

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah penting yang sering dihadapi oleh perusahaan yang bergerak pada bidang perekonomian adalah masalah pengendalian persediaan. Pengendalian persediaan ini bertujuan untuk menunjang kelancaran sistem produksi atau kegiatan bisnis yang dilakukan oleh suatu perusahaan. Persediaan yang terlalu besar maupun kecil dapat mengakibatkan timbulnya berbagai masalah yang cukup rumit. Kurangnya persediaan barang mentah akan menimbulkan hambatan-hambatan pada proses produksi. Disamping itu, kurangnya persediaan barang mengakibatkan kekecewaan yang berakibat perusahaan kehilangan konsumen. Sebaliknya kelebihan persediaan dapat menimbulkan biaya yang lebih beserta resikonya. Dalam hal ini manajemen persediaan yang efektif sangat diperlukan untuk keuntungan perusahaan. Oleh karena itu diperlukan metode atau kebijakan yang dapat meningkatkan pelayanan sekaligus mampu meminimasi persediaan dan produktivitas produksi.

Pengendalian persediaan pada dasarnya merupakan kebijakan dalam persediaan untuk menentukan berapa besar pesanan yang harus ditambah, kapan persediaan itu ditambah, dan menjaga berapa jumlah barang yang harus dijaga. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan total biaya persediaan, mengoptimalkan jumlah pesanan dan waktu yang dilakukan saat pemesanan.

Model *Economic Production Quantity* yang selanjutnya disebut dengan *EPQ* adalah model yang mengasumsikan penambahan persediaan secara bertahap di dalam waktu produksi. Untuk melakukan pengisian kembali ke konsumen harus disertai pembayaran. Dalam hal ini pemasok menawarkan penundaan pembayaran untuk menarik banyak konsumen. Pada masalah persediaan, kebijakan dari pemasok ini mendapat perhatian yang lebih dari banyak peneliti. Diantaranya, Chung dan Huang (2003) membentuk model persediaan *single-item* dengan memperbolehkan penundaan waktu pembayaran. Maghfiroh (2011) menurunkan model *EPQ* klasik dengan menambahkan efek *backorder* yang digunakan untuk menghindari terjadinya kerugian dalam proses

produksi. Rosyidah (2013) juga membahas *EPQ* dengan menambahkan faktor dari *set up cost* yang mempertimbangkan lama proses produksi agar terlepas dari ketidaksempurnaan hasil produksi yang akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan.

Dalam skripsi ini membahas model persediaan *EPQ* untuk penundaan waktu pembayaran dengan mengasumsikan harga jual dan harga pembelian yang tidak sama, model ini dikemukakan oleh Lai, dkk. (2007) yang akan dijadikan rujukan utama dalam skripsi ini. Sementara itu, penundaan waktu pembayaran pada model Chung dan Huang (2003) mengasumsikan harga jual dan harga pembeliannya yang sama. Tujuan dari pembentukan model pada skripsi ini yaitu mengetahui model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran dan penerapannya pada CV. Berkah Bumi Mandiri. CV. Berkah Bumi Mandiri ini merupakan sebuah industri yang bergerak pada pengolahan ketela pohon yang diolah menjadi berbagai jenis tepung. Pada sistem penjualan diberikan beberapa kebijakan, salah satunya penundaan pembayaran.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, pokok permasalahan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana menggunakan model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran.
2. Bagaimana menentukan waktu produksi dan kuantitas produksi yang optimal untuk meminimalkan total biaya produksi dengan menentukan batas waktu penundaan pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri.
3. Bagaimana contoh numerik dan interpretasi dari model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri.

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan skripsi ini terdapat batasan-batasan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Jumlah permintaan per satuan waktu ( $D$ ) dan jumlah produksi tiap satuan waktu ( $P$ ) diketahui dan konstan dimana  $P > D$ .
2. Satuan waktu yang digunakan adalah per bulan.
3. Data yang digunakan hanya data penjualan tepung tapioka.
4. Tidak ada kerusakan barang dan tidak terjadi *Shortages*.

### 1.4 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran.
2. Menentukan waktu produksi dan kuantitas produksi yang optimal untuk meminimalkan total biaya produksi dengan menentukan batas waktu penundaan pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri.
3. Menghitung contoh numerik dan interpretasi model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengendalian Persediaan**

Persediaan sangat penting bagi setiap perusahaan, baik perusahaan jasa maupun manufaktur. Tujuannya adalah untuk mengantisipasi ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi keinginan pelanggan karena tidak selamanya barang dan jasa tersedia setiap saat. Untuk itulah manajemen persediaan sangat diperlukan di setiap perusahaan (Rangkuti, 2004).

Menurut Ristono (2009) pengendalian persediaan adalah usaha memonitor dan menentukan tingkat komposisi bahan yang optimal dalam menunjang kelancaran dan efektivitas serta efisiensi dalam kegiatan perusahaan. Ciri khas dari model persediaan adalah solusi optimalnya difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya.

##### **2.1.1 Jenis Persediaan**

Setiap jenis persediaan memiliki karakteristik tersendiri dan cara pengelolaan yang berbeda. Persediaan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain:

1. persediaan bahan mentah (*raw material*) yaitu persediaan barang-barang berwujud, seperti besi, kayu, serta komponen-komponen lain yang digunakan dalam proses produksi,
2. persediaan komponen-komponen rakitan (*purchase parts/components*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yang secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk,
3. persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi bukan merupakan bagian atau komponen barang jadi,
4. persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi,

5. persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap dijual atau dikirim kepada pelanggan (Rangkuti, 2004).

### **2.1.2 Tujuan Persediaan**

Menurut Ristono (2009) pengelolaan persediaan adalah kegiatan dalam memperkirakan jumlah persediaan (bahan baku/penolong) yang tepat, dengan jumlah yang tidak terlalu besar dan tidak pula kurang atau sedikit dibandingkan dengan kebutuhan atau permintaan. Dari pengertian tersebut, maka tujuan pengelola persediaan adalah sebagai berikut:

1. untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat (memuaskan konsumen),
2. untuk menjaga kontinuitas produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi, hal ini dikarenakan alasan:
  - o kemungkinan barang (bahan baku dan penolong) menjadi langka sehingga sulit untuk diperoleh,
  - o kemungkinan *supplier* terlambat mengirimkan barang yang dipesan,
3. untuk mempertahankan dan bila mungkin meningkatkan penjualan dan laba perusahaan,
4. menjaga agar pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari, karena dapat mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar,
5. menjaga supaya penyimpanan dalam *emplacement* tidak besar-besaran, karena akan mengakibatkan biaya menjadi besar.

### **2.1.3 Komponen Biaya Persediaan**

Bagi perusahaan yang melakukan kegiatan produksi, persediaan merupakan faktor yang paling utama karena tanpa persediaan yang cukup produksi akan terhambat. Besar kecilnya persediaan yang dimiliki sangat tergantung pada kebijakan perusahaan, dan hal ini ditentukan dengan pertimbangan tertentu, salah satunya adalah faktor biaya. Biaya yang dikeluarkan bukan hanya biaya penyimpanan persediaan di gudang, melainkan harus

diperhitungkan pula biaya yang dikeluarkan mulai dari pemesanan sampai barang tersebut masuk ke dalam proses produksi dan kembali ke gudang sebagai barang jadi. Oleh karena itu, biaya persediaan dapat dibedakan atas.

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. Penetapan dari biaya pembelian ini tergantung dari pihak penjualan barang atau bahan sehingga pihak pembeli hanya bisa mengikuti fluktuasi harga barang yang ditetapkan oleh pihak penjual. Namun, karena biaya pembelian bahan per unit tidak terpengaruh pada keputusan apapun yang diambil, sehingga biaya pembelian bahan per unit tidak perlu dalam pengambilan keputusan.

2. Biaya Pemesanan atau Biaya Persiapan (*Order Cost/Set Up Cost*)

*Ordering cost* adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan pemesanan barang ke *supplier*. Besar kecilnya biaya pemesanan tergantung pada frekuensi pemesanan. Semakin sering memesan barang maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar dan sebaliknya. Biaya pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan (*set up cost*) untuk suatu produk yang diproduksi di dalam perusahaan, atau dapat pula diartikan sebagai biaya yang diperlukan pada saat mendatangkan barang atau biaya yang diperlukan untuk memesan barang setiap kali akan mendatangkan barang. Semua biaya yang timbul akan ditanggung oleh perusahaan pemesan barang. Biaya pemesanan secara terperinci meliputi.

1. Biaya persiapan pemesanan, antara lain
  - biaya telepon atau ongkos menghubungi supplier,
  - pengeluaran surat menyurat.
2. Biaya penerimaan barang, seperti
  - biaya pembongkaran dan pemasukan ke gudang,
  - biaya laporan penerimaan barang,
  - biaya pemeriksaan barang atau biaya pengecualian.

3. Biaya pengiriman pesanan ke gudang (pengangkutan sampai tujuan).
4. Biaya-biaya proses pembayaran, seperti biaya pembuatan cek, pengiriman cek, atau biaya transfer ke bank *supplier*, dan sebagainya.

Biaya pemesanan tidak naik bila kuantitas pesanan sekali pesan bertambah besar, sehingga semakin banyak *item* komponen (semakin besar jumlah yang dipesan) dalam sekali pesan maka biaya pesan per unit akan turun. Semakin sedikit *item* barang dan semakin sedikit jumlah dalam sekali pesan maka akan semakin besar biaya pesan per unit.

3. Biaya Simpan (*Carrying cost/Holding Cost/Storage Cost*)

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan, atau dapat pula dikatakan bahwa biaya simpan adalah semua biaya yang timbul akibat penyimpanan barang maupun bahan. Diantaranya adalah biaya fasilitas penyimpanan, sewa gudang, keusangan/kerusakan barang maupun bahan, pajak, asuransi, dan lain-lain. Atau *storage cost* adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan penyimpanan barang di gudang. Besar kecilnya biaya simpan tergantung pada jumlah rata-rata barang yang di simpan di gudang. Semakin banyak rata-rata persediaan, maka biaya simpan juga akan semakin besar, dan sebaliknya. Yang termasuk dalam biaya simpan antara lain adalah sebagai berikut.

- Biaya sewa atau penggunaan gudang.
- Biaya pemeliharaan barang.
- Biaya pemanasan atau pendinginan, bila untuk menjaga ketahanan barang dibutuhkan faktor pemanas atau pendingin.
- Biaya menghitung, menimbang barang, dan sebagainya.

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Stockout Cost*)

Biaya kekurangan persediaan adalah konsekuensi ekonomi atas kekurangan-kekurangan dari luar maupun dari dalam perusahaan. 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 diartikan sebagai biaya yang ditimbulkan sebagai akibat terjadinya persediaan yang timbul apabila persediaan digudang tidak dapat mencukupi permintaan bahan. Biaya yang timbul dari biaya kekurangan persediaan ini adalah sebagai berikut.

- Kehilangan pendapatan.
- Selisih harga komponen.
- Terganggunya operasi.

(Ristono, 2009).

#### **2.1.4 Model Pengendalian Persediaan**

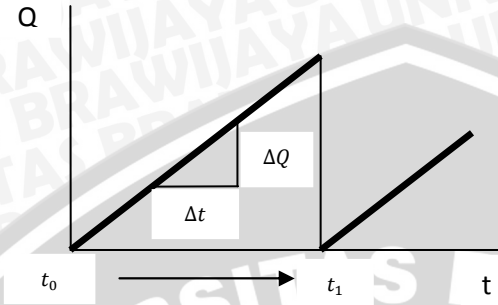
Secara umum model persediaan dapat dikelompokkan menjadi dua model yaitu.

1. Model Deterministik, yaitu model yang variabel-variabelnya 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 Model Persediaan *EPQ***

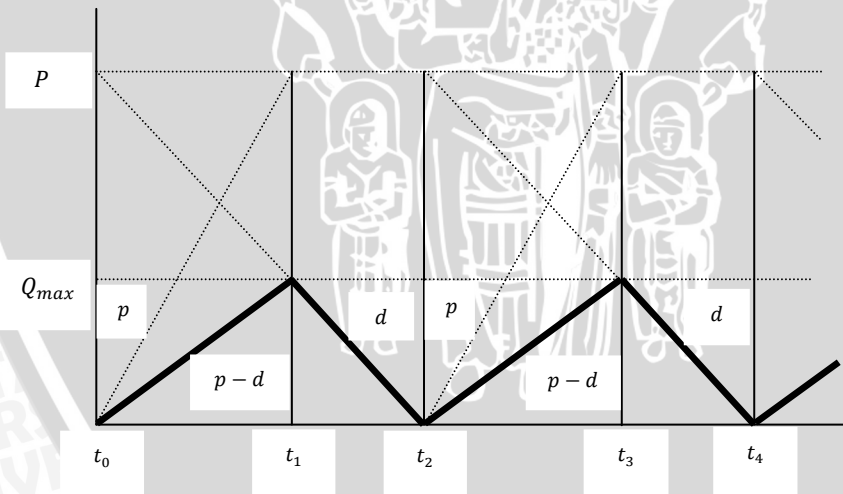
Pada dasarnya *EPQ* mengasumsikan penambahan secara berangsur-angsur untuk pengisian persediaan (Ristono, 2009). Dengan pengisian persediaan berdasarkan suatu tingkat yang terbatas, maka tingkat persediaan tidak akan pernah sama besar dengan jumlah ukuran pemesanan, karena konsumsi sekaligus produksi akan secara serempak terjadi sepanjang periode produksi keduanya pada tingkat yang ada (Aminudin, 2005).



**Gambar 2.1** Tingkat penambahan *EPQ*

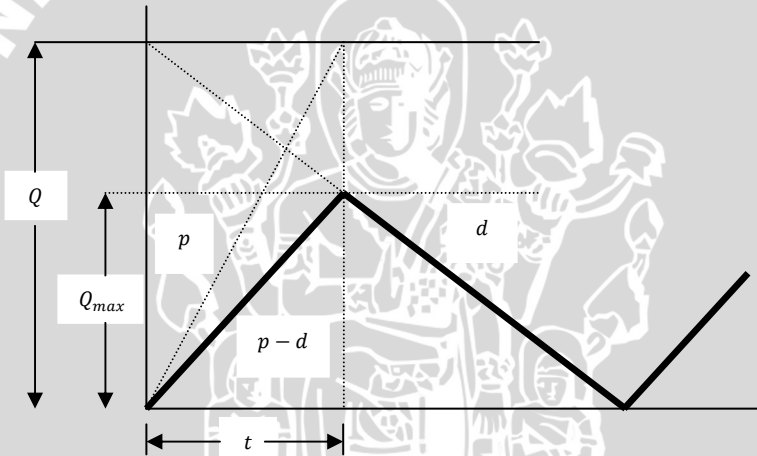
Pada Gambar 2.1 penambahan persediaan sebesar  $Q$  pada model *EPQ* datang secara bertahap selama  $t_0 - t_1$  dengan tingkat penambahan sebesar  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ .

Persediaan maksimum dalam model *EPQ* berbeda dengan model *EOQ* sebagai akibat pertambahan persediaan yang bertahap. Karena tingkat produksi  $p$  harus memenuhi tingkat permintaan  $d$  sehingga  $p > d$  dan pertambahan persediaan langsung digunakan, maka tingkat pertambahan persediaan adalah  $p - d$ .



**Gambar 2.2**  $Q$  maksimum pada model *EPQ*

Gambar 2.2 menggambarkan bagaimana keadaan persediaan  $Q$  maksimum terbentuk. Jika kebutuhan untuk setiap siklus pesanan ulang adalah  $D$  dengan tingkat pemakaian persediaan sebesar  $d$  dan dimulai dari  $t_0$ , maka kebutuhan harus terpenuhi sejak dari  $t_0$  hingga  $t_2$  secara bertahap dengan tingkat pertambahan sebesar  $p$ . Secara kumulatif, jumlah pertambahan persediaan menjadi sebesar  $Q$ , yaitu sesuai dengan jumlah permintaan  $D$ . Oleh karena itu, akumulasi penambahan persediaan hanya akan terjadi sampai dengan  $t_1$  sebesar  $Q_{max}$ . Penambahan persediaan tidak akan terjadi lagi antara  $t_1 - t_2$ . Persediaan sebesar  $Q_{max}$  kemudian akan tepat habis digunakan di  $t_2$  di mana proses penambahan persediaan periode berikutnya, yaitu periode  $t_2 - t_3$  terjadi lagi. Proses ini berulang sepanjang siklus perencanaan.



**Gambar 2.3** Model EPQ

- $p$  = tingkat pertambahan persediaan,
- $d$  = tingkat permintaan,
- $p - d$  = tingkat pertumbuhan persediaan,
- $D$  = permintaan pada satu periode perencanaan,
- $S$  = *setup cost* atau biaya tambahan untuk memulai proses penambahan persediaan secara bertahap,
- $Q$  = jumlah pertambahan persediaan untuk setiap kali pertambahan atau produksi,
- $TVC$  = biaya produksi,

- $h$  = biaya simpan/unit/satuan waktu,  
 $T$  = periode waktu penambahan atau produksi.

Dari Gambar 2.3, dapat diketahui bahwa pertambahan persediaan terjadi selama  $T$ . Jadi,

$$Q_{max} = T(p - d)$$

selanjutnya, persediaan maksimum  $Q_{max}$  tersebut akan habis dipakai. Oleh karena itu, persediaan rata-rata adalah  $\frac{Q_{max}}{2}$

$$\frac{Q_{max}}{2} = \frac{T(p - d)}{2} \quad (2.1)$$

Untuk memenuhi persediaan sebesar  $Q$  diperlukan waktu selama  $T$  dengan tingkat pertambahan persediaan sebesar  $p$ . Oleh karena itu,

$$Q = T \cdot p$$

atau

$$T = \frac{Q}{p} \quad (2.2)$$

Jika (2.2) disubstitusikan ke (2.1), maka persediaan rata-rata  $Q_{rata-rata}$  akan menjadi

$$Q_{rata-rata} = \frac{\frac{Q}{p}(p - d)}{2}$$

atau

$$Q_{rata-rata} = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (2.3)$$

Jika biaya simpan per unit per periode adalah  $h$  maka biaya simpan (*holding cost*) adalah

$$\frac{Q}{2} h \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (2.4)$$

Untuk menghitung biaya pesan digunakan rumus sebagai berikut

$$BP = \frac{D}{Q} S \quad (2.5)$$

dimana

$D$  = permintaan setiap periode,

$Q$  = jumlah persediaan yang dipesan setiap kali pesan,

$S$  = *setup cost* atau biaya tambahan untuk memulai proses pertambahan persediaan secara bertahap.

Dari (2.4) dan (2.5) didapatkan

$$\text{Biaya Total Persediaan (TVC)} = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}h\left(1 - \frac{d}{p}\right). \quad (2.6)$$

Untuk mengetahui Biaya Total Persediaan (TVC) minimum maka (2.6) harus diminimumkan untuk  $Q$ . Syarat  $TVC = f(Q)$  minimum adalah  $\frac{d(TVC)}{dQ}$  sehingga dari (2.6):

$$\frac{d(TVC)}{dQ} = -\frac{DS}{Q^2} + \frac{h}{2}\left(1 - \frac{d}{p}\right).$$

Karena  $\frac{d(TVC)}{dQ} = 0$ , maka

$$\begin{aligned} -\frac{DS}{Q^2} + \frac{h}{2}\left(1 - \frac{d}{p}\right) &= 0 \\ \frac{h}{2}\left(1 - \frac{d}{p}\right) &= \frac{DS}{Q^2} \\ Q^2 &= \frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)} \end{aligned}$$

Jadi,

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}} \quad (2.7)$$

Jika  $Q$  optimal pada (2.7) disubstitusikan ke (2.6), maka ditemukan model matematik untuk menentukan Biaya Total Persediaan minimum, yaitu

$$\begin{aligned} TVC &= \frac{2DS}{2\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}} + \frac{\left(\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}\right)^2 h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}} \\ &= \frac{2DS + \frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{4DS}{2\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}}} \\
&= \frac{2DS}{\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}}} \cdot \frac{\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}}}{\sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}}} \\
&= \frac{2DS}{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}} \sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}} \\
&= h\left(1-\frac{d}{p}\right) \sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)}} \\
&= \sqrt{\frac{2DS}{h\left(1-\frac{d}{p}\right)} h^2 \left(1-\frac{d}{p}\right)^2}
\end{aligned}$$

sehingga

$$TVC = \sqrt{2DS h \left(1 - \frac{d}{p}\right)} \quad (2.8)$$

(Siswanto, 2006).

### 2.3 Teorema Fungsi Menaik dan Fungsi Menurun

- i. Jika  $f'(x) > 0$ , maka  $y = f(x)$  merupakan fungsi menaik.
- ii. Jika  $f'(x) < 0$ , maka  $y = f(x)$  merupakan fungsi menurun.

## 2.4 Teorema Titik Ekstrim Maksimum dan Titik Ekstrim Minimum

- i. Jika  $f''(x) > 0$ , maka  $y = f(x)$  cembung dan titik ekstrimnya merupakan titik ekstrim minimum.
- ii. Jika  $f''(x) < 0$ , maka  $y = f(x)$  cekung dan titik ekstrimnya merupakan titik ekstrim maksimum.

(du Mairy, 2007)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dalam skripsi ini dilaksanakan di CV. Berkah Bumi Mandiri yang bertempat di Jl. Hayam Wuruk Ds. Dukuh RT. 23 RW. 07 Kec. Ngadiluwih Kab. Kediri. CV. Berkah Bumi Mandiri adalah sebuah industri yang bergerak dibidang pengolahan ketela pohon yang diolah menjadi berbagai macam jenis tepung. Jenis-jenis tepung yang diperdagangkan oleh CV. Berkah Bumi Mandiri antara lain tepung tapioka, tepung ampas, tepung industri, tepung ternak, tepung gapplek, tepung *plywood*, tepung obat nyamuk, dan tepung caos. Dalam sistem penjualannya CV. Berkah Bumi Mandiri menerapkan beberapa jenis sistem pembayaran antara lain sistem tunai yaitu konsumen membayar langsung kemudian barang langsung bisa dibawa pulang, sistem bayar di muka yaitu uang diterima dulu oleh perusahaan selanjutnya barang dikirim, sistem penundaan yaitu pembayaran dilakukan secara berangsur setelah barang diterima oleh konsumen. Sistem penundaan ini merupakan sistem yang diandalkan oleh CV. Berkah Bumi Mandiri sebab sistem ini diharapkan dapat memperoleh kepercayaan yang lebih bagi banyak konsumen.

### 3.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada skripsi ini adalah data historis mulai dari bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2012. Data-data yang diperoleh merupakan data sekunder yang didapat dari arsip-arsip perusahaan yang sesuai dengan obyek penelitian. Menurut Azwar (2013), data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya. Data sekunder biasanya berwujud data dokumentasi atau data laporan yang telah tersedia. Dalam analisis data, data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Biaya pesan tiap hasil produksi ( $A$ ).
2. Harga pembelian barang per satuan berat ( $c$ ).
3. Jumlah permintaan tiap satu bulan hasil produksi ( $D$ ).
4. Biaya penyimpanan tiap bulan ( $h$ ).
5. Jumlah produksi tiap satu bulan hasil produksi ( $P$ ).
6. Lama waktu penundaan pembayaran ( $M$ ).

7. Bunga yang diterima per bulan ( $I_e$ ).
8. Bunga yang ditanggung per bulan ( $I_k$ ).
9. Harga penjualan barang per satuan berat ( $s$ ).

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu sebagai berikut.

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

Tujuan dari penelitian secara langsung ke perusahaan adalah untuk memperoleh data-data yang mendukung proses penelitian dan dapat mengetahui permasalahan yang ada di perusahaan secara langsung. Tahap pengumpulan data dengan penelitian secara langsung ke perusahaan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu

- a. Wawancara

Pengumpulan data dengan cara wawancara dapat dilakukan dengan melakukan komunikasi secara langsung dengan pihak perusahaan mengenai obyek penelitian.

- b. Dokumentasi

Data-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

Tahapan studi literatur dapat membantu menyelesaikan permasalahan perusahaan dengan menggunakan teori-teori yang ada.

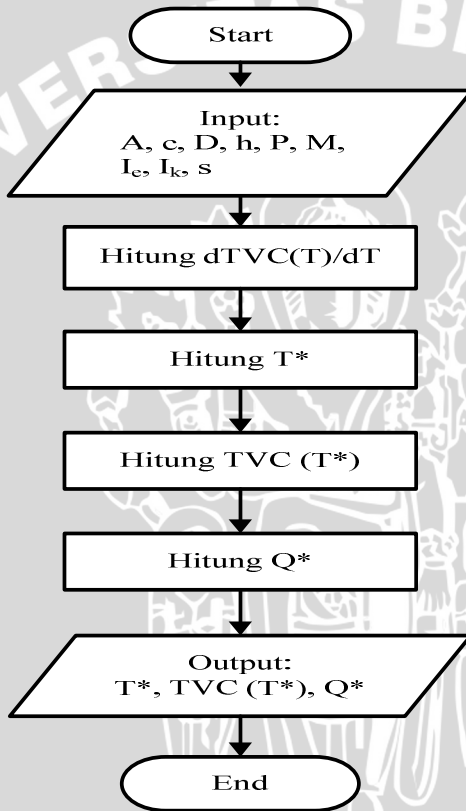
### 3.4 Analisis Data

1. Memperoleh model persediaan  $EPQ$  dengan penundaan waktu pembayaran.

Langkah-langkah untuk memperoleh model persediaan  $EPQ$  dengan penundaan waktu pembayaran yaitu sebagai berikut.

1. Mencari turunan pertama dari fungsi  $TVC(T)$  terhadap  $T$  untuk memperoleh lama waktu produksi ( $T^*$ ) yang optimal.
2. Mencari total biaya produksi  $TVC(T^*)$  yang optimal.

3. Mencari kuantitas produksi ( $Q^*$ ) yang optimal.
2. Menghitung contoh numerik dan interpretasi model persediaan  $EPQ$  dengan penundaan waktu pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri. Sebagai alat bantu untuk perhitungan akan digunakan *software Microsoft Office Excel 2007*.  
Secara ringkas analisis data dapat disajikan dalam *flowchart* Gambar 3.1 berikut ini.



**Gambar 3.1** *Flowchart* analisis data penelitian model persediaan  $EPQ$  dengan penundaan waktu pembayaran.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Model Persediaan *EPQ* dengan Penundaan Waktu Pembayaran

Pada model *Economic Order Quantity (EOQ)* tradisional yang dikemukakan oleh Goyal (1985) mengasumsikan konsumen harus membayar sejumlah barang yang telah dipesan sesegera mungkin setelah barang diterima, namun pada kenyataannya pemasok menawarkan kepada konsumen penundaan waktu pembayaran. Biasanya pemasok menetapkan batas waktu penundaan pembayaran untuk melunasi semua tanggungan konsumen, diluar waktu yang telah ditetapkan dikenakan sejumlah bunga. Model Goyal (1985) ini menjadi acuan dari pembentukan model penundaan waktu pembayaran yang efisien dalam sistem produksi. Asumsi-asumsi yang telah ditetapkan pada pembentukan model ini yaitu harga penjualan ( $s$ ) lebih dari harga pembelian ( $c$ ), bunga yang dikenakan ( $I_k$ ) lebih dari sama atau dengan bunga yang diterima ( $I_e$ ), jika pembayaran dilakukan setelah waktu yang telah ditentukan maka konsumen harus melunasi tanggungan beserta bunganya. Tetapi jika pembayaran dilakukan sebelum waktu yang telah ditentukan maka konsumen hanya melunasi tanggunannya tanpa harus membayar bunga yang ditanggungkan.

Secara matematis model *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran dapat dibentuk dengan mengikuti asumsi-asumsi yang telah ditetapkan yaitu sebagai berikut.

1. Biaya pemesanan tiap kali hasil produksi

$$\text{Biaya pemesanan} = \frac{A}{T}$$

2. Biaya penyimpanan

$$\begin{aligned} \text{Biaya penyimpanan} &= \frac{hT(P - D) \frac{DT}{P}}{2T} \\ &= \frac{DTh}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) \\ &= \frac{DTh\rho}{2} \end{aligned}$$

3. Bunga yang ditanggung

Dalam bunga yang ditanggung, harus mempertimbangkan tiga kasus yaitu.

- Kasus 1:  $M < \frac{PM}{D} < T$ , dapat dilihat pada Gambar 4.1.

$$\begin{aligned} \text{Bunga yang dibayarkan} &= \frac{cI_k \left[ \frac{DT^2\rho}{2} - \frac{(P-D)M^2}{2} \right]}{T} \\ &= \frac{cI_k\rho \left( \frac{DT^2}{2} - \frac{PM^2}{2} \right)}{T}. \end{aligned} \quad (4.1)$$

- Kasus 2:  $M \leq T \leq \frac{PM}{D}$ , dapat dilihat pada Gambar 4.2.

$$\text{Bunga yang dibayarkan} = \frac{cI_k \left[ \frac{D(T-M)^2}{2} \right]}{T} \quad (4.2)$$

- Kasus 3:  $T < M$ .

Dalam kasus ini, tidak ada bunga tanggungan yang harus dibayarkan untuk sejumlah barang.

4. Bunga yang diterima

Dalam bunga yang diterima, harus mempertimbangkan tiga kasus yaitu.

- Kasus 1:  $M < \frac{PM}{D} < T$ .

$$\text{Bunga yang diterima} = \frac{sI_e \left( \frac{DM^2}{2} \right)}{T} \quad (4.3)$$

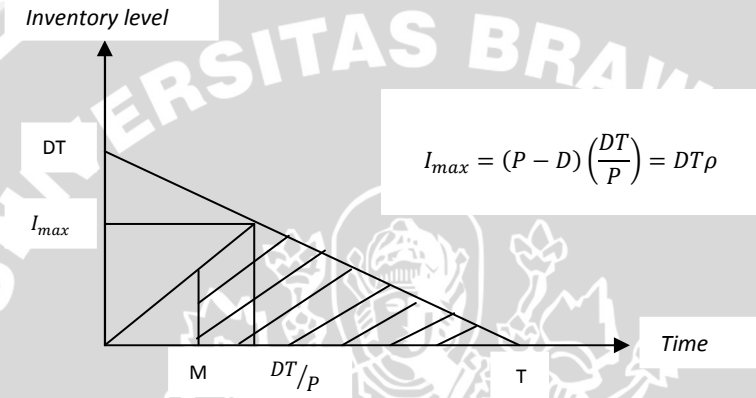
- Kasus 2:  $M \leq T \leq \frac{PM}{D}$ .

$$\text{Bunga yang diterima} = \frac{sI_e \left( \frac{DM^2}{2} \right)}{T} \quad (4.4)$$

- Kasus 3:  $T < M$ , dapat dilihat pada Gambar 4.3.

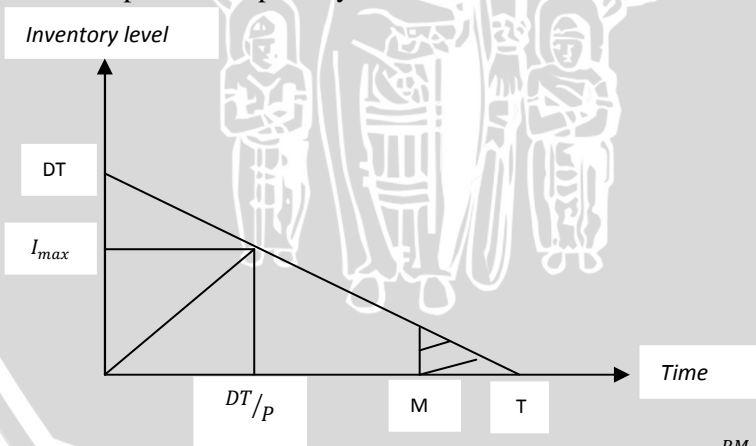
$$\text{Bunga yang diterima} = \frac{SI_e \left[ \frac{DT^2}{2} + DT(M - T) \right]}{T} \quad (4.5)$$

Gambar 4.1 menggambarkan total bunga yang harus dibayarkan oleh konsumen akibat pembayaran dilakukan setelah batas waktu penundaan pembayaran.



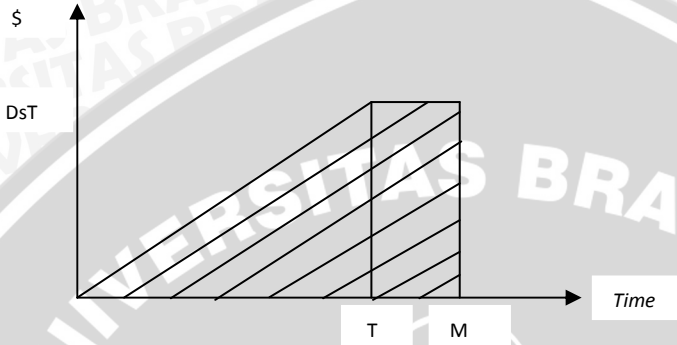
**Gambar 4.1** Total bunga yang harus dibayarkan ketika  $\frac{PM}{D} < T$ .

Gambar 4.2 menggambarkan total bunga yang harus dibayarkan oleh konsumen akibat pembayaran dilakukan tepat pada batas waktu penundaan pembayaran.



**Gambar 4.2** Total bunga yang harus dibayarkan ketika  $M \leq T \leq \frac{PM}{D}$ .

Pada Gambar 4.3 menggambarkan total bunga yang harus dibayarkan oleh konsumen akibat pembayaran dilakukan sebelum batas waktu penundaan pembayaran.



**Gambar 4.3** Total bunga yang diterima ketika  $T < M$ .

Berdasarkan uraian dan gambar diatas dapat dibentuk rumus untuk total biaya produksi yaitu.

$$TVC(T) = \begin{cases} TVC_1(T) & \text{jika } T > \frac{PM}{D}, \\ TVC_2(T) & \text{jika } M \leq T \leq \frac{PM}{D}, \\ TVC_3(T) & \text{jika } 0 < T < M. \end{cases} \quad (4.6)$$

$TVC(T)$  = Biaya pemesanan + Biaya penyimpanan + Bunga yang ditanggungkan – Bunga yang diterima

dimana total biaya produksi  $TVC(T)$  masing-masing adalah sebagai berikut.

$$TVC_1(T) = \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k\rho\left(\frac{DT^2}{2} - \frac{PM^2}{2}\right)}{T} - \frac{sI_e\left(\frac{DM^2}{2}\right)}{T} \quad (4.7)$$

$$TVC_2(T) = \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k\left(\frac{D(T-M)^2}{2}\right)}{T} - \frac{sI_e\left(\frac{DM^2}{2}\right)}{T} \quad (4.8)$$

$$TVC_3(T) = \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} - \frac{sI_e\left(\frac{DT^2}{2} + DT(M-T)\right)}{T} \quad (4.9)$$



#### 4.1.1 Menentukan Waktu Produksi Optimal ( $T^*$ )

Untuk mendapatkan nilai minimal dari waktu produksi maka persamaan (4.7), (4.8), dan (4.9) diturunkan terhadap  $T$ . Solusi optimalnya didapatkan ketika turunan pertama dari persamaan (4.7), (4.8), dan (4.9) sama dengan nol sehingga diperoleh waktu produksi yang optimal yaitu sebagai berikut.

1. Persamaan (4.7)

$$\frac{dTVC_1(T)}{dT} = - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{2T^2} \right] + D\rho \left( \frac{h + cI_k}{2} \right) \quad (4.10)$$

Perhitungan nilai  $T^* = T_1^*$  dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada Lampiran 1 dapat diperoleh perhitungan

$$T^* = T_1^* = \sqrt{\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{D\rho(h + cI_k)}} \quad (4.11)$$

2. Persamaan (4.8)

$$\frac{dTVC_2(T)}{dT} = - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2T^2} \right] + D \left( \frac{h\rho + cI_k}{2} \right) \quad (4.12)$$

Perhitungan nilai  $T^* = T_2^*$  dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada Lampiran 1 dapat diperoleh perhitungan

$$T^* = T_2^* = \sqrt{\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{D(h\rho + cI_k)}} \quad (4.13)$$

3. Persamaan (4.9)

$$\frac{dTVC_3(T)}{dT} = \frac{-A}{T^2} + D \left( \frac{h\rho + sI_e}{2} \right) \quad (4.14)$$

Perhitungan nilai  $T^* = T_3^*$  dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada Lampiran 1 dapat diperoleh perhitungan

$$T^* = T_3^* = \sqrt{\frac{2A}{D(h\rho + sI_e)}} \quad (4.15)$$

Pada teorema titik ekstrim maksimum dan titik ekstrim minimum, jika  $\frac{d^2f(x)}{dx^2} > 0$ , maka  $y = f(x)$  cembung dan titik

ekstrimnya merupakan titik ekstrim minimum. Oleh karena itu persamaan (4.7), (4.8), dan (4.9) diturunkan sampai orde kedua untuk membuktikan  $TVC(T)$  bernilai minimal.

1. Persamaan (4.7)

$$\frac{d^2TVC_1(T)}{dT^2} = \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{T^3} \quad (4.16)$$

2. Persamaan (4.8)

$$\frac{d^2TVC_2(T)}{dT^2} = \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{T^3} \right] \quad (4.17)$$

3. Persamaan (4.9)

$$\frac{d^2TVC_3(T)}{dT^2} = \frac{2A}{T^3} \quad (4.18)$$

Persamaan (4.18) jelas positif jika nilai  $T$  nya lebih dari nol. Namun persamaan (4.7) akan cembung pada  $T > 0$  jika  $\alpha > 0$  dan persamaan (4.8) juga akan cembung pada  $T > 0$  jika  $\beta > 0$ , dimana  $\alpha = 2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k$ ,  $\beta = 2A + DM^2(cI_k - sI_e)$  dan  $\alpha < \beta$ .

Menurut persamaan (4.6) didapatkan nilai

$$\frac{dTVC_1\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{dTVC_2\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{-2A + \frac{M^2}{D}[P(P-D)h + cI_k(P^2 - D^2) + sI_eD^2]}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}$$

dan

$$\frac{dTVC_2(M)}{dM} = \frac{dTVC_3(M)}{dM} = \frac{-2A + DM^2(h\rho + sI_e)}{2M^2},$$

perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 2. Selanjutnya didapatkan nilai

$$\Delta_1 = -2A + \frac{M^2}{D}[P(P - D)h + cI_k(P^2 - D^2) + sI_eD^2]$$

dan

$$\Delta_2 = -2A + DM^2(h\rho + sI_e) \text{ dimana } \Delta_1 > \Delta_2.$$

#### 4.1.2 Menentukan Total Biaya Produksi Optimal ( $TVC(T^*)$ )

Model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran ini merupakan model untuk mencari biaya produksi yang optimal dimana konsumen melakukan penundaan pembayaran sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian saat produksi. Total biaya produksi yang optimal ( $TVC(T^*)$ ) didapatkan menurut teorema-teorema berikut.

##### **Teorema 1**

Jika  $\beta \leq 0$ , maka  $T^* = T_3^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_3^*)$ .

##### **Teorema 2**

Jika  $\alpha \leq 0$  dan  $\beta > 0$ ,

1.  $\Delta_2 \geq 0$ , maka  $T^* = T_3^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_3^*)$ ,
2.  $\Delta_2 < 0$ , maka  $T^* = T_2^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_2^*)$ .

##### **Teorema 3**

Jika  $\alpha > 0$ ,

1.  $\Delta_1 > 0$  dan  $\Delta_2 \geq 0$ , maka  $T^* = T_3^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_3^*)$ ,
2.  $\Delta_1 > 0$  dan  $\Delta_2 < 0$ , maka  $T^* = T_2^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_2^*)$ ,
3.  $\Delta_1 \leq 0$  dan  $\Delta_2 < 0$ , maka  $T^* = T_1^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_1^*)$ .

#### 4.1.3 Menentukan Kuantitas Produksi Optimal ( $Q^*$ )

Sesuai dengan tujuan dari memodelkan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran ini yaitu meminimalkan total biaya produksi maka kuantitas produksi juga harus dioptimalkan sehingga tidak terjadi penimbunan barang yang berlebih di gudang dan tidak menimbulkan biaya penyimpanan yang besar. Untuk mencari kuantitas produksi yang optimal adalah sebagai berikut.

1. Untuk  $T^* = T_1^*$   
$$Q^* = DT^* = DT_1^*. \quad (4.19)$$

2. Untuk  $T^* = T_2^*$   
$$Q^* = DT^* = DT_2^*. \quad (4.20)$$

3. Untuk  $T^* = T_3^*$   
$$Q^* = DT^* = DT_3^*. \quad (4.21)$$

## 4.2 Penerapan Model Persediaan *EPQ* dengan Penundaan Waktu Pembayaran pada CV. Berkah Bumi Mandiri

Dalam penerapan pada skripsi ini ditetapkan asumsi bahwa bunga yang diterima ( $I_e$ ) merupakan bunga yang muncul akibat penimbunan barang digudang dan bunga yang dikenakan ( $I_k$ ) merupakan bunga yang muncul akibat penundaan waktu pembayaran sehingga harga pembelian barang berubah-ubah. Selain itu bunga yang diterima ( $I_e$ ) dan bunga yang dikenakan ( $I_k$ ) tidak ditetapkan secara langsung.

Untuk mendapatkan gambaran dari solusi model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran maka model tersebut diinterpretasi secara numerik dengan studi kasus pada CV. Berkah Bumi Mandiri. Data-data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 3. Dalam interpretasi numerik ini, satuan waktu yang digunakan adalah tiap bulan, sedangkan jumlah unit hasil produksi adalah tiap kg. Untuk perhitungannya digunakan bantuan *software Microsoft Office Excel 2007* yang terlampir pada Lampiran 5.

Penerapan dari model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran pada CV. Berkah Bumi Mandiri ini ternyata didapatkan hasil yaitu konsumen membayar sebelum batas waktu penundaan pembayaran sehingga model yang digunakan pada penerapannya hanya model ketiga yaitu

$$TVC_3(T) = \frac{A}{T} + \frac{DT}{2}h\rho - \frac{sI_e \left( \frac{DT^2}{2} + DT(M - T) \right)}{T}$$

### 4.2.1 Waktu Produksi Optimal ( $T^*$ )

Waktu produksi optimal merupakan lama waktu proses produksi dimulai sampai dengan tingkat persediaan maksimal dan proses produksi dapat dihentikan. Nilai waktu produksi optimal ( $T^*$ ) diperoleh dengan mensubstitusikan nilai-nilai dari data produksi yang terdapat pada Lampiran 3. ke dalam persamaan (4.11) untuk  $T^* = T_1^*$ , ke persamaan (4.13) untuk  $T^* = T_2^*$  dan ke persamaan (4.15) untuk  $T^* = T_3^*$ .

Tabel 4.1 Waktu Produksi Optimal ( $T^*$ )

Bulan	$T^*$	$T^*$ (bulan)	$T^*$ (hari)
Januari	$T_3$	0,119	3,685
Februari	$T_3$	0,146	4,247
Maret	$T_3$	0,091	2,818
April	$T_3$	0,097	2,921
Mei	$T_3$	0,098	3,022
Juni	$T_3$	0,102	3,070
Juli	$T_3$	0,097	3,007
Agustus	$T_3$	0,113	3,506
September	$T_3$	0,095	2,840
Oktober	$T_3$	0,095	2,935
November	$T_3$	0,102	3,064
Desember	$T_3$	0,104	3,212

Sumber: hasil perhitungan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2007*.

Dapat dilihat pada Tabel 4.1 diperoleh nilai waktu produksi optimal ( $T^*$ ) yang berbeda-beda. Pada saat nilai waktu produksi optimal ( $T^*$ ) semakin menurun akan mempengaruhi nilai untuk variabel-variabel lain, sehingga untuk menentukan nilai dari waktu produksi optimal ( $T^*$ ) yang akan digunakan maka perusahaan dapat menyesuaikannya dengan kebutuhan, fasilitas, dan tingkat produksinya. Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa waktu produksi tercepat adalah 0,091 bulan atau 2,818 hari pada bulan Maret dan waktu produksi terlama adalah 0,146 bulan atau 4,247 hari pada bulan Februari.

#### 4.2.2 Total Biaya Produksi Optimal ( $TVC(T^*)$ )

Total biaya produksi optimal merupakan total biaya produksi yang dikeluarkan untuk semua kegiatan produksi termasuk biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Nilai total biaya produksi optimal ( $TVC(T^*)$ ) dapat diperoleh dengan melihat  $T^*$  yang digunakan pada Tabel 4.1. Setelah itu menggunakan teorema-teorema pada subbab 4.1.2 dan mensubstitusikannya ke dalam persamaan (4.7) untuk  $T^* = T_1^*$ , ke persamaan (4.8) untuk  $T^* = T_2^*$  dan ke persamaan (4.9) untuk  $T^* = T_3^*$ . Hasil perhitungan nilai total biaya produksi optimal ( $TVC(T^*)$ ) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Total Biaya Produksi Optimal ( $TVC(T^*)$ )

Bulan	$TVC(T^*)$ (Rp)
Januari	44886620,07
Februari	36057840,17
Maret	60727358,79
April	56232049,31
Mei	56219958,28
Juni	53104849,64
Juli	56489441,35
Agustus	47422239,43
September	57969383,66
Oktober	57961602,81
November	53266355,26
Desember	52384829,39

Sumber: hasil perhitungan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2007*.

Untuk menghitung nilai dari total biaya produksi optimal ( $TVC(T^*)$ ), sebelumnya dicari terlebih dahulu nilai dari  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\Delta_1$ , dan  $\Delta_2$ , dimana nilai dari  $\alpha = 2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k$ ,  $\beta = 2A + DM^2(cI_k - sI_e)$ ,

$$\Delta_1 = -2A + \frac{M^2}{D} [P(P - D)h + cI_k(P^2 - D^2) + sI_eD^2],$$

dan  $\Delta_2 = -2A + DM^2(h\rho + sI_e)$ . Pada kasus di CV. Berkah Bumi Mandiri ini didapatkan nilai  $\alpha$ ,  $\Delta_1$ , dan  $\Delta_2$  lebih dari nol, sehingga teorema yang digunakan untuk mencari total biaya produksi optimal ( $TVC(T^*)$ ) adalah Teorema 3.1 dengan  $T^* = T_3^*$  dan  $TVC(T^*) = TVC(T_3^*)$ .

Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa nilai total biaya produksi optimal ( $TVC(T^*)$ ) yang berbeda-beda, total biaya produksi ( $TVC(T^*)$ ) ini dipengaruhi oleh waktu produksi ( $T^*$ ), jika waktu produksi ( $T^*$ ) cepat, maka total biaya produksi ( $TVC(T^*)$ ) semakin tinggi sebaliknya jika waktu produksi ( $T^*$ ) lama, maka total biaya produksi ( $TVC(T^*)$ ) semakin turun. Dari Tabel 4.2 juga dapat dilihat bahwa total biaya produksi tertinggi adalah Rp 60.727.358,79 pada

bulan Maret dan total biaya produksi terendah adalah Rp 36.057.840,17 pada bulan Februari.

### 4.2.3 Kuantitas Produksi Optimal ( $Q^*$ )

Kuantitas produksi optimal merupakan banyaknya barang yang diproduksi persatuan waktu produksi hingga tingkat persediaan mencapai maksimal dan proses produksi dapat dihentikan. Nilai kuantitas produksi optimal ( $Q^*$ ) diperoleh dengan menggunakan persamaan (4.19) untuk  $T^* = T_1^*$ , menggunakan persamaan (4.20) untuk  $T^* = T_2^*$  dan menggunakan persamaan (4.21) untuk  $T^* = T_3^*$ . Hasil perhitungan nilai kuantitas produksi optimal ( $Q^*$ ) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Kuantitas Produksi Optimal ( $Q^*$ )

Bulan	$Q^*$ (kg)
Januari	14144,85044 $\approx$ 14.145
Februari	15310,05618 $\approx$ 15.310
Maret	10221,96075 $\approx$ 10.222
April	11177,15679 $\approx$ 11.177
Mei	11055,36111 $\approx$ 11.055
Juni	12020,46916 $\approx$ 12.021
Juli	11086,84484 $\approx$ 11.087
Agustus	13562,30114 $\approx$ 13.562
September	10898,24421 $\approx$ 10.898
Oktober	10888,32387 $\approx$ 10.888
November	11921,28383 $\approx$ 11.921
Desember	12160,56308 $\approx$ 12.161

Sumber: hasil perhitungan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2007*.

Dapat dilihat pada Tabel 4.3 kuantitas produksi yang tertinggi adalah 15.310 kg pada bulan Februari dan kuantitas produksi yang terendah adalah 10.222 kg pada bulan Maret. Kuantitas produksi optimal ( $Q^*$ ) setiap bulannya berbeda-beda, hal ini diakibatkan oleh berbedanya tingkat pemesanan dari konsumen. Semakin tinggi tingkat pemesanan maka semakin tinggi pula tingkat produksinya sebaliknya semakin rendah tingkat pemesanan maka semakin rendah pula tingkat pemesanannya.

Setelah melakukan perhitungan waktu produksi, total biaya produksi dan kuantitas produksi, maka nilai-nilai yang diperoleh dapat disajikan secara keseluruhan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Waktu, Total Biaya, dan Kuantitas Produksi Optimal

Bulan	$T^*$ (bulan)	$T^*$ (hari)	TVC( $T^*$ ) (Rp)	$Q^*$ (kg)
Januari	0,119	3,685	44886620,07	14.145
Februari	0,146	4,247	36057840,17	15.310
Maret	0,091	2,818	60727358,79	10.222
April	0,097	2,921	56232049,31	11.177
Mei	0,098	3,022	56219958,28	11.055
Juni	0,102	3,070	53104849,64	12.021
Juli	0,097	3,007	56489441,35	11.087
Agustus	0,113	3,506	47422239,43	13.562
September	0,095	2,840	57969383,66	10.898
Oktober	0,095	2,935	57961602,81	10.888
November	0,102	3,064	53266355,26	11.921
Desember	0,104	3,212	52384829,39	12.161

Sumber: hasil perhitungan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2007*.

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 waktu produksi tercepat dalam kasus di CV. Berkah Bumi Mandiri ini adalah 0,091 bulan atau 2.818 hari. Kuantitas produksi terendah sebesar 10.222 kg dengan total biaya produksi tertinggi yaitu Rp 60.727.358,79 pada bulan Maret. Waktu produksi terlama adalah 0,146 bulan atau 4.247 hari. Kuantitas produksi tertinggi sebesar 15.310 kg dengan total biaya produksi terendah yaitu Rp 36.057.840,17 pada bulan Februari.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam skripsi ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran dibagi menjadi tiga kasus sesuai dengan waktu pembayaran yang dilakukan oleh konsumen. Kasus pertama yaitu konsumen membayar sesudah batas waktu penundaan pembayaran. Kasus kedua yaitu konsumen membayar tepat pada batas waktu penundaan pembayaran dan kasus yang ketiga yaitu konsumen membayar sebelum batas waktu penundaan pembayaran. Total biaya produksi dibentuk dari penjumlahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dikurangi dengan bunga yang ditanggung dan bunga yang diterima.
2. Meminimalkan total biaya produksi di CV. Berkah Bumi Mandiri diperoleh dari waktu produksi optimal yaitu ketika turunan pertama fungsi biaya dari model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran bernilai nol. Kuantitas produksi optimal merupakan perkalian dari tingkat permintaan konsumen dengan waktu produksi dalam satu waktu. Pada penerapan di CV. Berkah Bumi Mandiri model yang tepat adalah model ketiga yaitu konsumen membayarkan penundaan pembayaran sebelum batas waktu yang telah ditentukan.
3. Contoh numerik model persediaan *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran di CV. Berkah Bumi Mandiri didapatkan waktu produksi tercepat adalah 0,091 bulan atau 2.818 hari. Kuantitas produksi terendah sebesar 10.222 kg dengan total biaya produksi tertinggi yaitu Rp 60.727.358,79 pada bulan Maret. Waktu produksi terlama adalah 0,146 bulan atau 4.247 hari. Kuantitas produksi tertinggi sebesar 15.310 kg dengan total biaya produksi terendah yaitu Rp 36.057.840,17 pada bulan Februari. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa jika semakin lama waktu produksi maka semakin kecil total biaya produksinya dan dapat menghasilkan kuantitas produksi yang tinggi. Sebaliknya jika semakin cepat waktu produksi maka

semakin besar total biaya produksinya dan hanya dapat menghasilkan kuantitas produksi yang rendah.

## 5.2 Saran

Untuk menyelesaikan permasalahan model *EPQ* dengan penundaan waktu pembayaran, disarankan untuk menambahkan asumsi permintaan barang yang tidak tentu atau probabilistik, memperbolehkan adanya item memburuk atau *deteriorating items* dan diperbolehkan adanya kekurangan bahan atau *shortages* dalam proses produksinya. Selain itu untuk industri yang besar dapat menggunakan *multi items* untuk penerapan kasusnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. 2005. *Prinsip – prinsip Riset Operasi*. Erlangga. Jakarta.
- Azwar, Saifuddin. 2013. *Metode Penelitian*. Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- Chung, K.J. dan Huang, Y.F. 2003. The Optimal Cycle Time For EPQ Inventory Model Under Permissible Delay In Payments. *International Journal Production Economic* (84). 84:307-318. Department of industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology, 43 Keelung Road, section 4, Taipei 106. Taiwan, ROC. <http://ir.lib.ncut.edu.tw/bitstream/987654321/1797/1/%25E9%25BB%2583%25E5%258B%2587%25E5%25AF%258C%2B134.pdf>. Diakses pada tanggal 4 Maret 2013.
- Goyal, S.K. 1985. Economic Order Quantity Under Conditions of Permissible Delay in Payment. *J. Opl Res. Soc. Vol.36, No.4, pp.335-338*. Department of Quantitative Methods, Concordia University, Montreal, Canada. <http://www.sureshgoyal.org/blog/wp-content/uploads/2010/05/paper72.pdf>. Diakses pada tanggal 4 Maret 2013.
- Lai, C.S., Huang, Y.F. dan Huang, H.F. 2007. Extended The EPQ Inventory Model Under Permissible Delay In Payments. *Journal of Engineering and Applied Sciences* 2 (1): 149-156. Department of business Administration, Chaoyang University of Technology, Taichung. Taiwan, Republic of China. <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2007/149-156.pdf>. Diakses pada tanggal 4 Maret 2013.
- Maghfiroh, R.E. 2011. *Model Matematika EPQ (Economic Production Quantity) dengan Backorder*. Skripsi FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Mairy, du. 2007. *Matematika Terapan untuk Bisnis dan Ekonomi*. BPFE. Yogyakarta.

Rangkuti, F. 2004. *Manajemen Persediaan (Aplikasi di Bidang Bisnis)*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Ristono, A. 2009. *Manajemen Persediaan. Graha Ilmu*. Yogyakarta.

Rosyidah, L. 2013. *Model Matematika EPQ (Economic Production Quantity) Dengan Variasi Set Up Cost (Studi Kasus Pada PT. Mitra Agung Raharja, Surabaya)*. Skripsi FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.

Siswanto. 2006. *Operations Research*. Erlangga. Yogyakarta.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan nilai $T^*$

1. Persamaan (4.7).

$$\begin{aligned}
 TVC_1(T) &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k\rho\left(\frac{DT^2}{2} - \frac{PM^2}{2}\right)}{T} - \frac{sI_e\left(\frac{DM^2}{2}\right)}{T} \\
 &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k\rho\left(\frac{DT^2}{2} - \frac{PM^2}{2}\right)}{2T} - \frac{sI_eDM^2}{2T} \\
 \frac{dTVC_1(T)}{dT} &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} \\
 &\quad + \left[ \frac{(2cI_k\rho DT)(2T) - (cI_k\rho DT^2 - cI_k\rho PM^2)(2)}{(2T)^2} \right] \\
 &\quad + \frac{sI_eDM^2}{2T^2} \\
 &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} \\
 &\quad + \left[ \frac{4cI_k\rho DT^2 - 2cI_k\rho DT^2 + 2cI_k\rho PM^2}{4T^2} \right] \\
 &\quad + \frac{sI_eDM^2}{2T^2} \\
 &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} + \frac{2cI_k\rho DT^2}{4T^2} + \frac{2cI_k\rho PM^2}{4T^2} \\
 &\quad + \frac{sI_eDM^2}{2T^2} \\
 &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} + \frac{cI_k\rho D}{2} + \frac{cI_k\rho PM^2}{2T^2} + \frac{sI_eDM^2}{2T^2} \\
 &= \frac{-2A + cI_k\rho PM^2 + sI_eDM^2}{2T^2} + \frac{Dh\rho + cI_k\rho D}{2} \\
 &= \frac{-2A + M^2(cI_k\rho P + sI_eD)}{2T^2} + \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
 &= - \left[ \frac{2A - M^2(cI_k\rho P + sI_eD)}{2T^2} \right] + \frac{D\rho(h + cI_k)}{2}
 \end{aligned}$$

dimana  $\rho = 1 - \frac{D}{P}$

$$\begin{aligned}
&= - \left[ \frac{2A - M^2(cI_k(1 - \frac{D}{P})P + sI_eD)}{2T^2} \right] \\
&+ \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
&= - \left[ \frac{2A - M^2(cI_kP - cI_kD + sI_eD)}{2T^2} \right] \\
&+ \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
&= - \left[ \frac{2A - PM^2cI_k + DM^2cI_k - DM^2sI_e}{2T^2} \right] \\
&+ \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
&= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{2T^2} \right] \\
&+ \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
\frac{dTVC_1(T)}{dT} &= 0 \\
0 &= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{2T^2} \right] \\
&+ \frac{D\rho(h + cI_k)}{2} \\
0 &= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{T^2} \right] \\
&+ D\rho(h + cI_k)
\end{aligned}$$

$$\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{T^2} = D\rho(h + cI_k)$$

$$T^2 = \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{D\rho(h + cI_k)}$$

$$T^* = T_1^* = \sqrt{\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2cI_k}{D\rho(h + cI_k)}}$$

2. Persamaan (4.8).

$$\begin{aligned}
 TVC_2(T) &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k \left[ \frac{D(T-M)^2}{2} \right]}{T} - \frac{sI_e \left( \frac{DM^2}{2} \right)}{T} \\
 &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k D(T-M)^2}{2T} - \frac{sI_e DM^2}{2T} \\
 &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k D(T^2 - 2TM + M^2)}{2T} \\
 &\quad - \frac{sI_e DM^2}{2T} \\
 &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} \\
 &\quad + \frac{(cI_k DT^2 - 2cI_k DTM + cI_k DM^2)}{2T} - \frac{sI_e DM^2}{2T} \\
 &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} + \frac{cI_k DT}{2} - cI_k DM + \frac{cI_k DM^2}{2T} \\
 &\quad - \frac{sI_e DM^2}{2T} \\
 \frac{dTVC_2(T)}{dT} &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} + \frac{cI_k D}{2} - \frac{cI_k DM^2}{2T^2} + \frac{sI_e DM^2}{2T^2} \\
 &= \frac{-2A}{2T^2} - \frac{cI_k DM^2}{2T^2} + \frac{sI_e DM^2}{2T^2} + \frac{Dh\rho}{2} + \frac{cI_k D}{2} \\
 &= - \left[ \frac{2A + cI_k DM^2 - sI_e DM^2}{2T^2} \right] + D \left( \frac{h\rho + cI_k}{2} \right) \\
 &= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2T^2} \right] + D \left( \frac{h\rho + cI_k}{2} \right) \\
 \frac{dTVC_2(T)}{dT} &= 0 \\
 0 &= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2T^2} \right] + D \left( \frac{h\rho + cI_k}{2} \right)
 \end{aligned}$$

$$\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2T^2} = D \left( \frac{h\rho + cI_k}{2} \right)$$

$$\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{T^2} = D(h\rho + cI_k)$$

$$T^2 = \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{D(h\rho + cI_k)}$$

$$T^* = T_2^* = \sqrt{\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{D(h\rho + cI_k)}}$$

dimana  $\rho = 1 - \frac{D}{P}$ .

3. Persamaan (4.9).

$$\begin{aligned} TVC_3(T) &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} - \frac{sI_e \left[ \frac{DT^2}{2} + DT(M - T) \right]}{2T} \\ &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} - sI_e \left[ \frac{DT^2 + 2DTM - 2DT^2}{2T} \right] \\ &= \frac{A}{T} + \frac{DTh\rho}{2} - sI_e \left[ \frac{DT}{2} + DM - DT \right] \\ \frac{dTVC_3(T)}{dT} &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} - sI_e \left[ \frac{D}{2} - D \right] \\ &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} - sI_e \left[ \frac{D - 2D}{2} \right] \\ &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} - sI_e \left[ \frac{-D}{2} \right] \\ &= \frac{-A}{T^2} + \frac{Dh\rho}{2} + \frac{DsI_e}{2} \\ &= \frac{-A}{T^2} + D \left( \frac{h\rho + sI_e}{2} \right) \\ \frac{dTVC_3(T)}{dT} &= 0 \\ 0 &= \frac{-A}{T^2} + D \left( \frac{h\rho + sI_e}{2} \right) \\ \frac{A}{T^2} &= D \left( \frac{h\rho + sI_e}{2} \right) \\ 2A &= D(h\rho + sI_e) \\ \frac{2A}{T^2} &= \frac{2A}{D(h\rho + sI_e)} \end{aligned}$$



$$T^* = T_3^* = \sqrt{\frac{2A}{D(h\rho + sI_e)}}$$

$$\text{dimana } \rho = 1 - \frac{D}{P}$$

**Lampiran 2.** Perhitungan nilai  $\frac{dTVC_1\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{dTVC_2\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)}$  dan

$$\frac{dTVC_2(M)}{dM} = \frac{dTVC_3(M)}{dM}$$

$$1. \frac{dTVC_1\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{dTVC_2\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{-2A + \frac{M^2}{D}[P(P-D)h + cI_k(P^2 - D^2) + sI_e D^2]}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}$$

$$\frac{dTVC_1\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2 cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \right]$$

$$+ D\rho \left[ \frac{h + cI_k}{2} \right]$$

$$= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e) - PM^2 cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \right]$$

$$+ D\rho \left(\frac{PM}{D}\right)^2 \left[ \frac{h + cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \right]$$

$$- 2A - DM^2(cI_k - sI_e) + PM^2 cI_k$$

$$+ D\rho \left(\frac{PM}{D}\right)^2 h + D\rho \left(\frac{PM}{D}\right)^2 cI_k$$

$$= \frac{-2A - DM^2(cI_k - sI_e) + PM^2 cI_k + D\rho \left(\frac{PM}{D}\right)^2 h + D\rho \left(\frac{PM}{D}\right)^2 cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}$$

$$\text{dimana } \rho = 1 - \frac{D}{P}$$

$$\begin{aligned}
& -2A - DM^2(cI_k - sI_e) + PM^2cI_k \\
& + D\left(1 - \frac{D}{P}\right)\left(\frac{PM}{D}\right)^2 h + D\left(1 - \frac{D}{P}\right)\left(\frac{PM}{D}\right)^2 cI_k \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A - DM^2cI_k + DM^2sI_e + PM^2cI_k} \\
& + Dh\left(\frac{PM}{D}\right)^2 - \frac{D^2h}{P}\left(\frac{PM}{D}\right)^2 \\
& + DcI_k\left(\frac{PM}{D}\right)^2 - \frac{D^2cI_k}{P}\left(\frac{PM}{D}\right)^2 \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A - DM^2cI_k + DM^2sI_e + PM^2cI_k} \\
& + \frac{P^2M^2h}{D} - PM^2h + \frac{P^2M^2cI_k}{D} - PM^2cI_k \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A + M^2[-DcI_k + DsI_e + PcI_k]} \\
& + M^2\left[\frac{P^2h}{D} - Ph + \frac{P^2cI_k}{D} - PcI_k\right] \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A + M^2\left[\frac{-DcI_k + DsI_e + PcI_k}{+ \frac{P^2h}{D} - Ph + \frac{P^2cI_k}{D} - PcI_k}\right]} \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A + \frac{M^2}{D}\left[-D^2cI_k + D^2sI_e + DPcI_k\right]} \\
& \left[+p^2h - DPh + P^2cI_k - DPcI_k\right] \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A + \frac{M^2}{D}\left[cI_k(-D^2 + DP + P^2 - PD)\right]} \\
& \left[+D^2sI_e + Ph(P - D)\right] \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{-2A + \frac{M^2}{D}\left[Ph(P - D) + cI_k(P^2 - D^2) + sI_eD^2\right]} \\
= & \frac{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{dTVC_2\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} &= -\left[\frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}\right] + D\left[\frac{h\rho + cI_k}{2}\right] \\
&= \frac{-2A - DM^2(cI_k - sI_e)}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} + D\left(\frac{PM}{D}\right)^2\left[\frac{h\rho + cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}\right] \\
&= \frac{-2A - DM^2(cI_k - sI_e) + Dh\rho\left(\frac{PM}{D}\right)^2 + DcI_k\left(\frac{PM}{D}\right)^2}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \\
&= \frac{-2A - DM^2cI_k + DM^2sI_e + \frac{P^2M^2h\rho}{D} + \frac{P^2M^2cI_k}{D}}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}
\end{aligned}$$

dimana  $\rho = 1 - \frac{D}{P}$

$$\begin{aligned}
&= \frac{-2A - DM^2cI_k + DM^2sI_e + \frac{P^2M^2h\left(1 - \frac{D}{P}\right)}{D} + \frac{P^2M^2cI_k}{D}}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \\
&= \frac{-2A - DM^2cI_k + DM^2sI_e + \frac{P^2M^2h}{D} - \frac{P^2M^2h}{P} + \frac{P^2M^2cI_k}{D}}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \\
&= \frac{-2A + \frac{M^2}{D}\left[-D^2cI_k + D^2sI_e + P^2h - PDh\right] + P^2cI_k}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2} \\
&= \frac{-2A + \frac{M^2}{D}\left[cI_k(P^2 - D^2) + D^2sI_e + Ph(P - D)\right]}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}
\end{aligned}$$

$$= \frac{-2A + \frac{M^2}{D} [Ph(P - D) + cI_k(P^2 - D^2) + sI_e D^2]}{2 \left(\frac{PM}{D}\right)^2}$$

$$\text{Jadi } \frac{dTVC_1\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{dTVC_2\left(\frac{PM}{D}\right)}{d\left(\frac{PM}{D}\right)} = \frac{-2A + \frac{M^2}{D} [P(P-D)h + cI_k(P^2 - D^2) + sI_e D^2]}{2\left(\frac{PM}{D}\right)^2}$$

$$2. \quad \frac{dTVC_2(M)}{dM} = \frac{dTVC_3(M)}{dM} = \frac{-2A + DM^2(h\rho + sI_e)}{2M^2}$$

$$\begin{aligned} \frac{dTVC_2(M)}{dM} &= - \left[ \frac{2A + DM^2(cI_k - sI_e)}{2M^2} \right] + D \left[ \frac{h\rho + cI_k}{2} \right] \\ &= \frac{-2A - DM^2 cI_k + DM^2 sI_e + DM^2(h\rho + cI_k)}{2M^2} \\ &= \frac{-2A - DM^2 cI_k + DM^2 sI_e + DM^2 h\rho + DM^2 cI_k}{2M^2} \\ &= \frac{-2A + DM^2(-cI_k + sI_e + h\rho + cI_k)}{2M^2} \\ &= \frac{-2A + DM^2(h\rho + sI_e)}{2M^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dTVC_3(M)}{dM} &= \frac{-A}{M^2} + D \left( \frac{h\rho + sI_e}{2} \right) \\ &= \frac{-2A + DM^2(h\rho + sI_e)}{2M^2} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } \frac{dTVC_2(M)}{dM} = \frac{dTVC_3(M)}{dM} = \frac{-2A + DM^2(h\rho + sI_e)}{2M^2}$$

$$\text{dimana } \rho = 1 - \frac{D}{P}$$

Lampiran 3. Data Produksi

Bulan	A (Rp)	D (Kg)	P (Kg)	c (Rp)	s (Rp)	I <sub>k</sub> (%)	I <sub>e</sub> (%)	h (Rp)	M (bulan)
Januari	3000000	119005	127893	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Februari	3000000	104546	110239	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Maret	3000000	112464	128866	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
April	3000000	114804	128761	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Mei	3000000	113410	127351	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Juni	3000000	117450	129874	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Juli	3000000	114309	128396	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Agustus	3000000	119934	129850	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
September	3000000	115122	129998	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Oktober	3000000	114992	129863	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
November	3000000	116735	129230	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Desember	3000000	117350	129432	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA





Bulan	A (Rp)	D (Kg)	P (Kg)	c (Rp)	s (Rp)	I <sub>k</sub> (%)	I <sub>e</sub> (%)	h (Rp)	M (bulan)
Januari	3000000	119005	127893	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Februari	3000000	104546	110239	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Maret	3000000	112464	128866	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
April	3000000	114804	128761	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Mei	3000000	113410	127351	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Juni	3000000	117450	129874	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Juli	3000000	114309	128396	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Agustus	3000000	119934	129850	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
September	3000000	115122	129998	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Oktober	3000000	114992	129863	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
November	3000000	116735	129230	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5
Desember	3000000	117350	129432	4200	4700	0,03	0,02	50000	0,5

Bulan	$\alpha$	$\beta$	$\Delta 1$	$\Delta 2$	T*
Januari	3016734,5	5702487,5	116581461,1	100175657	T3
Februari	3423616	5738635	71740065,45	63944332,93	T3
Maret	3012654	5718840	232308324,4	175572424,6	T3
April	3009009	5712990	192992048,7	152249597,2	T3
Mei	3042104	5716475	192970479	151851275,1	T3
Juni	2979021	5706375	169037299,5	137203774,3	T3
Juli	3017911,5	5714227,5	195102216	153454276,4	T3
Agustus	2973315	5700165	131450175,8	111303002,7	T3
September	2982237	5712195	207348880,9	161376638,1	T3
Oktober	2985397	5712520	207294130,8	161303279,2	T3
November	2994332,5	5708162,5	170201537,9	137829303,7	T3
Desember	2988553	5706625	163865367,3	133685098,1	T3

Bulan	Nilai T* (Bulan)	TVC(T*) (Rp)	Q* (Kg)
Januari	0,118859295	44886620,07	14144,85044
Februari	0,146443252	36057840,17	15310,05618
Maret	0,090890958	60727358,79	10221,96075
April	0,097358601	56232049,31	11177,15679
Mei	0,097481361	56219958,28	11055,36111
Juni	0,102345416	53104849,64	12020,46916
Juli	0,096990131	56489441,35	11086,84484
Agustus	0,113081371	47422239,43	13562,30114
September	0,094666912	57969383,66	10898,24421
Oktober	0,094687664	57961602,81	10888,32387
November	0,102122618	53266355,26	11921,28383
Desember	0,103626443	52384829,39	12160,56308