

## BAB III

### MASALAH PENYUSUNAN PAKET

#### 3.1. DESKRIPSI MASALAH

Masalah penyusunan paket yang dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut. Diberikan sejumlah paket dengan panjang, lebar dan tinggi tertentu. Terdapat sebuah kontainer dengan panjang, lebar dan tinggi tertentu. Bagaimana menyusun paket-paket tersebut kedalam kontainer sedemikian sehingga jumlah paket yang masuk semaksimal mungkin dan total panjang, lebar dan tinggi dari paket yang dimuat ke kontainer tidak melebihi ukuran panjang, lebar dan tinggi kontainer.

Berikut ini diberikan sebuah contoh masalah penyusunan paket. Misal terdapat 5 paket dengan ukuran dalam satuan cm dimana masing-masing paket mempunyai ukuran seperti pada tabel 3.1:

Tabel 3.1 Data ukuran paket

| No | Panjang | Lebar | Tinggi | Volume |
|----|---------|-------|--------|--------|
| 1  | 5       | 2     | 3      | 30     |
| 2  | 4       | 3     | 2      | 24     |
| 3  | 5       | 4     | 3      | 60     |
| 4  | 6       | 5     | 4      | 120    |
| 5  | 20      | 2     | 3      | 120    |

Misal kontainer tempat menampung paket adalah panjang 15, lebar 2 dan tinggi 5. Maka paket no 5 tidak akan bisa dimuat kedalam kontainer karena ukuran panjang paket no.5 melebihi ukuran panjang maksimum kontainer, kecuali dipotong. Dan jika melihat dari segi ukuran volume, dengan ukuran volume dari kontainer adalah  $150\text{cm}^3$ , maka paket yang dapat dimuat adalah paket {1,4},{2,4} atau paket {1,2,3}, akan tetapi apakah ketika paket tersebut dimuat dan disusun, susunannya tidak akan melebihi ukuran kontainer.

### 3.2. ASUMSI PAKET

Asumsi yang digunakan pada pemodelan masalah penyusunan paket-paket ini adalah bahwa batasan berat maksimal dari kontainer tidak diperhatikan.

### 3.3. MODEL MATEMATIKA DALAM MASALAH PENYUSUNAN PAKET

Untuk memodelkan masalah penyusunan paket dibutuhkan pendefinisian parameter-parameter dan variabel berikut. Misal terdapat  $n$  paket yang tersedia:

$p_i$  : ukuran panjang paket ke- $i$

$l_i$  : ukuran lebar paket ke- $i$

$t_i$  : ukuran tinggi paket ke- $i$

$P$  : ukuran panjang kontainer ke- $i$

$L$  : ukuran lebar kontainer ke- $i$

$T$  : ukuran tinggi kontainer ke- $i$

$i = 1, 2, 3, \dots, n.$

Variabel keputusan dari masalah penyusunan paket menentukan paket mana saja yang akan dimuat ke dalam kontainer. Oleh karena itu, variabel keputusan dari masalah diatas adalah variabel biner berikut:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{jika paket ke } - i \text{ terpilih;} \\ 0, & \text{jika tidak,} \end{cases}$$

untuk semua  $i = 1, 2, 3, \dots, n.$

Setelah mendefinisikan parameter-parameter dan variabel-variabel diatas, maka pada subbbab selanjutnya kita dapat menentukan fungsi tujuan dan kendala-kendaladari masalah penyusunan paket.

#### 3.3.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang akan dicapai dari masalah penyusunan paket adalah untuk menentukan paket-paket mana saja yang dapat dimasukkan kedalam

kontainer. Karena diharapkan agar paket-paket yang dapat dimasukkan kedalam kontainer semaksimal mungkin, maka fungsi tujuan dari masalah penyusunan paket adalah:

$$z = \sum_{i=1}^n x_i$$

### 3.3.2 Kendala-kendala

Kendala-kendala dari masalah diatas terdiri dari:

#### 3.3.2.1 Kendala Panjang

Kendala bahwa total panjang dari susunan paket yang dimuat kedalam kontainer tidak melebihi ukuran panjang kontainer. Kendala ini dirumuskan sebagai:

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq P$$

#### 3.3.2.2 Kendala Lebar

Kendala bahwa total lebar dari susunan paket yang dimuat kedalam kontainer tidak melebihi ukuran lebar kontainer. Kendala ini dirumuskan sebagai:

$$\sum_{i=1}^n l_i x_i \leq L$$

#### 3.3.2.3 Kendala Tinggi

Kendala bahwa total tinggi dari susunan paket yang dimuat kedalam kontainer tidak melebihi ukuran tinggi kontainer. Kendala ini dirumuskan sebagai:

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i \leq T$$

Secara lengkap model optimisasi masalah penyusunan paket dirumuskan sebagai berikut:

**Memaksimalkan** :  $Z = \sum_{i=1}^n x_i$

**Terhadap** :  $\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq P$

$$\sum_{i=1}^n l_i x_i \leq L$$

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i \leq T$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

### 3.4. METODE UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PENYUSUNAN PAKET

Model optimisasi masalah penyusunan paket termasuk kedalam kategori model pemrograman integer, model tersebut dapat diselesaikan dengan metode analitik seperti Algoritma *Branch and Bound*. Secara umum metode-metode analitik untuk menyelesaikan masalah pemrograman integer membutuhkan waktu komputasi yang lama. Oleh karena itu, skripsi ini membangun sebuah metode untuk menyelesaikan masalah penyusunan paket. Pada bagian selanjutnya dari subbab ini akan dijelaskan langkah-langkah kerja dari metode tersebut.

#### 1. Input Data

Pada tahap ini akan diinput data-data paket yang akan dimuat, yaitu panjang, lebar dan tinggi. Selain itu diinputkan juga batasan ukuran dari kontainer.

#### 1 Pengurutan Paket

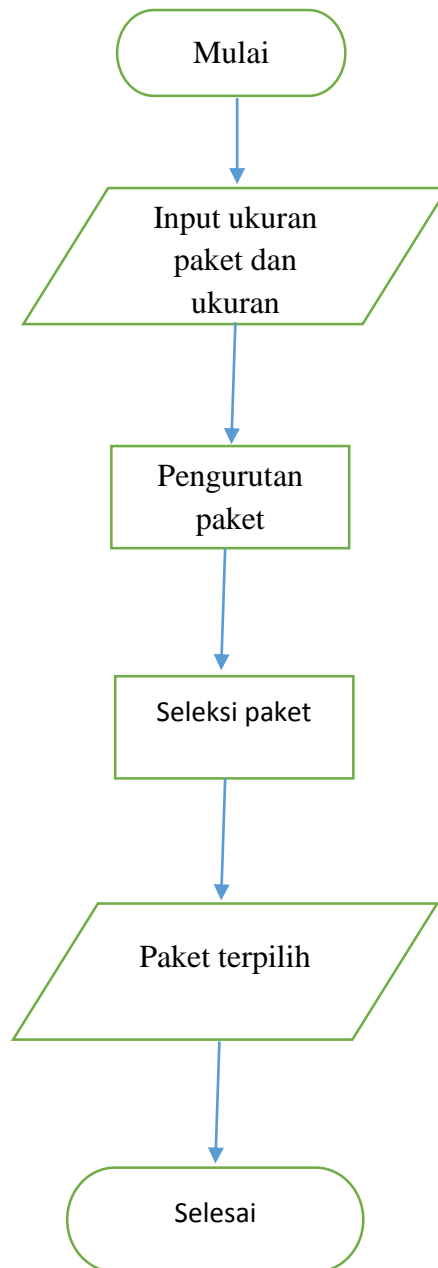
Paket-paket yang ada selanjutnya akan diurutkan berdasarkan volumenya secara *descending*, dimana volume tersebut diperoleh dari hasil perkalian antara panjang, lebar, dan tinggi.

#### 3. Seleksi Paket

Pada proses seleksi, dilakukan pemilihan paket yang dimuat kedalam kontainer dengan cara memilih paket berdasarkan volume terbesar yang ada. Pada proses ini juga dilakukan pengecekan terhadap ukuran paket yang akan ditambahkan apakah masih memungkinkan untuk dimuat oleh kontainer atau tidak. Jika tidak melebihi ukuran kontainer maka pake tersebut terpilih untuk dimuat kedalam kontainer. Jika tidak, maka akan dilakukan pemilihan terhadap paket lain sesuai dengan urutannya dan selanjutnya dilakukan pengecekan seperti diatas. Proses ini dilanjutkan sampai paket terkecil.

#### 4. Hasil

Dari proses tersebut, akan diperoleh hasil, yaitu memaksimalkan banyaknya paket yang akan ditampung oleh kontainer.



**Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Masalah Penyusunan Paket**

### 3.5. CONTOH

Sebelumnya, akan diberikan contoh proses penyelesaian masalah penyusunan paket secara manual, yaitu dilakukan proses muat dengan cara mencoba satu persatu memasukkan paket ke dalam kontainer hingga menemukan kombinasi paket yang sesuai. Tentunya hal ini akan membutuhkan waktu yang sangat lama karena akan ada banyak sekali kombinasinya dan biasanya orang tidak akan berhasil karena sudah kesal terlebih dahulu dan menyerah. Mungkin jika paket atau paket yang akan disusun sedikit akan mudah menggunakan cara tersebut, namun bayangkan jika terdapat banyak paket. Sebagai contoh, jika ada jumlah paket 30 dan kapasitas daya tampung maksimal kontainer hanya 20, akan ada kombinasi 20 dari 30 paket. Maka berdasarkan perhitungan kombinasi akan ada:

$$\frac{n!}{r!(n-r)!} = \frac{30!}{20!(30-20)!} = \frac{30 \times 29 \times 28 \times 27 \times 26 \times 25 \times 24 \times 23 \times 22 \times 21 \times 20!}{20! (10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)}$$

= 30.045.015 kemungkinan. Hal yang sangat tidak mungkin untuk dilakukan jika dengan cara manual.

Berdasarkan dari uraian di atas, maka akan dicoba proses penyusunan paket sesuai dengan apa yang penulis bahas pada bagian 3.4 yaitu sebagai berikut:

1. Akan terlebih dahulu paket diurutkan berdasarkan ukuran volume dari yang terbesar lalu ke yang lebih kecil.
2. Selanjutnya akan dimuat paket-paket dengan ukuran terbesar, lalu dilanjutkan dengan ukuran yang lebih kecil dan seterusnya hingga tercapai kapasitas maksimum dari kontainer.
3. Setelah selesai dengan masalah daya tampung volume, akan dilakukan hal serupa untuk masalah dimensi paketnya, yaitu batasan masalah panjang paket, lebar paket dan tinggi paket..

Contoh :

Misal ada 10 boks paket dengan ukuran masing-masing paket dan detail sebagai berikut:

Tabel 3.2 Tabel ukuran paket sebelum diurutkan

| No            | Panjang<br>(m) | Lebar<br>(m) | Tinggi<br>(m) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) | Berat<br>(Kg) |
|---------------|----------------|--------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| 1             | 2              | 2            | 5             | 20                          | 15            |
| 2             | 2              | 4            | 4             | 32                          | 16            |
| 3             | 3              | 4            | 3             | 36                          | 17            |
| 4             | 3              | 3            | 3             | 27                          | 15            |
| 5             | 5              | 4            | 3             | 60                          | 25            |
| 6             | 4              | 3            | 2             | 24                          | 14            |
| 7             | 2              | 2            | 2             | 8                           | 4             |
| 8             | 1              | 2            | 3             | 6                           | 3             |
| 9             | 3              | 2            | 1             | 6                           | 3             |
| 10            | 3              | 4            | 1             | 12                          | 5             |
| <b>Jumlah</b> |                |              |               | 231                         | 117           |

Jika kapasitas volume maksimal dari kontainer adalah 210m<sup>3</sup> dengan panjang 14m, lebar 3m dan tinggi 5m, jika semua paket dimuat maka akan terjadi kelebihan muatan. Tujuan dari penulisan skripsi ini salah satunya adalah untuk menghindari kejadian tersebut.

Maka akan dimulai proses sesuai dengan yang penulis paparkan sebelumnya. Paket akan diurutkan berdasarkan ukuran volume terlebih dahulu, dari yang terbesar ke yang lebih kecil. Seperti pada tabel 3.3:

Tabel 3.3 Tabel ukuran paket setelah diurutkan volume

| No            | Panjang<br>(m) | Lebar<br>(m) | Tinggi<br>(m) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) | Nama<br>paket   | Berat<br>(Kg) |
|---------------|----------------|--------------|---------------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| 1             | 2              | 2            | 5             | 20                          | V <sub>6</sub>  | 15            |
| 2             | 2              | 4            | 4             | 32                          | V <sub>3</sub>  | 16            |
| 3             | 3              | 4            | 3             | 36                          | V <sub>2</sub>  | 17            |
| 4             | 3              | 3            | 3             | 27                          | V <sub>4</sub>  | 15            |
| 5             | 5              | 4            | 3             | 60                          | V <sub>1</sub>  | 25            |
| 6             | 4              | 3            | 2             | 24                          | V <sub>5</sub>  | 14            |
| 7             | 2              | 2            | 2             | 8                           | V <sub>8</sub>  | 4             |
| 8             | 1              | 2            | 3             | 6                           | V <sub>9</sub>  | 3             |
| 9             | 3              | 2            | 1             | 6                           | V <sub>10</sub> | 3             |
| 10            | 3              | 4            | 1             | 12                          | V <sub>7</sub>  | 5             |
| <b>Jumlah</b> |                |              |               | 231                         |                 | 117           |

Karena volume maksimum kontainer ada 210cm<sup>3</sup>, maka berdasarkan urutan-urutan volume paket terpilih paket 1 sampai paket 6, karena:

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 = 199 \leq V_{max}$$

Hasil ini sudah maksimum karena jika ditambah V<sub>7</sub> akan terjadi kelebihan kapasitas maksimum.