

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan melibatkan 7 (tujuh) tahapan, yaitu :

##### 3.1.2 Formulasi Masalah

Formulasi masalah menjelaskan permasalahan yang timbul dan kemudian akan dipecahkan dengan menggunakan metoda-metoda yang relevan dengan kajian keteknikindustrian. Formulasi masalah juga telah ditetapkan tujuan dari penelitian serta batasan-batasan masalah yang dihadapi. Hasil dari tahapan ini dapat dilihat pada BAB 1 pada Sub Bab 1.2 sampai dengan Sub Bab 1.4.

##### 3.1.3 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di El-Rahma batik, Jl. Urip Sumoharjo no 197, Pekalongan yang merupakan produsen dan melibatkan satu pembeli yaitu Titin Batik, Jl. Kenanga 7, Klego, Pekalongan. Keterlibatan El-Rahma batik dengan Titin Batik merupakan hubungan antara produsen dengan pembeli. Dalam penelitian ini akan dikembangkan model yang akan mengintegrasikan satu produsen dan satu pembeli.

### 3.1.4 Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Wawancara

Wawancara yaitu pengumpulan data dengan metode tanya jawab secara langsung kepada bagian keuangan di Titin Batik sebagai pembeli dan bagian pemasaran di El-Rahma Batik sebagai produsen untuk memperoleh data mengenai produksi produsen.

2. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti.

### 3.1.4 Kajian Pustaka

Kajian pustaka atau kajian literatur yang ditulis dalam Tugas Akhir ini adalah hasil kajian singkat dan yang penting saja untuk memberikan pengertian terhadap maksud yang ditulis dalam Tugas Akhir ini. Isi dari kajian pustaka ini adalah sejarah perkembangan penelitian yang berhubungan dengan ruang lingkup dan topic kajian serta teori-teori dasar yang menjadi landasan berfikir menyusun Tugas Akhir.

Ada 2 macam kajian literatur yang dilakukan, yaitu studi induktif dan studi deduktif. Studi deduktif adalah studi pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian dan bermanfaat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topic penelitan. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, dan lain sebagainya. Pada studi induktif, dapat diketahui perkembangan, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode-metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Studi deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-

fenomena atau parameter-parameter yang relevan disitematika, diklarifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian

### **3.1.5 Formulasi dan Analisis Pemodelan**

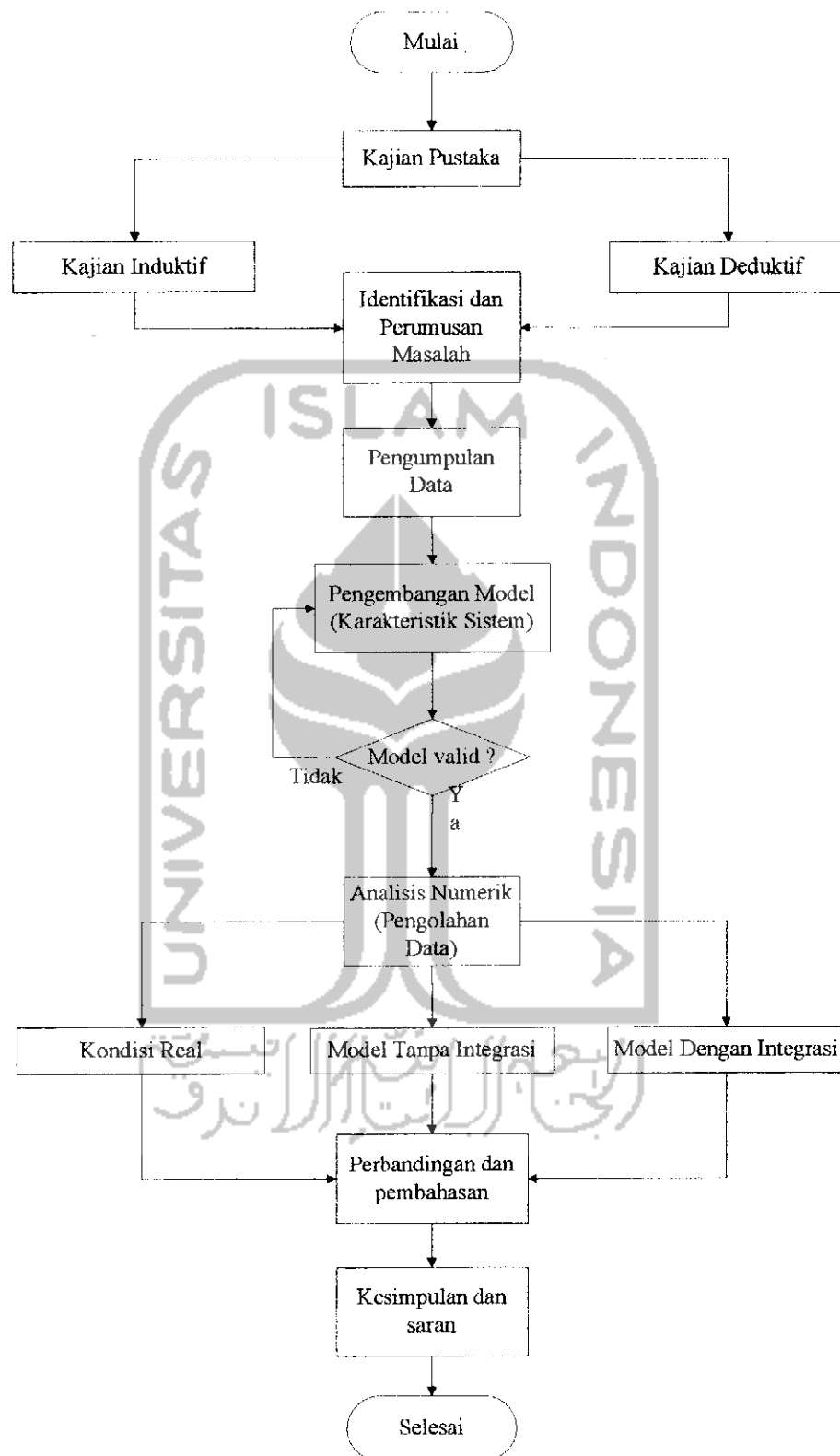
Dalam tahapan ini akan dibangun model matematika yang menjadi fokus penelitian dan juga state of the art (SOTA). Model yang digunakan adalah Ben Daya dan Hariga 2004. Selanjutnya model yang telah didesain akan dicari solusi dan algoritma solusi guna penyelesaian permasalahan. Dalam pencarian solusi digunakan dengan teorema-teorema yang ada. Kemudian dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, seperti pada BAB IV berikutnya.

### **3.1.6 Pembahasan**

Setelah model tersebut dicoba dengan contoh numeric, langkah selanjutnya adalah permasalahan tersebut akan dibahas. Dalam pembahasan juga akan disinggung mengenai hasil yang telah diperoleh dari BAB IV.

### **3.1.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan mengenai proses pemodelan dan hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian pada bagian ini. Rekomendasi-rekomendasi yang terkait dengan pengembangan model selanjutnya juga diberikan.



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Karakteristik Sistem

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan batik. Sistem yang diamati terdiri atas pembeli tunggal yang melakukan pemesanan satu jenis produk terhadap produsen. Sesuai kontrak perjanjian yang telah disepakati bersama, maka pembeli menyampaikan informasi jumlah permintaan selama 1 periode tertentu dengan jumlah permintaan yang tidak pasti kepada pihak produsen. Hubungan antara produsen dan pembeli ditunjukkan pada Gambar 3.2

Produsen merupakan pihak yang memproduksi kain batik, sedangkan pembeli adalah pihak yang melakukan permintaan kepada produsen untuk dijual ke konsumen. Transaksi diawali dengan adanya pesanan kain batik dari pembeli ke produsen. Biaya pesan disimbolkan  $A$ , selama 1 tahun. Setelah menerima pesanan dari pembeli, produsen melakukan *setup*, dengan biaya setup  $S$ , untuk memulai proses produksi.

Bahan baku dibutuhkan untuk memproduksi kain batik yang dipesan kemudian diproduksi oleh produsen dengan rata-rata tingkat produksi  $P$  dan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit batik adalah  $C_v$ . Selanjutnya, batik dikirim ke tempat penyimpanan (gudang) produsen dan biaya simpan per unit per tahun adalah  $h_v$ . Panjang *leadtime*  $L$  bersifat deterministik.

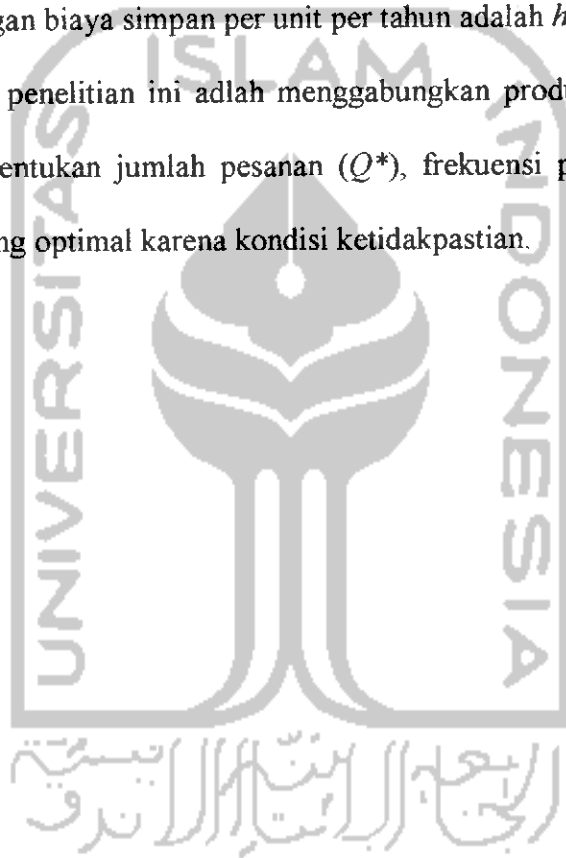
Pada kondisi real saat ini, titik pesan ulang (*reorder point*) hanya optimal pada kondisi dimana permintaan deterministik. Karena adanya perubahan pada permintaan yang probabilistik, maka perlu mengoptimalkan titik pesan ulang.

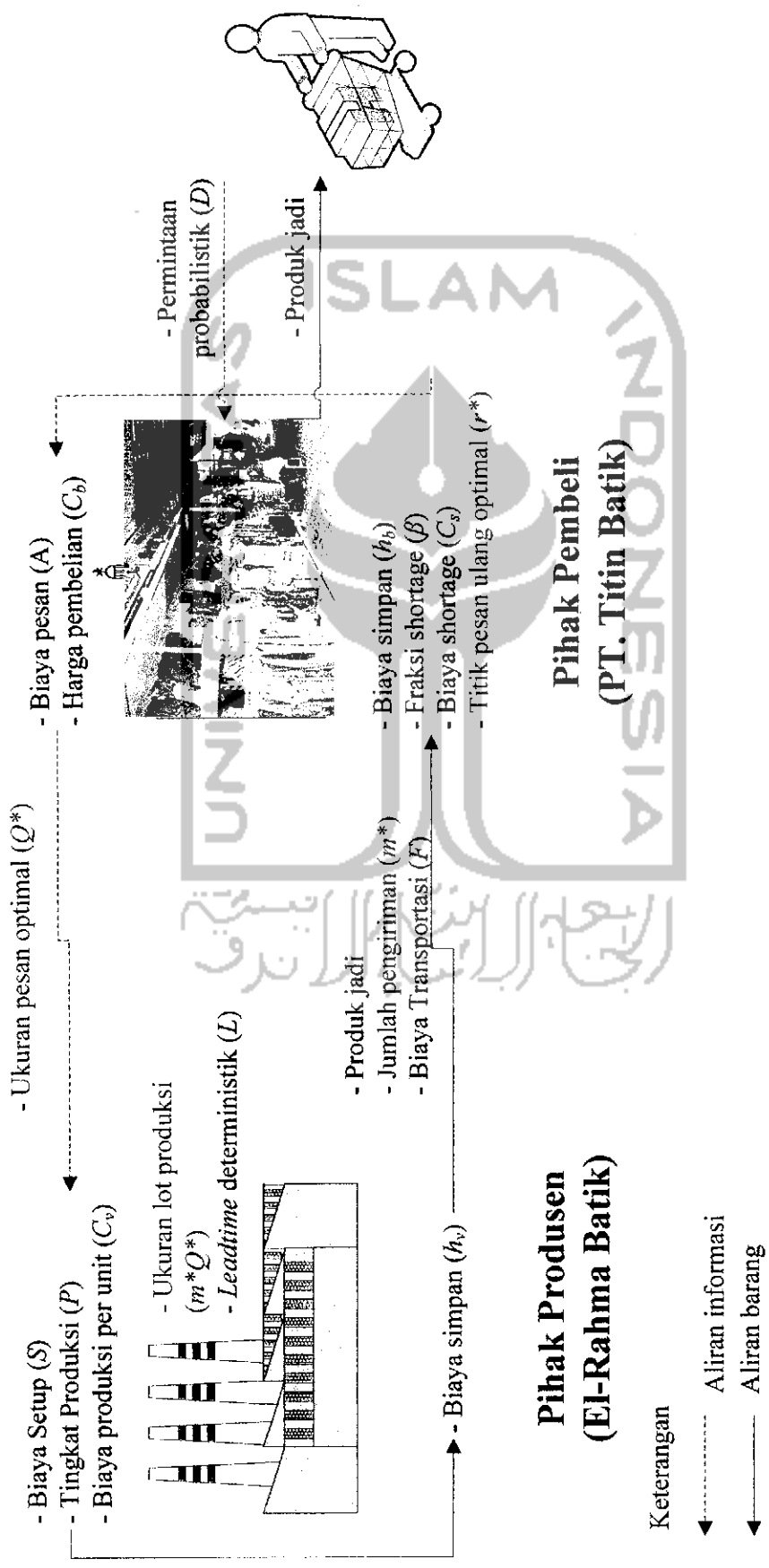
Permasalahan yang terjadi pada permintaan probabilistik selain itu adalah adanya kemungkinan terjadinya pemesanan ulang akibat *shortage*. Biaya *shortage* ( $C_s$ ) ditentukan oleh pelanggan (*customer*). Sehingga dengan optimalnya titik pesan ulang

(*reorder point*), maka juga akan optimal pada biaya simpan pembeli dan juga biaya *shortage*.

Kemudian produsen tersebut mengirim hasil produksi sesuai permintaan dari pembeli dengan harga pembelian yang sudah disepakati bersama,  $C_b$ . Kemudian pihak pembeli menerima jumlah yang disuplai oleh produsen dan disimpan didalam gudang dari pihak pembeli, dengan biaya simpan per unit per tahun adalah  $h_b$ .

Tujuan dari penelitian ini adalah menggabungkan produsen tunggal dan pembeli tunggal untuk menentukan jumlah pesanan ( $Q^*$ ), frekuensi pengiriman ( $m^*$ ) dan titik pesan ulang ( $r^*$ ) yang optimal karena kondisi ketidakpastian.





Gambar 3.2 Karakteristik Sistem Rantai Pasok yang Diamati

### 3.3 Aplikasi Model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ben Daya dan Hariga 2004. Dimana model ini menggunakan produsen tunggal dan pembeli tunggal.

#### 3.3.1 Notasi

Dengan menggunakan notasi seperti pada model Ben Daya dan Hariga 2004, yaitu

$D$	: total permintaan per tahun
$P$	: total tingkat produksi per tahun
$A$	: biaya pesan dari pembeli ke produsen
$S$	: biaya setup produsen
$C_s$	: biaya <i>shortage</i> yang dibayarkan pembeli
$h_v$	: biaya simpan produsen per unit per tahun
$h_b$	: biaya simpan pembeli per unit per tahun
$Q$	: ukuran lot pesanan Pembeli ke Produsen
$m$	: frekuensi pengiriman dari Produsen ke Pembeli
$L$	: panjang <i>lead time</i>
$r$	: titik pemesanan ulang ( <i>reorder point</i> )
$\sigma_L$	: standar deviasi permintaan selama <i>lead time</i>

#### 3.3.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pembeli tunggal dan produsen tunggal dan produk tunggal.



2. Permintaan lebih besar daripada produksi
3. *Leadtime* adalah konstan.
4. Semua biaya adalah konstan.
5. Tidak ada *quantity discount*.

### 3.3.3 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi

Varibel keputusan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- $Q^*$  : lot pemesanan pembeli  
 $m^*$  : frekuensi pengiriman, bilangan integer  
 $r^*$  : titik pesan ulang (*reorder point*)

Sedangkan kriteria performansinya adalah sebagai berikut :

$JTC$  : total biaya gabungan

### 3.3.4 Model Matematis

#### 1. Pembeli

Menurut Ben Daya dan Hariga (2004), ekspektasi total biaya pembeli yang akan dirumuskan adalah biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya *shortage*. Jumlah pemesanan untuk pembeli dirumuskan adalah  $D/Q$  adalah frekuensi pemesanan Pembeli dan biaya pesan per unit adalah  $A$ , sehingga ekspektasi biaya pesan menjadi  $\frac{AD}{Q}$ .

Sedangkan untuk ekspektasi biaya simpan adalah  $h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right)$ , dimana  $h_b$  adalah biaya simpan,  $\frac{Q}{2}$  adalah rata-rata inventori,  $(r - DL)$  adalah *safety stock*

(digunakan pada saat *lead time* konstan dan permintaan bervariasi). Kemudian untuk

biaya *shortage* dirumuskan  $C_s \cdot \left[ (DL-r)\Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L\phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \cdot D/Q$ , dimana  $D/Q$

adalah frekuensi pemesanan Pembeli,  $C_s$  adalah biaya *backorder* per unit, dan

$(DL-r)\Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L\phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right)$  adalah jumlah ekspektasi jumlah *shortage*.

Sehingga ekspektasi total biaya pembeli dirumuskan sebagai berikut :

$$TC_b(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h_b \cdot \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \cdot \left[ (DL-r)\Phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L\phi\left(\frac{r-DL}{\sigma_L}\right) \right] \cdot D/Q \quad \dots(3.1)$$

## 2. Produsen

Total biaya produsen adalah penjumlahan biaya *setup* dan biaya simpan. Biaya *setup* dirumuskan adalah  $\frac{D \cdot S}{Q \cdot m}$ , dimana  $D/Q \cdot m$  adalah ekspektasi frekuensi banyaknya *setup*

untuk Produsen,  $S$  adalah biaya *setup* per unit. Sedangkan untuk ekspektasi biaya simpan

adalah  $h_v \cdot \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$ , dimana  $h_v$  adalah biaya simpan produsen dan

$\frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$  adalah rata-rata persediaan. Sehingga Ekspektasi total biaya

produsen sebagai berikut :

$$TC_v(Q,m) = \frac{D \cdot S}{Q \cdot m} + h_v \cdot \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] \quad \dots(3.2)$$

### 3.3.5 Optimisasi

#### 1. Model Tanpa Integrasi

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal ( $Q^*$ )

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

$$\frac{h_b}{2} \frac{A \cdot D}{Q^2} - \frac{D \cdot C_s \cdot \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right]}{Q^2} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \cdot \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}} \quad \dots (3.3)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal ( $r^*$ )

$$\frac{\partial TC_b}{\partial r} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (3.4)$$

## 2. Model Dengan Integrasi

$$JTC = TC_b + TC_v$$

$$JTC = \frac{AD}{Q} + h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \frac{D}{Q} \\ + \frac{DS}{Qm} + h_v \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Syarat perlu (turunan pertama = 0)

a. Ukuran Pemesanan Optimal ( $Q^*$ )

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

$$\frac{h_b}{2} \frac{AD}{Q^2} - \frac{D \cdot C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right]}{Q^2} - \frac{DS}{Q^2 m} \\ + \frac{h_b}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right] = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left[ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right]}{h_b + h_v \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}} \dots (3.6)$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal ( $r^*$ )

$$\frac{\partial JTC}{\partial r} = 0$$

$$h_b + \frac{C_s D}{Q} [-H(r)] = 0$$

$$H(r) = \frac{h_b Q}{C_s D} \quad \dots (3.7)$$

### 3.3.6 Algoritma Pemecahan Solusi

#### 1. Model Tanpa Integrasi

Langkah 1 : Mulai dengan menggunakan  $EOQ (Q_0)$ .

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2AD}{h_b}}$$

Langkah 2 : Dengan menggunakan  $Q_0$ , lanjut hitung  $H(r)$  dengan persamaan (3.4), kemudian  $DL$  dan  $\sigma_L$ .

$$H(r) = \Phi\left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}\right) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$DL = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai  $H(r_i)$  telah diperoleh, maka tentukan nilai  $r_i$  dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv} [H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai  $r_i$  dapat diperoleh.

Hitung untuk  $\phi(r)$ :

$$\phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh  $r_0$  kemudian langkah selanjutnya hitung nilai  $Q$ , dengan menggunakan persamaan (3.3).

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (4) hingga nilai  $Q$  dan  $r$  tidak berubah.

Langkah 6 : Untuk tiap  $(Q, r)$ , kemudian hitung total biaya pada pembeli ( $TC_b$ ) pada persamaan (3.1).

$$TC_b(Q, r) = \frac{AD}{Q} + h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \cdot \frac{D}{Q}$$

Langkah 7 : Maka solusi optimal adalah  $Q^*, r^* = \min TC_b(Q, r)$ .

Langkah 8 : Dengan solusi tersebut kemudian hitung total biaya pada produsen ( $TC_v$ ) pada persamaan (3.2).

$$TC_v(Q, m) = \frac{D.S}{Q.m} + h_v \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

Langkah 9 : Hitung total biaya keseluruhan sistem, dengan menjumlahkan  $TC_b$  dan  $TC_v$ .

## 2. Model Dengan Integrasi

Langkah 1 : Set  $m = 1$ .

Langkah 2 : Dengan menggunakan  $Q_0$ , lanjut hitung  $H(r)$  dengan persamaan (3.4), kemudian  $DL$  dan  $\sigma_L$ .

$$H(r) = \Phi\left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}\right) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$DL = D.L$$

$$\sigma_L = \sigma\sqrt{L}$$

Langkah 3 : Jika nilai  $H(r_i)$  telah diperoleh, maka tentukan nilai  $r_i$  dengan menggunakan fungsi Ms. Excel, yaitu:

$$\frac{r_i - DL}{\sigma_L} = \text{Normsinv}[H(r_i)]$$

Dari persamaan diatas, maka nilai  $r_i$  dapat diperoleh.

Hitung untuk  $\phi(r)$ :

$$\phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) = \text{Normdist}\left(\frac{r_i - DL}{\sigma_L}, 0, 1, 0\right)$$

Langkah 4 : Dengan diperoleh  $r_0$  kemudian langkah selanjutnya hitung nilai  $Q$ , dengan menggunakan persamaan (3.6).

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + C_s \left[ (DL - r) \Phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \phi\left(\frac{r - DL}{\sigma_L}\right) \right] \right\}}{h_b + h_v \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

Langkah 5 : Ulangi langkah (2) – (5) hingga nilai  $Q$  dan  $r$  tidak berubah.

Langkah 6 : Hitung  $JTC(Q_m, r_m, m)$ .

$$JTC(Q_m, r_m, m) = \frac{AD}{Q} + h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + \frac{DS}{Qm} + h_v \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

- Langkah 7 : Set  $m = m + 1$  dan ulangi langkah 2 hingga 7.
- Langkah 8 : Jika  $JTC(Q_m, r_m, m) \leq JTC(Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1)$  ke langkah 8, jika tidak ke langkah 10.
- Langkah 9 : Set  $Q_m^*, r_m^*, m^* = Q_{m-1}, r_{m-1}, m-1$ . Dimana  $(Q_m^*, r_m^*, m^*)$  adalah hasil optimal.

### 3.4 Validasi Dimensi Model

Validasi ini digunakan untuk memeriksa dimensi dari model yang telah dibangun.

#### 1. Model Tanpa Integrasi

- a. Ukuran Pemesanan Optimal ( $Q^*$ )

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2AD}{h_b}}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \frac{\text{Rp. unit}}{\text{unit tahun}}}{\frac{\text{Rp}}{\text{unit tahun}}}}$$

$$Q_0 = \text{unit}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + C_s \left[ (DL-r) \Phi \left( \frac{r-DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r-DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b}}$$



$$Q = \frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left\{ \frac{Rp.}{\text{unit}} + \frac{Rp.}{\text{unit}} \left( \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \Phi \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \phi \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) \right\}}{Rp./\text{unit} \text{ tahun}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{\text{unit}/\text{tahun} \left( \frac{Rp.}{\text{unit}} \right)}{\frac{Rp.}{\text{unit}} \text{ tahun}}}$$

$$Q = \text{unit}$$

b. Titik Pesan Ulang Optimal ( $r^*$ )

$$H(r) = \Phi \left( \frac{r_i - DL}{\sigma_L} \right) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$H(r) = \frac{\frac{Rp.}{\text{unit}} \text{ unit}}{\frac{Rp. \text{ unit}}{\text{unit tahun}}}$$

$$H(r) = \text{unit}$$

c. Total Biaya Pembeli ( $TC_b$ )

$$TC_b(Q, r) = \frac{AD}{Q} + h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \cdot \frac{D}{Q}$$

$$TC_b(Q,r) = \frac{Rp \cdot \text{unit}}{\text{unit tahun}} + \frac{Rp}{\text{unit tahun}} \left( \frac{\text{unit}}{2} + \text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \right)$$

$$+ \frac{Rp}{\text{unit}} \left[ \left( \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right]$$

$$TC_b(Q_b) = Rp / \text{tahun}$$

d. Total Biaya Pemanufaktur ( $TC_v$ )

$$TC_v(Q,m) \frac{D.S}{Q.m} = \frac{D.S}{Q.m} + h_v \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

$$TC_v(Q,m) \frac{D.S}{Q.m} = \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{Rp}{\text{unit}} + \frac{Rp}{\text{unit tahun}} \frac{\text{unit}}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2 \text{unit}}{\text{tahun}} \right]$$

$$= Rp / \text{tahun} + Rp / \text{tahun} + Rp / \text{tahun}$$

$$TC_v(Q,m) = Rp / \text{tahun}$$

## 2. Model Dengan Integrasi

### a. Ukuran Pemesanan Optimal ( $Q^*$ )

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ A + \frac{S}{m} + F + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \right\}}{h_b - h_v \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \left\{ \frac{Rp.}{\text{unit}} + \frac{Rp.}{m} + \frac{Rp.}{\text{unit}} + \frac{Rp.}{\text{unit}} \left[ \left( \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \Phi \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \phi \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) \right] \right\}}{\frac{Rp./\text{unit}}{\text{tahun}} - \frac{Rp./\text{unit}}{\text{tahun}} \left[ m \left( 1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2 \cdot \text{unit}}{\text{tahun}} \right]}}$$

$Q = \text{unit}$

### b. Titik Pesan Ulang Optimal ( $r^*$ )

$$H(r) = \Phi \left( \frac{r_i - DL}{\sigma_L} \right) = \frac{h_b Q}{C_s D}$$

$$H(r) = \frac{\frac{Rp./\text{unit}}{\text{tahun}} \text{unit}}{\frac{Rp. \text{unit}}{\text{unit tahun}}}$$

$$H(r) = \text{unit}$$

c. Total Biaya Gabungan (*JTC*)

$$JTC(Q_m, r_m, m) = \frac{AD}{Q} + h_b \left( \frac{Q}{2} + r - DL \right) + C_s \left[ (DL - r) \Phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) + \sigma_L \phi \left( \frac{r - DL}{\sigma_L} \right) \right] \frac{D}{Q}$$

$$+ \frac{DS}{Qm} + h_v \frac{Q}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{D}{P} \right) - 1 + \frac{2D}{P} \right]$$

$$JTC(Q_m, r_m, m) = \frac{\text{Rp. unit}}{\text{unit tahun}} + \frac{\text{Rp}/\text{unit}}{\text{tahun}} \left( \frac{\text{unit}}{2} + \text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} \right)$$

$$+ \frac{\text{Rp.}}{\text{unit}} \left[ \left( \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari} - \text{unit} \right) \Phi \left( \frac{\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}}{\frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \text{hari}} \right) + \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right]$$

$$+ \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{Rp.}}{\text{unit}} + \frac{\text{Rp}/\text{unit}}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{2} \left[ m \left( 1 - \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right) - 1 + \frac{2}{\text{tahun}} \frac{\text{unit}}{\text{unit}} \right]$$

$$JTC(Q_m, r_m, m) = \text{Rp.}/\text{tahun}$$