

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap, yaitu melakukan identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta keputusan dan saran. Berikut ini merupakan metodologi penelitian ini.

#### 3.1 Objek Penelitian

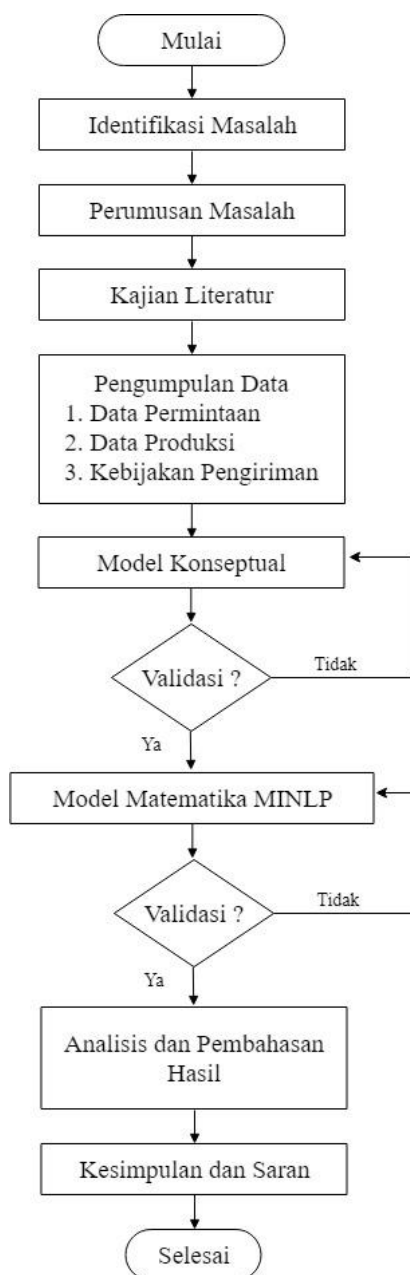
Penelitian ini dilakukan pada unit usaha Bengawan Jaya yang terletak di Kec. Wonosari, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bengawan Jaya merupakan unit usaha milik perorangan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur produk alumunium. Terdapat beberapa produk yang dihasilkan, yaitu *foldinggate*, *polycarbonate*, *rolling door*, *stainless steel*, *awning*, kusen, dan etalase. Dalam produksinya unit usaha ini melakukan produksi berdasarkan pemesanan dari konsumen, baik dalam kuantitas maupun desain. Unit usaha ini menerapkan sistem manufaktur *make-to-order* (MTO) dengan permintaan akan produk tidak pasti pada setiap periodenya.

Fokus penelitian ini pada dua jenis produksi produk etalase dengan ukuran standar 2x1,5x0,5 meter. Tujuan penelitian ini adalah optimasi pada permasalahan ukuran produksi yang optimal dengan mempertimbangkan *order quantity* pada objek penelitian dua tipe produk etalase tersebut. Kebutuhan data terkait pemecahan masalah ini baik secara kualitatif maupun kuantitatif akan digunakan untuk mendukungnya.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Dimulai dengan melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi pada objek penelitian. Berdasarkan permasalahan yang muncul kemudian dilakukan perumusan masalah, dimana letak sumber atau fokus dari permasalahan tersebut. Dalam pemecahan masalah memerlukan kajian literatur yaitu kajian induktif dan kajian deduktif untuk menentukan letak penelitian yang membedakan dengan penelitian lain dan dasar teori yang mendukung penelitian ini. Kemudian dilakukannya pengumpulan data sesuai dengan kebutuhan dalam pemecahan masalah. Data yang sudah terkumpul akan mendukung dalam melakukan pengolahan data.

Dalam pembangunan model terdapat dua tahap yaitu melakukan model konseptual yang memuat elemen dari sistem nyata dan hubungan logis antar elemen sistem. Model validasi pada model konseptual dilakukan untuk memastikan bahwa model tersebut telah cocok dan sesuai dengan konsep nyata dalam penelitian. Model matematis dilakukan dengan cara *trial and error* menggunakan software *Excel* 16.0. Model validasi untuk keseluruhan model dilakukan dengan uji statistik. Permasalahan yang telah dirumuskan dapat dimodelkan dengan menggunakan model matematika *mixed integer nonlinear programming* (MINLP). Selanjutnya model tersebut dilakukan validasi menggunakan *solver Excel* 16.0. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis dan dilakukan pembahasan guna untuk membandingkan hasil optimasi dengan keadaan aktual sebelumnya. Pada tahap terakhir adalah membuat kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada rumusan masalah dan memberikan saran untuk pengembangan ilmu kedepannya. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

#### 1. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung pada lingkungan unit usaha dan kegiatan produksi. Hal ini guna untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi sekaligus mencari data-data yang bersifat kuantitatif.

## 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data historis yang terkait dengan permasalahan unit usaha. Hal ini dapat membantu dalam pemecahan masalah dan mencari sumber referensi baik buku maupun jurnal untuk mendukung penelitian.

### 3.4 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Berikut ini merupakan kebutuhan data pada kedua jenis data tersebut:

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang berkaitan dengan pengolahan data dalam permasalahan ini, sekaligus merupakan data yang digunakan dalam pembuatan model matematika. Berikut ini merupakan data primer dalam penelitian:

- Permintaan produk selama 7 periode
- Data produksi selama 7 periode
- Kebutuhan jenis material
- Kuantitas material dalam pembuatan satu unit tipe produk
- Jumlah *supplier*
- Jumlah produk
- Kapasitas produksi
- Ukuran pengiriman material
- Biaya penyimpanan per unit
- Biaya pemesanan per *batch*
- Biaya pembelian per jenis material
- Profit *loss*
- Kebijakan dalam pembelian material

#### 2. Data Sekunder

Pada penelitian ini, data sekunder merupakan data yang bersifat pendukung yang mana tidak digunakan secara langsung dalam pembuatan model namun memiliki peran yang sangat penting. Dalam penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan adalah proses produksi pada setiap jenis produk.

### 3.5 Pengolahan Data

Berdasarkan permasalahan optimasi ukuran produksi yang telah diidentifikasi dengan adanya ketidakpastian permintaan kemudian diformulasikan menggunakan model MINLP. Fungsi objektifnya yaitu untuk minimasi total biaya. Dalam pemecahan permasalahan ini menggunakan *software* Excel 16.0. Berikut ini merupakan penjelasan terkait model matematika dalam penelitian ini:

#### 1. Indeks dan Parameter

Berikut ini merupakan indeks dan parameter yang digunakan formulasi model matematika:

Indeks

$t$  = indeks periode

$i$  = indeks jenis material

$j$  = indeks jenis produk

$s$  = indeks *supplier*

Paramater

$T$  = jumlah periode

$M$  = jumlah jenis material yang berbeda

$J$  = jumlah produk yang berbeda

$S$  = jumlah *supplier*

$D_{jt}$  = permintaan untuk produk  $j$  pada periode  $t$

$m_{ijt}$  = kebutuhan material dalam pembuatan satu unit produk untuk jenis material  $i$ , jenis produk  $j$ , dan pada periode  $t$

$a_{ijt}$  = kebutuhan material berdasarkan unit produksi untuk jenis material  $i$ , jenis produk  $j$ , dan periode  $t$

$A_{it}$  = total kebutuhan material terhadap unit produksi untuk jenis material  $i$  pada periode  $t$

$n_{sit}$  = jumlah pemesanan untuk *supplier*  $s$  dengan jenis material  $i$  pada periode  $t$

$N_{st}$  = total jumlah pemesanan untuk *supplier*  $s$  pada periode  $t$

$d_{sit}$  = ukuran pengiriman pada *supplier*  $s$  untuk jenis material  $i$  dan pada periode  $t$

$Q_{it}$  = *order quantity* untuk jenis material  $i$  pada periode  $t$

$p_{it}$  = material yang digunakan dalam produksi untuk jenis material  $i$  pada periode  $t$

$PU_{it}$  = biaya pembelian material untuk jenis material  $i$  pada periode  $t$

$h_{it}$  = biaya penyimpanan per unit pada jenis material  $i$  pada periode  $t$

$DC_{st}$  = biaya pemesanan untuk supplier  $s$  pada periode  $t$

$L_{jt}$  = *profit loss* untuk jenis produk  $j$  pada periode  $t$

$R_{jt}$  = kapasitas produksi untuk jenis produk  $j$  pada periode  $t$

$I_{it}$  = inventori akhir untuk jenis material  $i$  pada periode  $t$

$r_{jt}$  = jumlah *shortage* untuk produk  $j$  pada periode  $t$

## 2. Variabel Keputusan

Variabel keputusan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$P_{jt}$  = jumlah produksi untuk produk  $j$  pada periode  $t$

## 3. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah:

$$\min \sum_{i=1}^T \sum_{t=1}^M \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^J I_{it} h_{it} + N_{st} DC_{st} + Q_{it} PU_{it} + r_{jt} L_{jt} \quad (3.1)$$

Persamaan (3.1) merupakan fungsi tujuan untuk meminimasi total biaya. Total biaya terdiri dari komponen biaya, meliputi biaya penyimpanan, biaya pemesanan, biaya pembelian, dan *profit loss*. Total biaya dipengaruhi oleh tingkat persediaan, tingkat pemesanan, tingkat *order quantity*, dan tingkat *shortage*.

## 4. Batasan

Berikut ini merupakan batasan dan kebijakan yang di terapkan pada unit usaha:

$$a_{ijt} = P_{jt} m_{ijt}, \forall i = 1, \dots, M, \forall j = 1, \dots, J, \forall t = 1, \dots, T \quad (3.2)$$

$$A_{it} = \begin{cases} (a_{i1t} + a_{i2t}) - I_{i,t-1}, & \text{jika } (a_{i1t} + a_{i2t}) > I_{i,t-1} \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad \forall i = 1, \dots, M, \forall t = 1, \dots, T \quad (3.3)$$

$$n_{sit} = \begin{cases} 1, & \text{jika } (A_{it} - \text{rounddown}(A_{it}, -1)) \leq d_{sit} \text{ dan } (A_{it} - \text{rounddown}(A_{it}, -1)) > 0 \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

$$\forall i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 16, \forall t = 1, \dots, T, S = 2 \quad (3.4)$$

$$n_{sit} = \begin{cases} \frac{\text{roundup}(A_{it}, -1)}{d_{sit}}, & \text{jika } \left( \frac{\text{roundup}(A_{it}, -1)}{d_{sit}} \right) - n_{sit} > 0, \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

$$\forall i = 1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,16, \quad \forall t = 1, \dots, T, \quad S = 1 \quad (3.5)$$

$$n_{3,8,t} = \frac{\text{ceiling}(A_{8,t}, d_{3,8,t})}{d_{3,8,t}}, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.6)$$

$$n_{4,10,t} = \frac{\text{ceiling}(A_{10,t}, d_{4,10,t})}{d_{4,10,t}}, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.7)$$

$$n_{5,15,t} = \frac{\text{ceiling}(A_{15,t}, d_{5,15,t})}{d_{5,15,t}}, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.8)$$

$$N_{st} = \max(n_{sit}), \quad \forall i = 1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,16, \quad \forall t = 1, \dots, T, \quad \forall S = 1,2 \quad (3.9)$$

$$N_{st} = n_{sit}, \quad \forall i = 8,10,15, \quad \forall t = 1, \dots, T, \quad \forall S = 3,4,5 \quad (3.10)$$

$$Q_{it} = n_{1it} d_{1it} + n_{2it} d_{2it}, \quad \forall i = 1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,16, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.11)$$

$$Q_{it} = n_{sit} d_{sit}, \quad \forall i = 8,10,15, \quad \forall S = 3,4,5, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.12)$$

$$p_{it} = a_{i1t} + a_{i2t}, \quad \forall i = 1, \dots, M, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.13)$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + Q_{it} - p_{it}, \quad \forall i = 1, \dots, M, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.14)$$

$$r_{jt} = r_{j,t-1} + D_{jt} - P_{jt} \quad (3.15)$$

$$P_{jt} \leq R_{jt}, \quad \forall j = 1, \dots, J, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.16)$$

$$a_{ijt} \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, M, \quad \forall j = 1, \dots, J, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.17)$$

$$n_{sit} \geq 0, \quad \forall S = 1, \dots, S, \quad \forall i = 1, \dots, M, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.18)$$

$$N_{st} \geq 0, \quad \forall S = 1, \dots, S, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.19)$$

$$r_{jt}, P_{jt} \geq 0, \quad \forall j = 1, \dots, J, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.20)$$

$$I_{it}, Q_{it}, p_{it}, A_{it} \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, M, \quad \forall t = 1, \dots, T \quad (3.21)$$

$$P_{jt} = \text{integer} \quad (3.22)$$

Batasan (3.2) untuk menentukan kebutuhan tiap jenis material terhadap unit produksi pada kedua jenis produk. Batasan (3.3) untuk menentukan total gabungan kebutuhan jenis material terhadap unit produksi, hal ini merupakan penjumlahan kebutuhan material pada kedua jenis produk. Batasan (3.4) untuk menentukan jumlah pemesanan pada *supplier* 2 berdasarkan kebutuhan jenis material dengan kebijakan dimana pembelian kurang dari sama dengan 5 unit material. Batasan (3.5) merupakan batasan untuk menentukan jumlah pemesanan pada *supplier* 1 berdasarkan kebutuhan jenis material, jika pembelian material lebih dari 5 unit material. Batasan (3.6), (3.7), (3.8) untuk menentukan jumlah pemesanan pada *supplier* 3, 4 dan 5 berdasarkan kebutuhan jenis material.

Batasan (3.9) untuk menentukan jumlah pemesanan kepada *supplier* 1 dan 2 berdasarkan nilai maksimal pada setiap pembelian jenis material berdasarkan kebutuhan. Batasan (3.10) merupakan persamaan untuk menentukan jumlah pemesanan pada *supplier* 3,4, dan 5. Batasan (3.11) untuk menentukan *order quantity*

setiap jenis material pada *supplier* 1 dan 2 berdasarkan ukuran pemesanan. Batasan (3.12) menentukan *order quantity* pada *supplier* 3,4, dan 5 untuk setiap jenis materialnya. Batasan (3.13) merupakan kebutuhan jenis material produksi berdasarkan unit produksi. Batasan (3.14) merupakan persamaan untuk menentukan persediaan. Batasan (3.15) merupakan persamaan tingkat *shortage*. Batasan (3.16) merupakan batasan dimana kuantitas unit produksi harus lebih kecil dari pada kapasitas produksi. Batasan (3.17), (3.18), (3.19), (3.20) dan (3.21) mendefinisikan bahwa nilai variabel tersebut bersifat non-negatif. Batasan (3.22) mendefinisikan bahwa nilai variabel unit produksi bersifat *integer*.

### 3.6 Model Validasi

Hasil dari keseluruhan model yang dikembangkan kemudian dilakukan uji statistik untuk mengetahui valid tidak hasil yang didapatkan. Berikut ini merupakan rumusan menurut Banks et al., (2005):

$$\varepsilon = t_{(n-1, \frac{\alpha}{2})} \frac{s}{\sqrt{n_0}} \quad (3.23)$$

$$n = \frac{z_{(\frac{\alpha}{2})}^2 \sigma^2}{\varepsilon^2} \quad (3.24)$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}} \quad (3.25)$$

Persamaan (3.23) merupakan persamaan untuk mengetahui tingkat *error*. Persamaan (3.24) untuk menentukan jumlah replikasi minimal dalam uji statistik. Persamaan (3.25) merupakan persamaan untuk melakukan perhitungan nilai *t*.

Dengan hipotesa:

$H_0$  : tidak ada perbedaan antara rata-rata data aktual dengan data hasil optimasi

$H_1$  : ada perbedaan antara rata-rata data aktual dengan data hasil optimasi

Kriteria penolakan atau penerimaan:

$H_0$  ditolak jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$

$H_0$  tidak dapat ditolak jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$



### **3.7 Analisis Hasil**

Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil optimasi dengan membandingkan total biaya aktual dengan biaya hasil optimasi. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memperjelas konsep dalam pengolahan data yang belum dibahas sebelumnya. Selain itu juga untuk mengetahui total minimasi yang terjadi berdasarkan hasil optimasi ukuran produksi yang berpengaruh pada *order quantity*.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dalam penelitian. Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah penelitian, dimana dapat menjadi acuan dalam memberikan usulan perbaikan pada unit usaha. Saran dalam penelitian ini diberikan kepada peneliti untuk pengembangan penelitian selanjutnya.