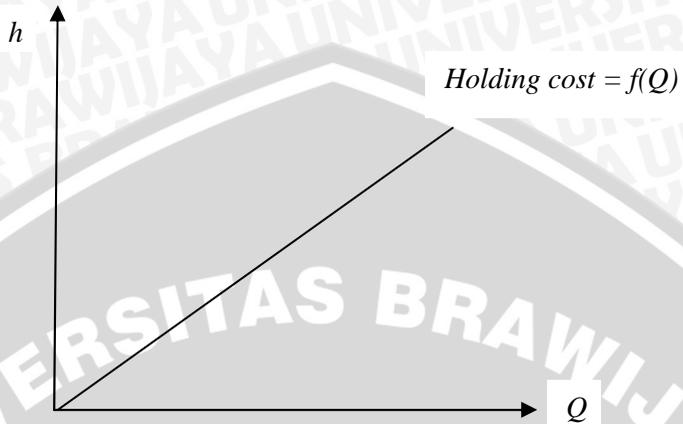
Apabila  $A$  dikaitkan dengan  $Q$ , total biaya pemesanan akan menjadi

$$OC = N \times A = \frac{D}{Q} \times A. \quad (2.2)$$

Secara matematis persamaan (2.2) merupakan persamaan nonlinear yaitu bila nilai  $Q$  semakin kecil, maka biaya total pemesanan akan semakin besar. Demikian pula sebaliknya, bila  $Q$  semakin besar maka biaya total pemesanan akan turun dengan persentase tertentu berdasarkan bertambahnya nilai  $Q$  (Siswanto, 2007).

## 2.4 Penyimpanan

Setiap barang jadi yang dibeli perusahaan akan disimpan dalam tempat penyimpanan atau gudang, selama masa penyimpanan akan timbul biaya untuk memepertahankan persediaan dan biaya ini dinamakan biaya penyimpanan. Semakin banyak dan semakin lama persediaan disimpan maka semakin besar biaya persediaan itu. Karena siklus persediaan adalah datang-digunakan-habis maka volume persediaan didasarkan pada rata-rata, yaitu persediaan awal ditambah persediaan akhir dibagi dua. Gambar 2.2 memperlihatkan kurva hubungan antara biaya penyimpanan dengan unit yang disimpan.



Gambar 2.2 Hubungan antara Biaya Penyimpanan dengan Unit yang Disimpan

Dimana  $HC$ : Biaya simpan.

$Q$  : Jumlah barang yang dipesan setiap kali pesanan dibuat.

$h$  : Biaya yang harus dikeluarkan untuk menyimpan setiap unit persediaan.

Biaya penyimpanan

$$HC = \frac{Q}{2} h \quad (2.3)$$

Karena persediaan datang secara serentak sebesar  $Q$ , maka persediaan awal adalah  $Q_1$  dan persediaan akhir ( $Q_2$ ) adalah nol ketika persediaan habis dipakai sehingga persediaan rata-rata

$$\frac{Q_1 - Q_2}{2} = \frac{Q_1 - 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

(Siswanto, 2007).

## 2.5 Total Biaya Persediaan (*Total Inventory Cost*)

Total biaya persediaan atau *total inventory cost* ( $TC$ ) merupakan jumlah dari biaya total pemesanan (*ordering cost*) biaya total penyimpanan (*holding cost*), dan biaya total pembelian (*purchasing cost*). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut

$$TC = OC + HC + C \quad (2.4)$$

dengan total biaya pemesanan (*ordering cost*) merupakan perkalian antara frekuensi pemesanan ( $N$ ) dengan biaya setiap kali pesan ( $A$ )

$$OC = N \times A,$$

dimana frekuensi pemesanan ( $N$ ) merupakan permintaan atau kebutuhan selama periode tertentu ( $D$ ) dibagi banyaknya setiap kali pesan

$$N = \frac{D}{Q},$$

sehingga total biaya pemesanan (*holding cost*) menjadi

$$OC = \frac{DA}{Q}.$$

Total biaya penyimpanan didapatkan dari hasil perkalian antara persediaan rata-rata dengan biaya simpan per periode ( $h$ )

$$HC = \frac{Q}{2}h.$$

Nilai biaya total pembelian (*purchasing cost*) ditentukan dari perkalian antara harga tiap unit ( $C_p$ ) dengan jumlah permintaan barang ( $D$ )

$$C = C_p \times D.$$

Dengan demikian total biaya persediaan ( $TC$ ) adalah

$$\begin{aligned} TC &= OC + HC + C \\ &= \frac{AD}{Q} + \frac{Q}{2}h + C_p \cdot D \end{aligned} \quad (2.5)$$

(Siswanto, 2007).

## 2.6 Model EOQ Sederhana (*Clasic*)

Asumsi-asumsi dari model ini adalah sebagai berikut.

1. Barang yang dipesan dan disimpan hanya barang sejenis (homogen).
2. Permintaan per periode diketahui dan konstan.
3. *Ordering cost* konstan.
4. *Holding cost* berdasarkan rata-rata persediaan.
5. Harga per unit barang konstan.
6. Barang yang dipesan segera tersedia atau tidak diizinkan *backorder*.

*Economic Order Quantity (EOQ)* adalah model yang pertama kali dikembangkan oleh Ford Haris dan R.H. Wilson secara terpisah. Model ini merupakan model deterministik yang memeperhitungkan

dua macam biaya persediaan paling dasar yaitu biaya pesan ( $OC$ ) dan biaya simpan ( $HC$ ). Sehingga total biaya persediaan atau *Total Inventory Cost* ( $TC$ ) adalah:

$$TC = OC + CH$$

(Siswanto, 2007).

Tujuan model ini adalah untuk memilih nilai  $Q$  yang mengandung kesemua biaya yaitu biaya pemesanan, biaya pengiriman dan biaya pembelian serendah-rendahnya. Tetapi, yang perlu diperhatikan hanyalah biaya-biaya yang relevan. Biaya pembelian dapat diabaikan karena biaya tersebut akan timbul tanpa tergantung pada frekuensi pemesanan. Karena itu nilai dari biaya total persediaan

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Q}{2}h, \quad (2.6)$$

dimana

$D$  : jumlah permintaan dalam satu periode

$A$  : biaya pesan/setiap kali pesan

$h$  : biaya simpan/unit/satuan waktu

$Q$  : jumlah unit yang dipesan

(Subagyo dkk, 2000).

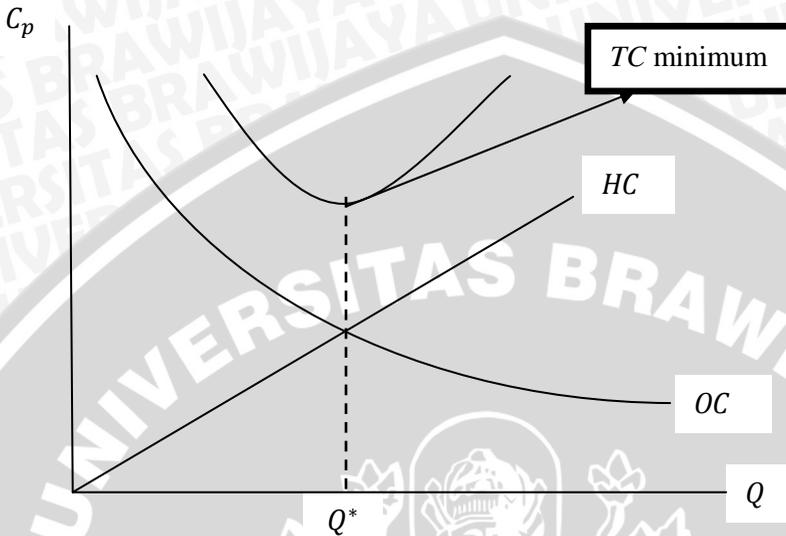
Model ini mengansumsikan persediaan datang serentak sebesar  $Q$ , maka persediaan awal adalah  $Q$  dan persediaan akhir adalah nol. Biaya total persediaan akan naik jika semakin banyak unit ( $Q$ ) yang dipesan maupun semakin sedikit unit yang dipesan. Ketika biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan, kondisi minimum untuk total biaya persediaan terpenuhi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.3. Secara matematik

$$OC = HC$$

$$\frac{DA}{Q} = \frac{Q}{2}h$$

$$Q^2 = \frac{2DA}{h}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{h}}. \quad (2.7)$$



Gambar 2.3 Kurva Biaya Total Persediaan

Selanjutnya, untuk membuktikan bahwa persamaan (2.6) menghasilkan biaya total persediaan minimum maka dicari titik kritis dengan menggunakan turunan pertama dari persamaan (2.6) terhadap  $Q$  disama dengankan nol dan turunan kedua dari persamaan (2.6) dengan syarat harus lebih besar dari nol.

$$\begin{aligned} \frac{dTC}{dQ} &= 0 \\ -\frac{D}{Q^2}A + \frac{h}{2} &= 0 \\ \frac{h}{2} &= \frac{D}{Q^2}A \\ Q^2 &= \frac{2DA}{h} \end{aligned}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{h}},$$

dimana  $Q^*$  adalah *Economic Order Quantity (EOQ)*. Dengan menggunakan  $Q^*$  maka akan diperoleh biaya total persediaan yang minimum. Selanjutnya turunan kedua dari  $TC$  yaitu

$$\frac{d^2TC}{dQ^2} = \frac{2DA}{Q^3} > 0.$$

Karena nilai  $A$ ,  $D$ ,  $Q$  selalu positif maka  $\frac{2AD}{Q^3}$  lebih besar dari nol. Terbukti bahwa  $TC$  minimum saat  $Q^*$ . Apabila  $Q^*$  disubstitusikan ke persamaan (2.6) maka diperoleh biaya persediaan minimum.

$$\begin{aligned} TC &= \frac{DA}{Q} + \frac{Q}{2}h \\ &= \frac{2DA + Q^2h}{2Q} \\ &= \frac{2DA + \left(\frac{2DA}{h}\right)h}{2\sqrt{\frac{2DA}{h}}} \\ &= \frac{2(2DA)}{2\sqrt{\frac{2DA}{h}}} \\ TC &= \frac{2DA}{\sqrt{\frac{2AD}{h}}} \\ TC^2 &= \frac{4A^2D^2}{\frac{2AD}{h}} \\ TC^2 &= 2ADh \\ TC &= \sqrt{2ADh} \end{aligned} \tag{2.8}$$

(Siswanto, 2007).

## 2.7 Model *EOQ* dengan *Backorder*

Pada pengendalian persediaan model *EOQ classic* diasumsikan tidak adanya *backorder*, artinya pelanggan akan mencari tempat lain untuk mendapatkan barangnya jika barang yang dibeli tidak tersedia atau stok habis. Apabila pelanggan bersedia menunggu pesanan yang sudah habis dan pihak supermarket mengizinkan tetap menjual suatu barang meskipun barangnya tidak ada di gudang atau tingkat persediaan nol, maka pesanan untuk diambil kemudian oleh pelanggan biasa disebut *backorder* (Subagyo dkk, 2000).

Menurut Sukmana (2005) *Backorder* adalah permintaan yang tidak dapat dipenuhi pada saat sekarang, tetapi kemudian dipenuhi pada periode yang akan datang. Selama menunggu, pelanggan diberi kompensasi yang besarnya pada jumlah kekurangan barang dan lamanya menunggu.

Di dalam situasi yang bersifat *backorder*, suatu perusahaan tidak kehilangan penjualan (pelanggan yang tidak terpenuhi) ketika persediaannya habis. Sebagai ganti, karena kesetiaan pelanggan akan produk tertentu mau berada dalam masa penantian pelanggan untuk terpenuhi permintaan mereka ketika perusahaan menerima pesanan yang berikutnya (Ristono, 2009).

Dalam *EOQ backorder* kemungkinan terjadinya kehabisan persediaan ada dan sudah dapat diduga sebelumnya. Pada *EOQ backorder* terjadi kehabisan persediaan, yaitu saat di mana persediaan sudah habis namun penambahan belum datang. Oleh karena itu, kemungkinan biaya kehabisan persediaan (*shortage cost*) harus diperhitungkan dalam meminimuman biaya total persediaan. Biaya total persediaan dari *EOQ backorder* adalah penjumlahan antara biaya pesan (*OC*), biaya simpan (*HC*) dan biaya kehabisan persediaan (*BC*). Secara matematis dapat ditulis

$$TC = OC + HC + BC \quad (2.9)$$

(Siswanto, 2007).

## 2.8 Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)

*Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)* merupakan suatu model yang dapat menyederhanakan model dari *EOQ* dengan *backorder*. *EHSC* diperoleh dari penjumlahan pada *holding cost* dan *shortage cost*. Dalam pembentukan *EHSC* digunakan faktor *backorder*. Faktor *backorder* ini didapatkan dari turunan pertama biaya total persediaan pada model *EOQ backorder* terhadap  $S$  (jumlah *backorder*/ unit tiap kali siklus). Selanjutnya faktor *backorder* ini akan disubstitusikan ke dalam penjumlahan *holding cost* dan *shortage cost*. Hasil substitusi ini yang kemudian disebut dengan *Equivalent Holding And Shortage Cost* (Kharde dkk, 2012).



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dalam skripsi ini dilaksanakan di PG Kebon Agung Malang yang bertempat di Jl. Raya Kebon Agung Malang. PG Kebon Agung adalah sebuah industri yang bergerak dalam memproduksi gula. Jenis gula yang diproduksi oleh pabrik ini terbagi dua yaitu gula petani dan gula milik pabrik sendiri. Pabrik ini juga melayani para petani tebu yang ingin menggiling tebunya untuk dijadikan gula dan sifat dari pembayaran penggilingan tersebut adalah bagi hasil. Hasil dari penggilingan tebu yang berasal dari petani kemudian diolah pabrik untuk dijadikan hasil produk dari PG Kebon Agung. Sementara gula milik pabrik sendiri akan langsung diproduksi. Data yang digunakan dalam skripsi ini hanya dari data jenis gula petani.

### 3.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada skripsi ini adalah data historis mulai dari Januari 2011 sampai dengan Desember 2011. Data-data yang diperoleh merupakan data sekunder. Menurut Hermawan (2005) data sekunder merupakan struktur data historis mengenai variabel-variabel yang telah dikumpulkan dan dihimpun oleh pihak lain. Sumber data sekunder dapat diperoleh dari dalam perusahaan (sumber internal), berbagai internet *websites*, perpustakaan umum atau lembaga pendidikan, dan lain-lain. Dalam analisis data, data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Jumlah permintaan ( $D$ ).
2. Biaya penyimpanan ( $h$ ).
3. Biaya pemesanan ( $A$ ).
4. Biaya *Shortage cost* ( $b$ )

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian Langsung ke Lapangan atau Perusahaan (*field research*)

Penelitian lapangan adalah metode pengumpulan data yang didapat dengan cara pengamatan langsung pada lapangan dan obyek yang akan diteliti. Metode ini dapat dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu:

a. Teknik wawancara (*interview*)

*Interview* adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab langsung dengan pihak-pihak yang bersangkutan berhubungan dengan permasalahan yang diteliti.

b. Dokumentasi

Data yang diperoleh dari dokumentasi merupakan data sekunder. Pengumpulan data dengan dokumentasi dilakukan dengan mempelajari data yang berhubungan dengan obyek penelitian yang terdapat di perusahaan.

2. Studi Literatur

Studi literatur dapat membantu menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan teori-teori yang ada.

### 3.4 Analisis Data

1. Memeperoleh *Equivalent Holding And Shortage Cost (EHSC)*

Langkah-langkah *Equivalent Holding And Shortage Cost (EHSC)* yaitu sebagai berikut.

a. Menentukan model untuk *holding cost* pada *EOQ backorder*.

b. Menentukan model untuk *shortage cost* pada *EOQ backorder*.

c. Menentukan model total biaya persediaan pada *EOQ backorder*.

d. Mencari turunan pertama dari model total biaya persediaan terhadap  $S$  untuk memeperoleh faktor *backorder* ( $K_b$ ).

e. Mensubstitusikan faktor *backorder* ( $K_b$ ) ke dalam penjumlahan *holding cost* dan *shortage cost* untuk memeperoleh *EHSC* ( $H_{eb}$ ).

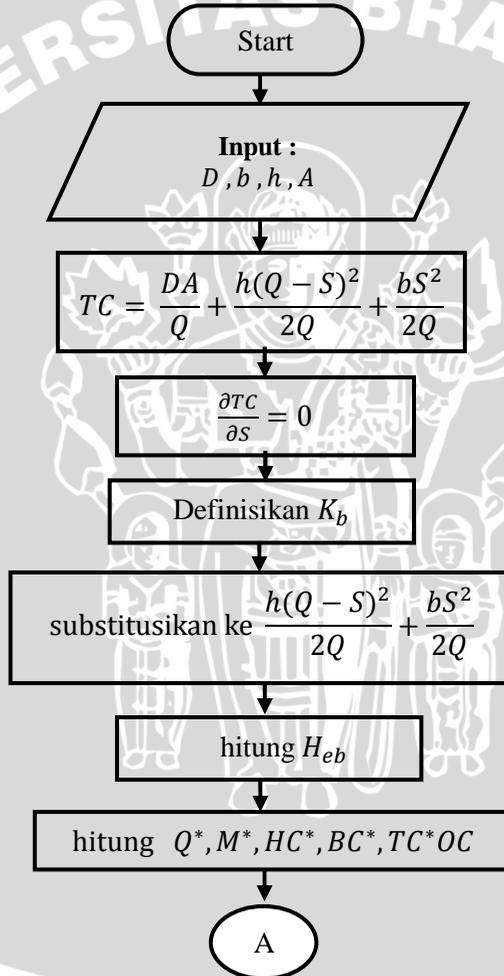
f. Menentukan jumlah pemesanan optimal ( $Q^*$ ) dengan mencari turunan pertama total biaya persediaan dengan menggunakan *EHSC*.

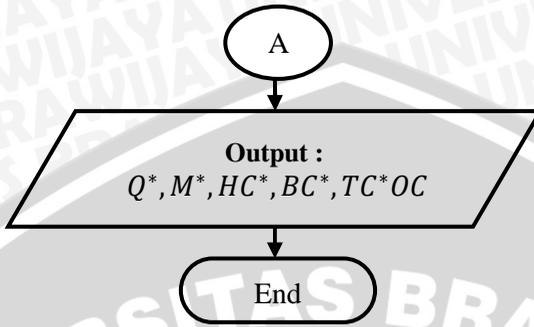
g. Menentukan tingkat persediaan maksimum ( $M^*$ ) menggunakan *EHSC*.

h. Mencari *holding cost* optimal ( $H^*$ ) pada *EOQ backorder* menggunakan *EHSC*.

i. Mencari *shortage cost* ( $B^*$ ) pada *EOQ backorder* menggunakan *EHSC*.

- j. Mencari total biaya persediaan optimal ( $TC^*$ ).
2. Menginterpretasikan contoh numerik dari model  $EOQ$  dengan *backorder* menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)* di PG Kebon Agung Malang menggunakan *software Dev-Pascal 1.9.2* untuk mempermudah perhitungan. Secara ringkas analisis data skripsi ini diuraikan dalam diagram pada Gambar 3.1





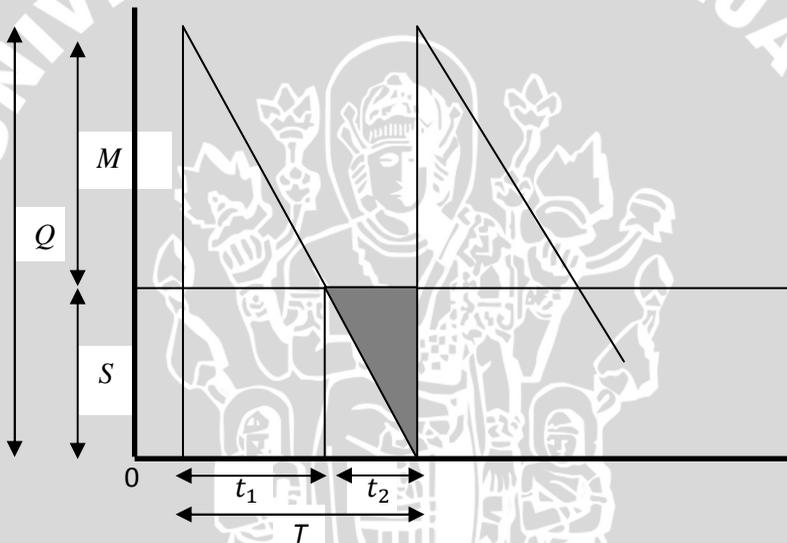
Gambar 3.1 Diagram alir analisis data metode *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *Equivalent Holding and shortage cost (EHSC)*



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Model *EOQ* dengan *Backorder*

Model *EOQ backorder* dapat dijelaskan pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 daerah yang diarsir merupakan daerah saat terjadi kehabisan persediaan, yaitu saat di mana persediaan sudah habis namun penambahan belum datang. Saat pesanan diterima sejumlah  $Q$  maka sebanyak  $S$  sudah harus menunggu, karena ada dalam *waiting list* dan konsumen tidak mau membeli barang ditempat lain. Oleh sebab itu dalam satu siklus terdapat dua waktu.



Gambar 4.1 Model *EOQ Backorder*

Notasi yang digunakan dalam model ini adalah sebagai berikut:

- $TC$  : total biaya persediaan
- $D$  : jumlah permintaan dalam satu periode
- $A$  : biaya pesan/setiap kali pesan
- $h$  : biaya simpan/unit/satuan waktu
- $N$  : frekuensi pesanan dalam satu periode
- $S$  : jumlah *backorder* atau *shortage*/unit tiap kali siklus
- $b$  : biaya *backorder* atau *shortage cost*/ unit/satuan waktu
- $Q$  : jumlah unit yang dipesan

- $M$  : tingkat persediaan maksimum
- $t_1$  : periode waktu ketika persediaan tersedia
- $t_2$  : periode waktu ketika persediaan tidak tersedia
- $T$  : waktu pemesanan kembali atau *reorder cycle*.

#### 4.1.1 Menentukan Total Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Adanya *shortage cost* dalam total biaya persediaan yang harus diminimumkan telah memunculkan kehabisan persediaan yang direncanakan, yaitu pada daerah yang diarsir pada Gambar 4.1, sehingga persediaan tidak hanya terjadi pada  $t_1$  namun juga terjadi pada  $t_2$  dan penambahan persediaan  $Q$  terdiri dari persediaan  $Q_{max}$  selama  $t_1$  persediaan  $S$  selama  $t_2$ . Oleh karena itu, persediaan rata-rata selama  $t_1$  menjadi

$$\frac{M}{2} = \frac{Q - S}{2}$$

Total biaya simpan (*holding cost*) diperoleh dari perkalian antara persediaan rata-rata dengan biaya simpan per unit selama  $t_1$ . Secara matematis

$$HC = \frac{Q - S}{2} h t_1. \tag{4.1}$$

Pada persamaan (4.1) masih terdapat parameter  $t_1$  yang memiliki dimensi berbeda terhadap periode perencanaan kebutuhan  $D$ . oleh karena itu, dimensi tersebut harus disetarakan. Persediaan rata-rata selama  $T$  adalah  $\frac{Q-S}{2} t_1$ , sehingga

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{Q}{T} &= \frac{M}{t_1} = \frac{Q - S}{t_1} \\ \Leftrightarrow \frac{Q}{T} &= \frac{Q - S}{t_1} \\ \Leftrightarrow t_1 &= \frac{T(Q - S)}{Q}. \end{aligned}$$

Substitusikan  $t_1$ , maka persamaan (4.1) menjadi

$$HC = \frac{Q - S}{2} h \frac{T(Q - S)}{Q}$$

$$HC = \frac{Th(Q - S)^2}{2Q} \quad (4.2)$$

Dalam hal ini, frekuensi pesanan ( $N$ ) dalam satu periode perencanaan menunjukkan sampai berapa banyak siklus pesanan ulang  $T$  dalam satu periode perencanaan. Dengan kata lain, dalam waktu satu periode perencanaan akan terjadi pesanan ulang  $T$  sebanyak  $N$ . sehingga persamaan (4.2) menjadi

$$HC = \frac{NTh(Q - S)^2}{2Q}$$

Jika periode perencanaan itu satu bulan maka  $N \times T = 1$ , sehingga persamaan diatas menjadi

$$HC = \frac{h(Q - S)^2}{2Q} \quad (4.3)$$

#### 4.1.2 Menentukan Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Nilai dari total *sortage cost* berasal dari luas daerah yang diarsir pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 diperoleh persediaan rata-rata selama  $t_2$  yaitu  $\frac{St_2}{2}$ . Sehingga *shortage cost* merupakan perkalian antara persediaan rata-rata dengan biaya *backorder*. Secara matematis

$$BC = \frac{bSt_2}{2} \quad (4.4)$$

Persamaan (4.4) masih memiliki parameter  $t_2$ . Dengan cara yang sama

$$\begin{aligned} \frac{Q}{T} &= \frac{S}{t_2} \\ \Leftrightarrow t_2 &= \frac{ST}{Q} \end{aligned}$$

Substitusikan  $t_2$ , maka persamaan (4,4) menjadi

$$BC = \frac{bS}{2} \cdot \frac{ST}{Q}$$

$$BC = \frac{TbS^2}{2Q}$$

Jika dalam satu periode perencanaan terdapat  $N$  daur pesanan ulang  $T$  dan dalam satu bulan terjadi  $N$  kali daur pesan ulang  $T$  maka  $N \times T = 1$ , sehingga persamaan menjadi

$$\begin{aligned} BC &= \frac{NTbS^2}{2Q} \\ &= \frac{bS^2}{2Q}. \end{aligned} \quad (4.5)$$

#### 4.1.3 Menentukan Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Nilai dari *ordering cost* sama dengan model *EOQ classic* yaitu perkalian antara biaya setiap kali pesan dengan frekuensi pemesanan. Nilai dari *ordering cost* dapat dilihat dari persamaan (2.3) yaitu

$$OC = \frac{D}{Q} \times A.$$

#### 4.1.4 Menentukan Biaya Persediaan (*Total Cost*)

Total biaya persediaan ( $TC$ ) dapat diperoleh dengan menjumlahkan *ordering cost*, *holding cost* dan *shortage cost*. Secara matematis ditulis

$$\begin{aligned} TC &= OC + HC + BC \\ &= \frac{DA}{Q} + \frac{h(Q - S)^2}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}. \end{aligned} \quad (4.6)$$

Dari persamaan (4.6) diperoleh  $Q$  dan  $S$  optimal dengan mencari turunan pertama terhadap  $Q$  dan turunan pertama terhadap  $S$  disama dengarkan nol. Ini merupakan syarat untuk meminimumkan persamaan (4.6).

$$\frac{\partial TC}{\partial S} = 0.$$

Masing-masing komponen biaya diturunkan maka didapatkan

$$0 = \frac{hS + bS}{Q} - h$$

$$h = \frac{S(h+b)}{Q}$$

$$S^* = \frac{hQ}{(h+b)}. \quad (4.7)$$

Persamaan (4.6) diturunkan terhadap  $Q$  dan disama dengankan nol. Penurunan ini dapat dilihat pada Lampiran 2, maka diperoleh

$$Q^2 = \frac{2DA + S^2(h+b)}{h}. \quad (4.8)$$

Substitusikan persamaan (4.7) kedalam persamaan (4.8). Hasil substitusi dapat dilihat pada Lampiran 3, sehingga diperoleh

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}}.$$

$Q^*$  merupakan  $Q$  optimal, dari  $Q^*$  dan  $S^*$  maka dapat ditentukan  $M^*$

$$M^* = Q^* - S^*. \quad (4.9)$$

Selanjutnya untuk mendapatkan  $TC$  minimum maka substitusikan  $Q^*$  dan  $S^*$  ke persamaan (4.6). Hasil substitusi dapat dilihat pada Lampiran 4, maka diperoleh

$$TC = \sqrt{2DAh} \sqrt{\frac{b}{h+b}}. \quad (4.10)$$

Untuk membuktikan  $Q^*$  dan  $S^*$  optimal dilakukan turunan kedua pada  $TC$  terhadap  $Q$  dan  $S$  dengan syarat hasil penurunan lebih dari nol.

$$\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 S} = \frac{h+b}{Q} > 0$$

$$\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 Q} = 2hQ > 0.$$

Karena nilai  $h, b$ , dan  $Q$  selalu positif terbukti bahwa  $Q^*$  dan  $S^*$  optimal.

## 4.2 Model EOQ *Backorder* dengan Menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)*

Dalam pembentukan model ini diberikan faktor *backorder* untuk mendapatkan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)*. selanjutnya dengan menggunakan *EHSC*, maka dapat menentukan biaya pemesanan (*ordering cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*) kekurangan persediaan (*shortage cost*), dan total biaya persediaan optimal.

### 4.2.1 Faktor *Backorder* ( $K_b$ )

Untuk menentukan  $K_b$  terlebih dahulu ditinjau nilai  $TC$  pada model EOQ *backorder*. Persamaan (4.6) diturunkan terhadap  $S$  dan disama dengan kan nol

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial TC}{\partial S} &= \frac{\partial}{\partial S} \left( \frac{DA}{Q} + \frac{h(Q-S)^2}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q} \right) = 0 \\
 hh \quad 0 &= 0 - \frac{2(Q-S)h}{2Q} + \frac{b(2S)}{2Q} \\
 0 &= -\frac{(Q-S)h}{Q} + \frac{bS}{Q} \\
 0 &= -(Q-S)h + bS \\
 0 &= -Qh + Sh + bS \\
 Qh &= Sh + bS \\
 Qh &= S(h+b) \\
 \frac{S}{Q} &= \frac{h}{(h+b)} \quad (4.11)
 \end{aligned}$$

Persamaan (4.11) sama dengan persamaan (4.7) yang memberi nilai  $S^*$  yang optimum. Didefinisikan

$$K_b = \frac{b}{h+b} \quad (4.12)$$

Dengan mengurangkan 1 dengan  $K_b$  maka diperoleh

$$\Leftrightarrow 1 - K_b = 1 - \frac{b}{h+b} = \frac{h}{h+b} \quad (4.13)$$

$$\Leftrightarrow 1 - K_b = \frac{S}{Q}$$

$$\Leftrightarrow S = (1 - K_b)Q$$

$$\Leftrightarrow S = Q - QK_b \quad (4.14)$$

$$\Leftrightarrow Q - S = QK_b \quad (4.15)$$

$$\Leftrightarrow M = QK_b.$$

#### 4.2.2 Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)

Untuk menentukan *EHSC* ( $H_{eb}$ ) terlebih dahulu dilakukan penjumlahan antara *holding cost* dengan *shortage cost*

$$HC + BC = \frac{h(Q - S)^2}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}$$

diketahui  $S = (1 - K_b)Q$ , maka

$$\begin{aligned} HC + BC &= \frac{h(Q - (1 - K_b)Q)^2}{2Q} + \frac{b((1 - K_b)Q)^2}{2Q} \\ &= \frac{hQ^2K_b^2}{2Q} + \frac{bQ^2(1 - K_b)^2}{2Q} \\ HC + BC &= \frac{Q}{2} [hK_b^2 + b(1 - K_b)^2] \\ &= \frac{Q}{2} \left[ h \left( \frac{b}{h+b} \right)^2 + b \left( \frac{h}{h+b} \right)^2 \right]. \end{aligned} \quad (4.16)$$

Substitusikan (4.12 dan (4.13) ke dalam persamaan (4.16), maka

$$\begin{aligned} HC + BC &= \frac{Q}{2} \left[ \frac{hb^2 + bh^2}{(h+b)^2} \right] \\ &= \frac{Q}{2} \left[ \frac{hb(h+B)}{(h+b)^2} \right] \\ HC + BC &= \frac{Q}{2} h \left[ \frac{b}{(h+b)^2} \right] \\ &= \frac{Q}{2} hK_b. \end{aligned}$$

Pada penjumlahan  $HC + BC$  terdapat  $hK_b$  yang disebut dengan *Equivalent Holding and Shorthage Cost (EHSC)*. Didefinisikan

$$H_{eb} = hK_b$$

maka diperoleh

$$HC + BC = \frac{Q}{2} H_{eb}. \quad (4.17)$$

Penjumlahan antara *holding cost* dengan *shortage cost* menyerupai nilai *holding cost* pada model *EOQ classic* yaitu

$$HC = \frac{Q}{2} h.$$

Nilai total biaya persediaan didapatkan dengan menjumlahkan *ordering cost* dengan persamaan (4.17) diperoleh

$$\begin{aligned} TC &= OC + HC + BC \\ &= \frac{DA}{Q} + \frac{Q}{2} H_{eb}. \end{aligned}$$

Untuk membuktikan bahwa *TC* minimum dapat dilihat turunan pertama disama dengan kan nol.

$$\begin{aligned} \frac{\partial TC}{\partial Q} &= 0 \\ \left( -\frac{DA}{Q^2} + \frac{H_{eb}}{2} \right) &= 0 \\ \frac{DA}{Q^2} &= \frac{H_{eb}}{2} \\ Q^2 &= \frac{2DA}{H_{eb}} \\ Q^* &= \sqrt{\frac{2DA}{H_{eb}}}. \end{aligned} \quad (4.18)$$

Nilai  $Q^*$  optimal, untuk membuktikan bahwa  $Q^*$  optimal dilakukan turunan kedua dengan syarat bernilai positif.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 TC}{\partial Q} &= \frac{\partial}{\partial Q} \left( -\frac{DA}{Q^2} + \frac{H_{eb}}{2} \right) \\ &= \frac{2DA}{Q^3}. \end{aligned}$$

Karena  $D, Q,$  dan  $A$  positif maka dapat dikatakan bahwa  $Q^*$  optimal.

Selanjutnya ditentukan *holding cost (HC)* optimal, *shortage cost (BC)* optimal dan biaya total persediaan minimum (*TC*) menggunakan *EHSC*.

1. Menentukan *holding cost (HC)*

$$HC = \frac{h(Q^* - S^*)^2}{2Q^*}$$

$$HC = \frac{Q^* - S^*}{2} \cdot \frac{h(Q^* - S^*)}{Q^*} \quad (4.18)$$

Substitusikan (4.9) dan (4.14) ke dalam persamaan (4.18), maka

$$HC = \frac{M h Q^* K_b}{2 Q^*}$$

$$= \frac{M}{2} h K_b$$

Karena  $H_{eb} = h K_b$ , sehingga

$$HC = \frac{M}{2} H_{eb} \quad (4.19)$$

2. Menentukan *shortage cost*

$$BC = \frac{b S^{*2}}{2 Q^*}$$

$$BC = b \frac{S^*}{2} \cdot \frac{S^*}{Q^*}$$

diketahui  $\frac{S^*}{Q^*} = (1 - K_b)$ , sehingga

$$BC = \frac{S^*}{2} (1 - K_b) b$$

$$BC = \frac{S^*}{2} \frac{h}{h + b} b$$

$$BC = \frac{S^*}{2} h \frac{b}{h + b}$$

diketahui  $K_b = \frac{b}{h + b}$ , maka

$$BC = \frac{S^*}{2} h K_b$$

$$BC = \frac{S^*}{2} H_{eb}. \quad (4.20)$$

3. Menentukan biaya total persediaan

$$\begin{aligned} TC &= OC + HC + BC \\ TC &= \frac{DA}{Q^*} + \frac{Q^*}{2} H_{eb} \\ TC &= \frac{2DA + Q^{*2} H_{eb}}{2Q^*} \\ TC &= \frac{2DA + \left( \sqrt{\frac{2DA}{H_{eb}}} \right)^2 H_{eb}}{2 \sqrt{\frac{2DA}{H_{eb}}}} \\ C &= \frac{2DA}{\sqrt{\frac{2DA}{H_{eb}}}} \\ TC^2 &= \frac{(2DA)^2}{\frac{2DA}{H_{eb}}} \\ TC &= \sqrt{2DAH_{eb}}. \end{aligned} \quad (4.21)$$

#### 4.2.3 Tabel Perbandingan *EOQ*

Setelah memperoleh *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)* maka dapat dilihat perbandingan model antara *EOQ classic*, *EOQ backorder* dan *EOQ backorder* menggunakan *EHSC* yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pada Tabel 4.1 terlihat bahwa model *EOQ backorder* dengan *EHSC* menyerupai *EOQ classic*. Model *EOQ backorder* dengan menggunakan *EHSC* merupakan model lain dari *EOQ backorder*. Dengan menggunakan model ini maka dapat mempermudah perhitungan seperti *EOQ classic*.

Tabel 4.1 Perbandingan Model *EOQ*

<i>Model</i>	<i>EOQ classic</i>	<i>EOQ backorder</i>	<i>EOQ backorder menggunakan EHSC</i>
$K_b$	-	-	$\frac{b}{h+b}$
$H_{eb}$	-	-	$hK_b$
$Q^*$	$\sqrt{\frac{2DA}{h}}$	$\sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}}$	$\sqrt{\frac{2DA}{H_{eb}}}$
$S^*$	-	$\frac{hQ^*}{(h+b)}$	$(1-K_b)Q^*$
$M^*$	$\frac{Q^*}{2}$	$Q^* - S^*$	$Q^*K_b$
$HC$	$\frac{Q^*}{2}h$	$\frac{h(Q^* - S^*)^2}{2Q^*}$	$\frac{M^*}{2}H_{eb}$
$BC$	-	$\frac{bS^{*2}}{2Q^*}$	$\frac{S^*}{2}H_{eb}$
$OC$	$\frac{DA}{Q^*}$	$\frac{DA}{Q^*}$	$\frac{DA}{Q^*}$
$TC$	$\sqrt{2DAh}$	$\sqrt{2DAh} \sqrt{\frac{b}{h+b}}$	$\sqrt{2DAH_{eb}}$

Sumber : hasil perbandingan model *EOQ*

#### 4.3 Penerapan Model *EOQ* dengan *Backorder* Menggunakan *Equivalent Holding and Shortage Cost (EHSC)* pada PG Kebon Agung, Malang

Untuk memperoleh solusi dari model *EOQ* dengan *backorder* dilakukan studi kasus di PG Kebon Agung. Dengan menggunakan *EHSC* yang digunakan untuk model *EOQ backorder* diperoleh jumlah pesanan yang optimal, jumlah *shortage* optimal, jumlah persediaan optimal, biaya pemesanan optimal, biaya penyimpanan optimal, biaya kekurangan persediaan optimal dan total biaya persediaan optimal. Satuan waktu yang digunakan dalam model ini adalah setiap bulan dan satuan unit adalah setiap kwintal. Data-data yang digunakan terlampir dalam Lampiran 1.

Tabel 4.2 Data Permintaan

Bulan	Jumlah Permintaan	Jumlah kekurangan
Mei	83.975 kw	34.427,4375 kw
Juni	155.624 kw	33.316,875 kw
Juli	183.627 kw	34.427,4375 kw
Agustus	189.279 kw	34.427,4375 kw
September	166.411 kw	33.316,875 kw
Oktober	224.919 kw	34.427,4375 kw

Sumber: Data pada PG Kebon Agung, Malang.

Berdasarkan Lampiran 1 diperoleh biaya penyimpanan/unit adalah Rp 1.048,55, biaya ini diperoleh dari hasil pembagian antara biaya penyimpanan sebesar Rp1.044.182.566,00 dengan jumlah penyimpanan barang sebanyak 995.835. Biaya kekurangan (*shortage cost*)/unit yaitu Rp 385,487, biaya ini merupakan hasil pembagian antara biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) sebesar Rp 77.771.671,00 dengan jumlah kekurangan barang sebanyak 204.343,5. Untuk biaya pemesanan setiap kali pesan diperoleh sebesar Rp 3.906.580, biaya ini dihasilkan dari biaya pemesanan sebesar Rp 89.851.359,00 dibagi frekuensi pesanan yaitu 23 kali. Berdasarkan biaya-biaya tersebut dengan menggunakan *software Dev-Pascal 1.9.2* diperoleh jumlah pesanan yang optimal, jumlah *shortage* optimal, jumlah persediaan optimal, biaya pemesanan optimal, biaya penyimpanan optimal, biaya kekurangan persediaan optimal dan total biaya persediaan optimal. Tabel 4.3 memperlihatkan solusi dari model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC*.

Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa jumlah persediaan optimal ( $M^*$ ) lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah *shortage* optimal ( $S^*$ ). Keadaan seperti ini dikarenakan biaya untuk kekurangan persediaan (*shortage cost*)/unit lebih sedikit dibandingkan dengan biaya penyimpanan/unit. Untuk itu agar mendapatkan total biaya persediaan optimal maka jumlah *shortage* lebih besar dibandingkan dengan jumlah persediaan yang harus disimpan. Pada kasus ini diperoleh nilai  $K_b$  sebesar 0,2688 dan  $H_{eb}$  sebesar 281,8633. Pada

model ini diasumsikan bahwa komponen biaya adalah tetap, yaitu seperti biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) dan biaya pemesanan sehingga memberikan nilai  $K_b$  dan  $H_{eb}$  tetap untuk setiap bulan.

Tabel 4.3 Jumlah pemesanan, jumlah *shortage* optimal, dan jumlah persediaan

Bulan	$Q^*$	$S^*$	$M^*$
Mei	48.246,87 kw	35.277,51 kw	12.969,36 kw
Juni	65.679,88 kw	48.024,31 kw	17.655,57 kw
Juli	71.344,80 kw	52.166,43 kw	19.178,37 kw
Agustus	72.434,47 kw	52.963,18 kw	19.471,29 kw
September	67.918,03 kw	49.660,82 kw	18.257,21 kw
Oktober	78.960,00 kw	57.734,57 kw	21.225,43 kw
<b>Jumlah</b>	<b>404.584,05 kw</b>	<b>295.826,82 kw</b>	<b>108.757,23 kw</b>

Sumber: Hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* pada *software pascal*

Pada Tabel 4.3 terlihat bahwa semakin besar jumlah permintaan setiap bulannya maka semakin besar pula jumlah pesanan optimal, jumlah persediaan optimal dan jumlah *shortage* optimal. Keadaan seperti ini dapat dikatakan bahwa jumlah permintaan berbanding lurus dengan jumlah pesanan optimal, jumlah persediaan optimal dan jumlah *shortage* optimal. Dalam satu tahun dapat dilihat jumlah pesanan optimal sebesar 404.584,05 kwintal, dengan banyaknya persediaan yang harus disimpan sebesar 108.757,23 kwintal dan jumlah kekurangan optimal sebesar 295.826,82 kwintal.

Total biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemesanan optimal dapat dilihat pada Tabel 4.4, pada tabel tersebut terlihat bahwa total biaya penyimpanan lebih sedikit dibandingkan dengan total biaya kekurangan persediaan. Hal ini berdasarkan Tabel 4.3, dimana jumlah persediaan optimal lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah *shortage* optimal. Total biaya pemesanan lebih tinggi dibandingkan dengan kedua komponen biaya

lainnya. Total biaya pemesanan ini dipengaruhi oleh biaya pemesanan setiap kali pesan sehingga memberikan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kedua komponen biaya lainnya. Tabel 4.4 dipengaruhi oleh Tabel 4.3. Pada tabel 4.3 jumlah permintaan berbanding lurus dengan dengan jumlah pesanan optimal, jumlah persediaan optimal dan jumlah *shorthage* optimal, maka pada Tabel 4.4 ini secara tidak langsung mengikuti istilah tersebut. Dalam satu tahun biaya penyimpanan sebesar Rp 15.327.337, biaya kekurangan persediaan sebesar Rp 41.691.363 dan biaya pengiriman sebesar Rp Rp 57.018.700. Biaya-biaya tersebut bergantung pada jumlah  $Q$  pemesanan.

Tabel 4.4 Total biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemesanan optimal

Bulan	$HC^*$	$BC^*$	$OC^*$
Mei	Rp 1.827.793	Rp 4.971.717	Rp 6.799.510
Juni	Rp 2.488.229	Rp 6.768.146	Rp 9.256.374
Juli	Rp 2.702.840	Rp 7.351.901	Rp 10.054.741
Agustus	Rp 2.744.121	Rp 7.464.189	Rp 10.208.310
September	Rp 2.573.019	Rp 6.998.781	Rp 9.571.801
Oktober	Rp 2.991.335	Rp 8.136.629	Rp 11.127.964
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 15.327.337</b>	<b>Rp 41.691.363</b>	<b>Rp 57.018.700</b>

Sumber: Hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* pada *software pascal*.

Tabel 4.5 memperlihatkan total biaya persediaan optimal setiap bulan. Total biaya persediaan ini dipengaruhi Tabel 4.4. Dimana jumlah permintaan berbanding lurus dengan total biaya-biaya yang relevan. Pada Tabel 4.5 diperoleh total biaya persediaan dalam satu tahun sebesar Rp 114.037.400. Nilai dari total biaya persediaan ini juga bergantung pada  $Q$  pemesanan. Nilai  $Q$  optimal ( $Q^*$ ) terdapat pada Tabel 4.3, semakin besar  $Q^*$  maka semakin besar pula nilai total biaya persediaan.

Tabel 4.5 Total biaya persediaan optimal

<b>Bulan</b>	<b>TC*</b>
Mei	Rp 13.599.021
Juni	Rp 18.512.749
Juli	Rp 20.109.482
Agustus	Rp 20.416.620
September	Rp 19.143.601
Oktober	Rp 22.255.927
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 114.037.400</b>

Sumber: Hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* pada *software pascal*.

Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan bantuan *software Dev-Pascal 1.9.2*. Pada tabel tersebut terlihat bahwa hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* memiliki nilai yang sama dengan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC*. Hasil perhitungan dengan menggunakan *EHSC* dapat dilihat pada Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Dimana untuk setiap komponen memiliki nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa model dengan *EOQ backorder* menggunakan *EHSC* merupakan penyederhanaan model dan menjadi model lain dari *EOQ* dengan *backorder*.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan model *EOQ* dengan *Backorder*

Bulan	$Q^*$ (kwintal)	$S^*$ (kwintal)	$M^*$ (kwintal)	$HC^*$ (Rp)	$BC^*$ (Rp)	$OC^*$ (Rp)	$TC^*$ (Rp)
Mei	48.246,87	35.277,51	12.969,36	1.827.783	4.971.717	6.799.510	13.599.021
Juni	65.679,88	48.024,31	17.655,57	2.488.229	6.768.146	9.256.374	18.512.749
Juli	71.344,80	52.166,43	19.178,37	2.702.840	7.351.901	10.054.741	20.109.482
Agustus	72.434,47	52.963,18	19.471,29	2.744.121	7.464.189	10.208.310	20.416.620
September	67.918,03	49.660,82	18.257,21	2.573.019	6.998.781	9.571.801	19.143.601
Oktober	78.960,00	57.734,57	21.225,43	2.991.335	8.136.629	11.127.964	22.255.927
<b>Jumlah</b>	<b>404.584,05</b>	<b>295.826,82</b>	<b>108.757,23</b>	<b>1 5.327.337</b>	<b>41.691.363</b>	<b>57.018.700</b>	<b>114.037.400</b>

Sumber: Hasil perhitungan model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *software pascal*.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam skripsi ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. *EHSC* diperoleh dengan melakukan turunan pertama terhadap  $S$  pada total biaya persediaan model *EOQ backorder* dan disama dengankan nol. Selanjutnya dengan mendefinisikan faktor  $K_b$  dan disubstitusikan kedalam penjumlahan *holding cost* dan *shortage cost*. Dimana,  $hK_b$  pada penjumlahan disebut dengan *EHSC*. Model *EOQ* dengan *backorder* dapat disederhanakan dengan menggunakan *Equivalent Holding and shortage Cost (EHSC)*. Penyederhanaan model ini menghasilkan model lain dari *EOQ backorder* yang menyerupai *EOQ classic*.
2. Hasil penerapan pada model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* pada kasus PG Kebon Agung menghasilkan jumlah pesanan optimal dalam setahun 404.584,05 kwintal. Jumlah persediaan optimal yang harus disimpan sebanyak 108.757,23 kwintal, jumlah *shortage* optimal sebanyak 295.826.82 kwintal, sedangkan total biaya penyimpanan sebesar Rp 15.327.337, biaya kekurangan persediaan sebesar Rp 41.691.363 dan biaya pengiriman sebesar Rp 57.018.700. Dari komponen-komponen biaya tersebut diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp 114.037.400. Hasil perhitungan pada model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* memiliki nilai yang sama dengan model *EOQ backorder*.

### 5.2 Saran

Model *EOQ* dengan *backorder* menggunakan *EHSC* merupakan penyederhanaan model dari model dasar *EOQ backorder*. Penyederhanaan model menggunakan *EHSC* disarankan dilakukan juga pada model dasar *EPQ (Economic Production Quantity)* agar ditemukan juga model lain dari model dasar dari *EPQ*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. 2011. *Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan "backorder policy"*. Skripsi FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Budiawati, L. 2013. *Model Deterministik EOQ dengan backorder parsial*. Skripsi FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Hermawan, A. 2005. *Penelitian Bisnis Paradigma Kuantitatif*. PT Grasindo. Jakarta.
- Kharde, B., Pathil, G. J.V., dan Nandukar, K.N.N. 2012. *EOQ Model for Planned Shortages By Using Equivalent Holding and Shortage Cost*. *IJIIRD*. India. Volume 3, Issue 1, January-June (2012), pp. 43-57.  
[http://www.academia.edu/2464932/EOQ\\_model\\_for\\_planned\\_shortage\\_by\\_using\\_equivalent\\_holding\\_and\\_shortage\\_cost](http://www.academia.edu/2464932/EOQ_model_for_planned_shortage_by_using_equivalent_holding_and_shortage_cost).  
Diakses tanggal 9 Februari 2013
- Rangkuti, F. 2004. *Manajemen Persediaan (Aplikasi di Bidang Bisnis)*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Ristono, A. 2009. *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Siagaan, P. 1987. *Penelitian Operasional (Teori dan Praktek)*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Siswanto. 2007. *Operation Research*. Erlangga. Yogyakarta.
- Subagyo, P. Asri, M., dan Handoko, T. H. 2000. *Dasar-dasar Operations Research*. BPFE-YOGYAKARTA. Yogyakarta.
- Sukmana, A.2005. Model Matematika Sistem Persediaan dengan Pengadaan Darurat. *Integral*. Vol.10.No.1 Maret 2005 hal 8-17.  
<http://ebookbrowse.com/model-matematika-sistem-persediaan-stokastic-periodic-review-dengan-pengadaan->

darurat-abstrak-pdf-d344388784. Diakses tanggal 22 Maret 2013

Taha, H. A. 1997. *Riset Operasi*. Binarupa Aksara. Jakarta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Permintaan, BiayaPenyimpanan, Biayapemesanan, danBiayaKekuatranganPersediaan

#### 1. Data Permintaan

<b>Bulan</b>	<b>Jumlahpermintaan</b>	<b>JumlahKekurangan</b>
Mei	13.825	8.884,5
	32.219	12.216,1875
	37.931	13.326,75
<b>Jumlah</b>	<b>83.975</b>	<b>34.427,4375</b>
Juni	40.342	8.884,5
	34.250	7.773,9375
	34.227	7.773,9375
	38.805	8.884,5
<b>Jumlah</b>	<b>155.624</b>	<b>33.316,875</b>
Juli	46.848	8.884,5
	39.927	6.663,375
	45.075	7.773,9375
	51.777	11.105,625
<b>Jumlah</b>	<b>183.627</b>	<b>34.427,4375</b>
Agustus	53.084	9.995,065
	44.432	7.773,9375
	51.386	8.884,5
	40.377	7.773,9375
<b>Jumlah</b>	<b>189.279</b>	<b>34.427,4375</b>
September	25.192	5.552,8125
	37.726	6.663,375
	51.596	9.995,065
	51.897	11.105,625
<b>Jumlah</b>	<b>166.411</b>	<b>33.316,875</b>
Oktober	62.061	11.105,625
	50.589	6.663,375
	57.443	8.884,5
	54.826	7.773,9375
<b>Jumlah</b>	<b>224.919</b>	<b>34.427,4375</b>
<b>Jumlah</b>	<b>995.835</b>	<b>204.343,5</b>

2. Biayapenyimpanan

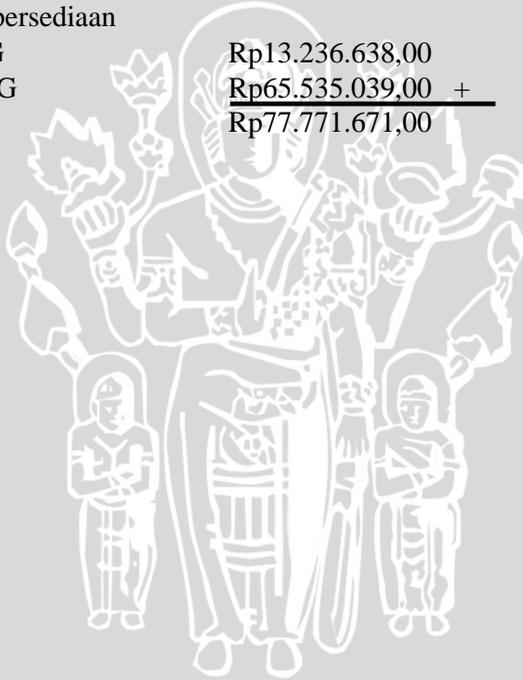
• Upahpekerjatetap	Rp101.098.386,00
• Upahpekerjakampanye (promosi)	Rp24.009.700,00
• Upahpekerjatidaktetap	Rp10.333.510,00
• Upahborongan	Rp600.225.098,00
• Asuransi	Rp105.609.000,00
• Perbaikanmesin	Rp202.906.872,00 +
Jumlah	<u>Rp1.044.182.566,00</u>

3. Biayapemesanan

• Suratmenyurat, telepon	Rp77.958.000,00
• DII	<u>Rp11.893.359,00 +</u>
Jumlah	Rp89.851.359,00

4. Biayakekuranganpersediaan

• Upahlembur LMG	Rp13.236.638,00
• UpahLembur DMG	<u>Rp65.535.039,00 +</u>
Jumlah	Rp77.771.671,00



## Lampiran 2 Penurunan TC Terhadap Q

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{h(Q - S)^2}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}$$

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$$

$$0 = -\frac{DA}{Q^2} + \frac{2h(Q - S)2Q - 2h(Q - S)^2}{(2Q)^2} - \frac{bS^2}{2Q^2}$$

$$0 = -\frac{DA}{Q^2} + \frac{2h(Q - S)(2Q - (Q - S))}{(2Q)^2} - \frac{bS^2}{2Q^2}$$

$$0 = -\frac{DA}{Q^2} + \frac{h(Q - S)(Q + S)}{2Q^2} - \frac{bS^2}{2Q^2}$$

$$0 = -\frac{DA}{Q^2} + \frac{h(Q^2 - S^2)}{2Q^2} - \frac{bS^2}{2Q^2}$$

$$0 = \frac{-2DA + h(Q^2 - S^2) - bS^2}{2Q^2}$$

$$2DA = h(Q^2 - S^2) - bS^2$$

$$2DA = hQ^2 - hS^2 - bS^2$$

$$hQ^2 = 2DA + hS^2 + bS^2$$

$$hQ^2 = 2DA + S^2(h + b)$$

$$Q^2 = \frac{2DA + S^2(h + b)}{h}$$

### Lampiran 3 Menentukan Nilai $Q^*$

$$\left\{ \text{Substitusi } S = \frac{hQ}{(h+b)} \right\} \quad Q^2 = \frac{2DA + S^2(h+b)}{h}$$
$$hQ^2 = \frac{2DA + \left(\frac{hQ}{(h+b)}\right)^2 (h+b)}{h}$$

$$hQ^2 = 2DA + \frac{(hQ)^2}{h+b}$$

$$2DA = hQ^2 - \frac{(hQ)^2}{h+b}$$

$$2DA = hQ^2 \left(1 - \frac{h}{h+b}\right)$$

$$2DA = hQ^2 \left(\frac{h+b-h}{h+b}\right)$$

$$2DA = hQ^2 \left(\frac{b}{h+b}\right)$$

$$hQ^2 = 2DA \left(\frac{h+b}{b}\right)$$

$$Q^2 = \frac{2DA}{h} \left(\frac{h+b}{b}\right)$$

$$hQ^* = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}}$$

#### Lampiran 4 Menentukan TC Optimal

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{h(Q - S)^2}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}$$

$$= \frac{DA}{Q} + \frac{h(Q^2 - 2QS + S^2)}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}$$

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Q^2h}{2Q} - \frac{2QSh}{2Q} + \frac{S^2h}{2Q} + \frac{bS^2}{2Q}$$

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Qh}{2} - Sh + \frac{S^2(h+b)}{2Q}$$

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Qh}{2} - Sh + \frac{S}{Q} \cdot \frac{S(h+b)}{2}$$

$$\left\{ \text{substitusi } S = \frac{hQ}{(h+b)} \right\}$$

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Qh}{2} - \frac{hQ}{(h+b)}h + \frac{\frac{hQ}{(h+b)}}{Q} \cdot \frac{hQ}{(h+b)}(h+b)$$

$$TC = \frac{DA}{Q} + \frac{Qh}{2} - \frac{h^2Q}{(h+b)} + \frac{h^2Q}{2(h+b)}$$

$$\left\{ \text{substitusi } Q = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}} = \sqrt{\frac{2DA(h+b)}{hb}} \right\}$$

$$TC = \frac{DA}{\sqrt{\frac{2DA(h+b)}{hb}}} + \frac{\sqrt{\frac{2DA(h+b)}{hb}}h}{2} - \frac{h^2}{(h+b)} \sqrt{\frac{2DA(h+b)}{hb}}$$

$$+ \frac{h^2}{2(h+b)} \sqrt{\frac{2DA(h+b)}{hb}}$$

$$TC = \sqrt{\frac{D^2A^2hb}{2DA(h+b)}} + \sqrt{\frac{2DAh^2(h+b)}{4hb}} - \sqrt{\frac{2DAh^4(h+b)}{hb(h+b)^2}}$$

$$+ \sqrt{\frac{2DAh^4(h+b)}{4hb(h+b)^2}}$$

$$\begin{aligned}
 TC &= \sqrt{\frac{DAhb}{2(h+b)}} + \sqrt{\frac{DAh(h+b)}{2b}} - \sqrt{\frac{2DAh^3}{b(h+b)}} + \sqrt{\frac{DAh^3}{2b(h+b)}} \\
 &= \sqrt{\frac{DAhb^2}{2b(h+b)}} + \sqrt{\frac{DAh(h+b)^2}{2b(h+b)}} - \sqrt{\frac{4DAh^3}{2b(h+b)}} + \sqrt{\frac{DAh^3}{2b(h+b)}} \\
 &= b \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}} + (h+b) \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}} - 2h \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}} \\
 &\quad + h \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}}
 \end{aligned}$$

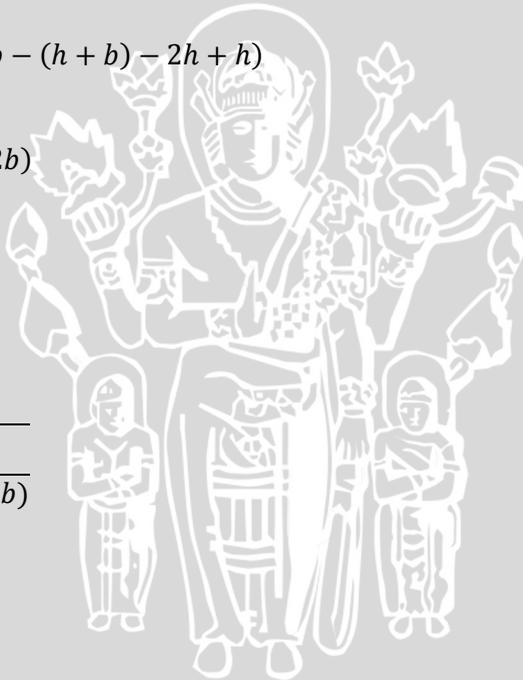
$$TC = \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}} (b - (h+b) - 2h + h)$$

$$TC = \sqrt{\frac{DAh}{2b(h+b)}} (2b)$$

$$TC = \sqrt{\frac{4b^2 DAh}{2b(h+b)}}$$

$$TC = \sqrt{\frac{2bDAh}{(h+b)}}$$

$$TC = \sqrt{2DAh} \sqrt{\frac{b}{(h+b)}}$$

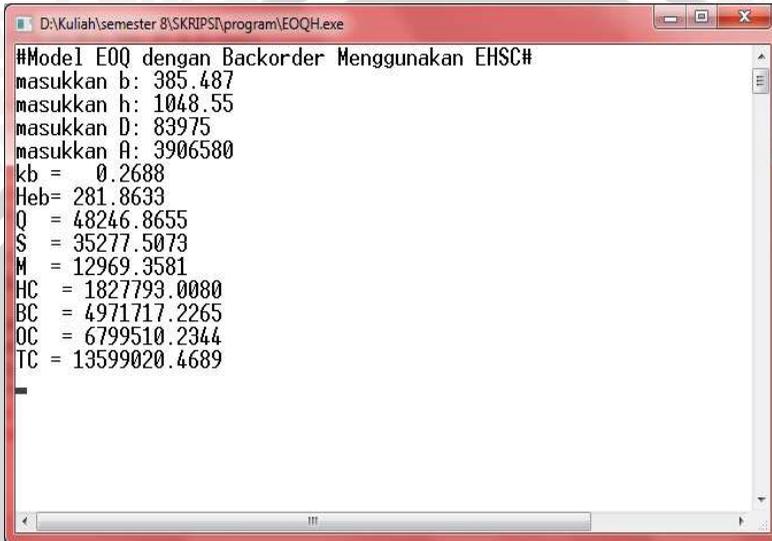


## Lampiran5 Listing ProgramEOQdenganBackorder MenggunakanEHSC

```
program EOQ;  
uses crt;  
Var  
b,h,HC,BC,TC,Q,OC,M,S,Heb,kb,D,A:real;  
begin  
clrscr;  
writeln('#Model EOQ dengan Backorder  
menggunakan EHSC#');  
write('masukkan b: '); readln(b);  
write('masukkan h: '); readln(h);  
write('masukkan D: '); readln(D);  
write('masukkan A: '); readln(A);  
kb:=b/(h+b);  
Heb:=kb*h;  
Q:=sqrt((2*D*A)/Heb);  
S:=(1-kb)*Q;  
M:=kb*Q;  
HC:=M/2*(Heb);  
BC:=S/2*(Heb);  
OC:=(D*A)/Q;  
TC:=sqrt(2*D*A*Heb);  
writeln('kb = ', kb:8:4);  
writeln('Heb= ', Heb:8:4);  
writeln('Q = ', Q:8:4);  
writeln('S = ', S:8:4);  
writeln('M = ', M:8:4);  
writeln('HC = ', HC:8:4);  
writeln('BC = ', BC:8:4);  
writeln('OC = ', OC:8:4);  
writeln('TC = ', TC:8:4);  
readln;  
end.
```

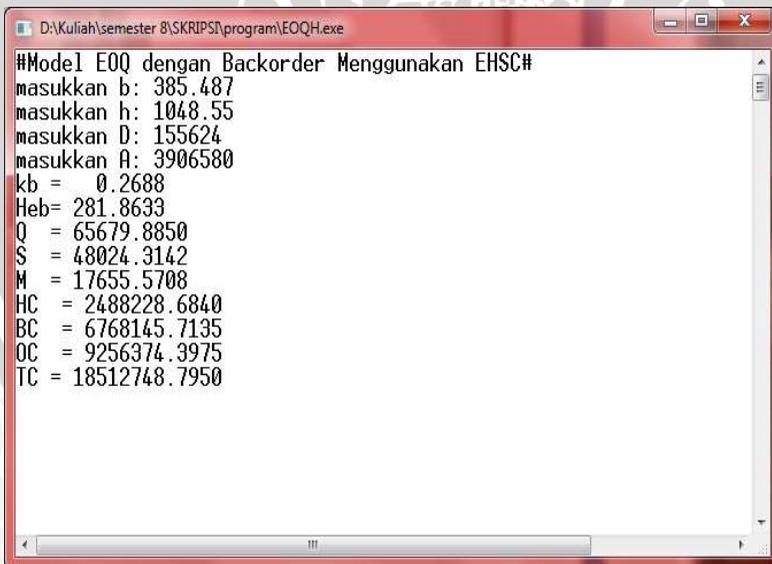
## Lampiran6 Output ProgramEOQdenganBackorder MenggunakanEHSC

### 1. Hasiluntukbulan Mei



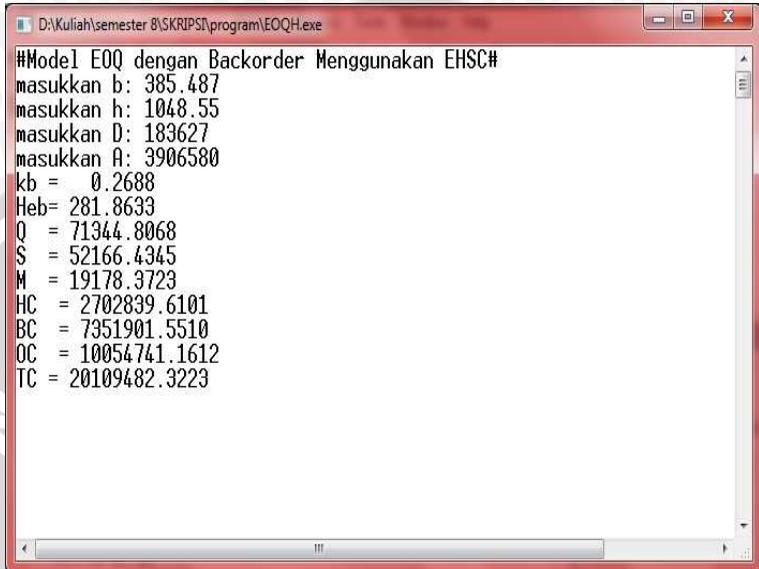
```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQH.exe
#Model EOQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 83975
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 48246.8655
S = 35277.5073
M = 12969.3581
HC = 1827793.0080
BC = 4971717.2265
OC = 6799510.2344
TC = 13599020.4689
```

### 2. HasilbulanJuni



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQH.exe
#Model EOQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 155624
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 65679.8850
S = 48024.3142
M = 17655.5708
HC = 2488228.6840
BC = 6768145.7135
OC = 9256374.3975
TC = 18512748.7950
```

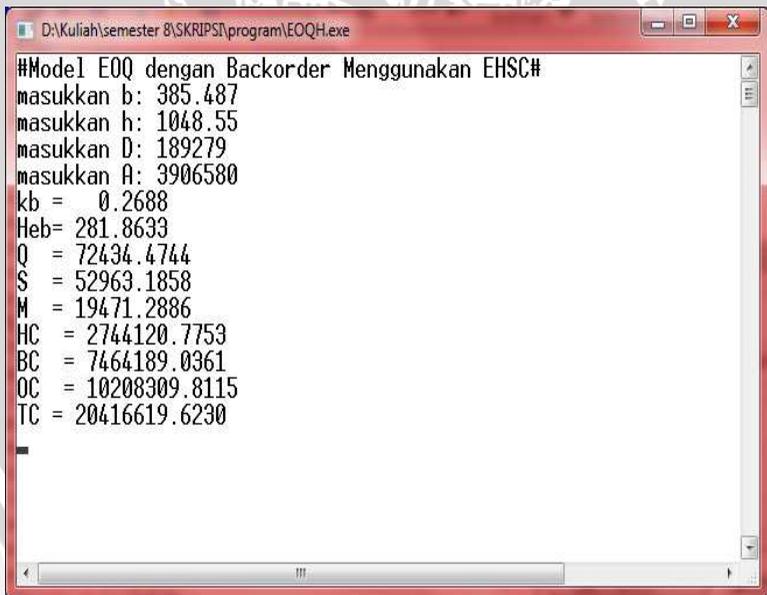
### 3. Hasilbulanjuli



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EQQH.exe

#Model EQQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 183627
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 71344.8068
S = 52166.4345
M = 19178.3723
HC = 2702839.6101
BC = 7351901.5510
OC = 10054741.1612
TC = 20109482.3223
```

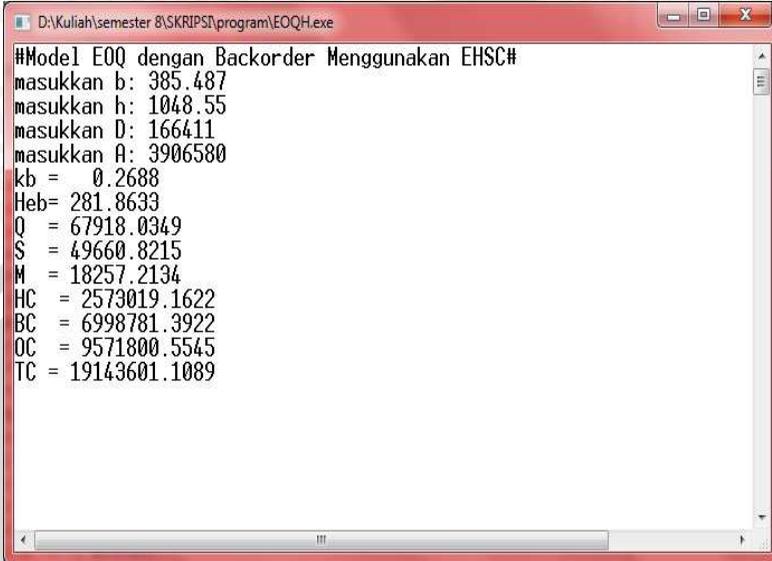
### 4. HasilbulanAgustus



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EQQH.exe

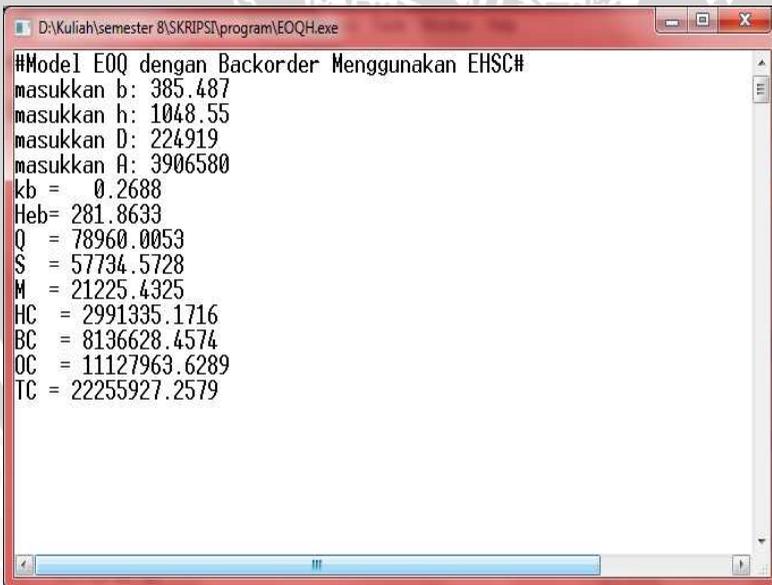
#Model EQQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 189279
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 72434.4744
S = 52963.1858
M = 19471.2886
HC = 2744120.7753
BC = 7464189.0361
OC = 10208309.8115
TC = 20416619.6230
```

## 5. Hasilbulan September



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQH.exe
#Model EOQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 166411
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 67918.0349
S = 49660.8215
M = 18257.2134
HC = 2573019.1622
BC = 6998781.3922
OC = 9571800.5545
TC = 19143601.1089
```

## 6. Hasilbulan Oktober



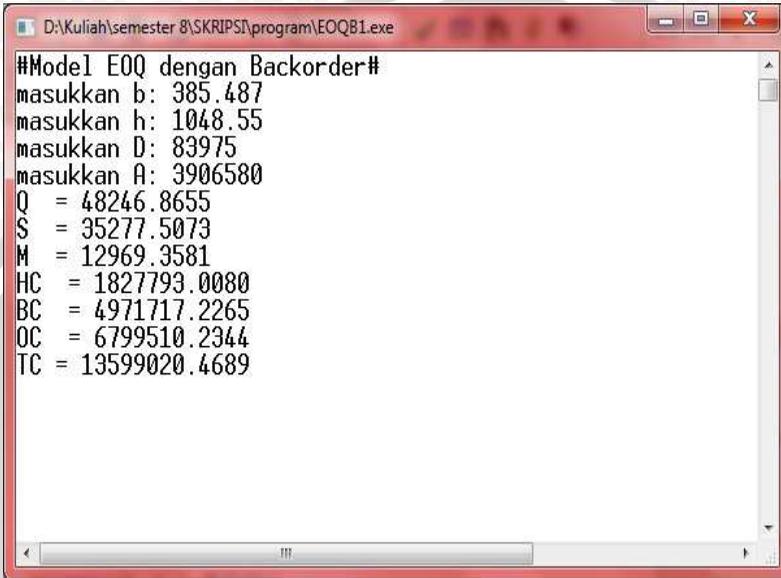
```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQH.exe
#Model EOQ dengan Backorder Menggunakan EHSC#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 224919
masukkan A: 3906580
kb = 0.2688
Heb= 281.8633
Q = 78960.0053
S = 57734.5728
M = 21225.4325
HC = 2991335.1716
BC = 8136628.4574
OC = 11127963.6289
TC = 22255927.2579
```

## Lampiran7 Listing Program *EOQ*dengan*Backorder*

```
program EOQ;
uses crt;
Var
b,h,HC,BC,TC,Q,OC,M,S,D,A:real;
begin
clrscr;
writeln('#Model EOQ dengan Backorder#');
write('masukkan b: '); readln(b);
write('masukkan h: '); readln(h);
write('masukkan D: '); readln(D);
write('masukkan A: '); readln(A);
 $Q := \sqrt{(2 * D * A) / h} * \sqrt{(h + b) / b}$ ;
 $S := (h * Q) / (h + b)$ ;
 $M := Q - S$ ;
 $HC := (h * (Q - S) * (Q - S)) / (2 * Q)$ ;
 $BC := (b * S * S) / (2 * Q)$ ;
 $OC := (D * A) / Q$ ;
 $TC := \sqrt{(2 * D * A * h) * \sqrt{(b / (h + b))}}$ ;
writeln('Q = ', Q:8:4);
writeln('S = ', S:8:4);
writeln('M = ', M:8:4);
writeln('HC = ', HC:8:4);
writeln('BC = ', BC:8:4);
writeln('OC = ', OC:8:4);
writeln('TC = ', TC:8:4);
readln;
end.
```

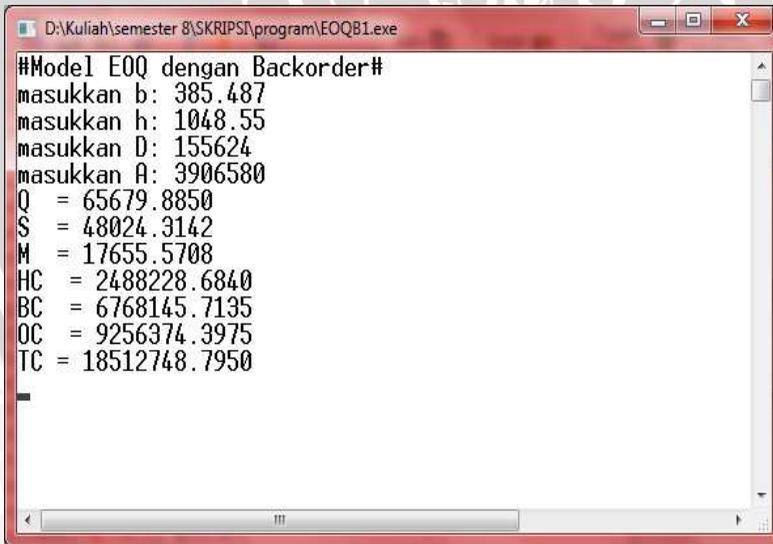
## Lampiran 8 Output Program *EOQ*dengan*Backorder*

### 1. HasilBulan Mei



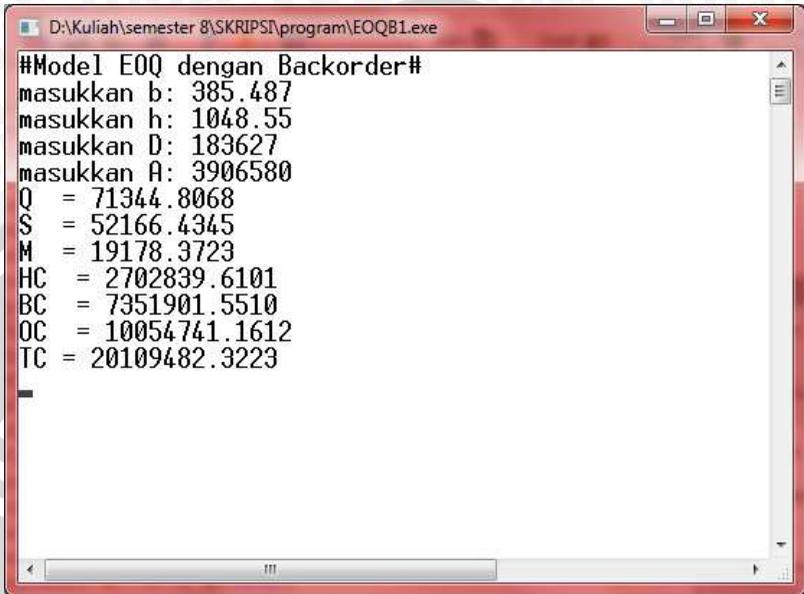
```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe
##Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 83975
masukkan A: 3906580
Q = 48246.8655
S = 35277.5073
M = 12969.3581
HC = 1827793.0080
BC = 4971717.2265
OC = 6799510.2344
TC = 13599020.4689
```

### 2. HasilBulanJuni



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe
##Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 155624
masukkan A: 3906580
Q = 65679.8850
S = 48024.3142
M = 17655.5708
HC = 2488228.6840
BC = 6768145.7135
OC = 9256374.3975
TC = 18512748.7950
```

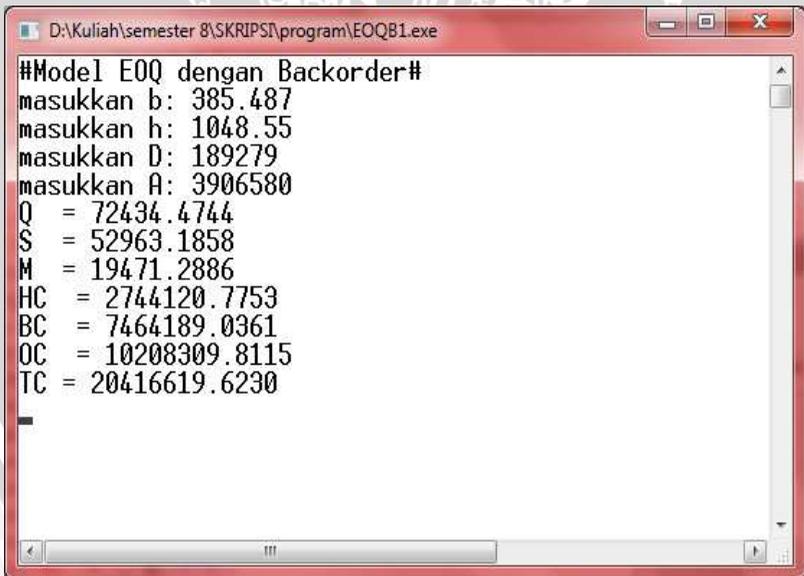
### 3. Hasil Bulan Juli



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe

##Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 183627
masukkan A: 3906580
Q = 71344.8068
S = 52166.4345
M = 19178.3723
HC = 2702839.6101
BC = 7351901.5510
OC = 10054741.1612
TC = 20109482.3223
```

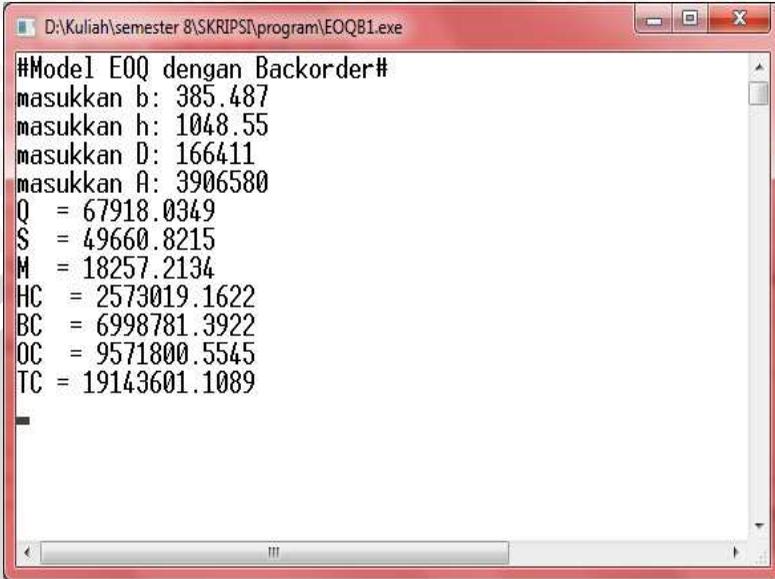
### 4. Hasil Bulan Agustus



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe

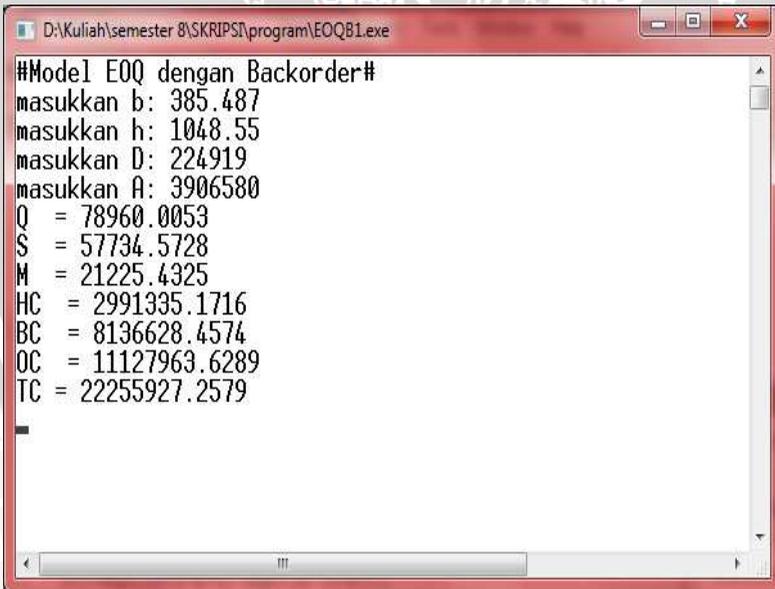
##Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 189279
masukkan A: 3906580
Q = 72434.4744
S = 52963.1858
M = 19471.2886
HC = 2744120.7753
BC = 7464189.0361
OC = 10208309.8115
TC = 20416619.6230
```

## 5. HasilBulan September



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe
#Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 166411
masukkan A: 3906580
Q = 67918.0349
S = 49660.8215
M = 18257.2134
HC = 2573019.1622
BC = 6998781.3922
OC = 9571800.5545
TC = 19143601.1089
```

## 6. HasilBulanOktober



```
D:\Kuliah\semester 8\SKRIPSI\program\EOQB1.exe
#Model EOQ dengan Backorder#
masukkan b: 385.487
masukkan h: 1048.55
masukkan D: 224919
masukkan A: 3906580
Q = 78960.0053
S = 57734.5728
M = 21225.4325
HC = 2991395.1716
BC = 8136628.4574
OC = 11127963.6289
TC = 22255927.2579
```