

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Metode Transportasi

Program linear merupakan teknik matematika untuk mendapatkan alternatif penggunaan terbaik atas sumber-sumber organisasi. Kata linear digunakan untuk menggambarkan hubungan antara dua atau lebih variabel. Kata program menyatakan penggunaan teknik matematika tertentu untuk mendapatkan kemungkinan pemecahan terbaik atas persoalan yang melibatkan sumber yang serba terbatas (Levin, 1993).

Metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa, karena terdapat perbedaan biaya alokasi dari satu sumber ke tempat tujuan (Subagyo, dkk., 1985). Tujuan dari masalah transportasi ini adalah mengoptimalkan sesuatu yang berhubungan dengan fungsi tujuan yaitu mencari nilai minimum dari biaya transportasi (pengangkutan) suatu barang dari beberapa tempat asal ke berbagai tempat tujuan (Taha, 1996).

Masalah transportasi merupakan bentuk khusus atau variasi dari program linear yang dikembangkan khusus untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan transportasi (pengangkutan) dan distribusi produk atau sumber daya dari berbagai sumber (pusat pengadaan, atau titik suplai) ke berbagai tujuan (titik permintaan atau pusat pemakaian) dengan meminimumkan biaya total distribusi. Seperti halnya metode program linear, hasil akhir dari metode transportasi adalah suatu solusi optimal dari fungsi tujuan dengan batas kendala yang ada.

Menurut Nasendi dan Anwar (1985), model umum persoalan transportasi dilandasi pada asumsi-asumsi berikut.

1. Suatu produk yang ingin diangkat tersedia dalam jumlah yang tetap dan diketahui.
2. Produk akan dikirim melalui jaringan transportasi yang ada dengan memakai cara pengangkutan tertentu dari pusat pengadaan ke pusat permintaan.

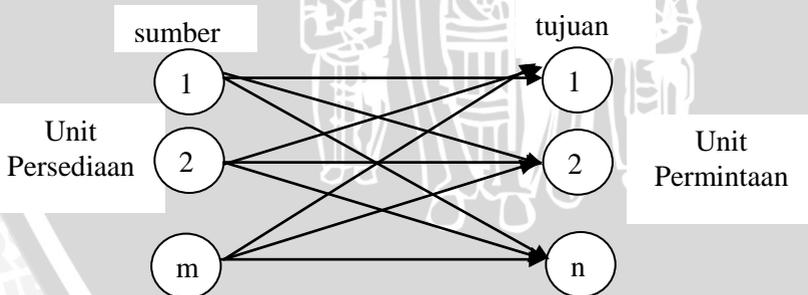
3. Jumlah permintaan di pusat permintaan diketahui dalam jumlah tertentu dan tetap.
4. Ongkos angkutan per unit produk yang diangkut diketahui, sehingga tujuan meminimumkan biaya total angkutan dapat tercapai.

2.2 Rumusan Umum Masalah Transportasi

Salah satu bentuk dari masalah program linear yang paling penting adalah masalah transportasi. Masalah transportasi ini dipelajari pertama kali oleh LV. Kantorovitch tahun 1939, sebelum program linear dikembangkan oleh GB. Dantzig pada tahun 1941. FL Hitchcock menyatakan formulasi matematika yang sekarang menjadi bentuk standar sehingga masalah ini sering disebut sebagai masalah Hitchcock (Taha, 1996).

Masalah umum transportasi adalah mengenai pendistribusian beberapa komoditas dari beberapa pusat persediaan, yang disebut sumber ke beberapa pusat penerima yang disebut tujuan dengan meminimumkan biaya total distribusi sehingga masalah sangat penting bagi perencanaan produksi, ciri dari persoalan transportasi adalah mengalokasikan secara tepat sumber daya yang dimiliki ketempat tujuan distribusi agar dapat mengoptimalkan tujuan yang ingin dicapai yaitu meminimumkan biaya transportasi (Bronson, 1995)

Masalah transportasi dapat diilustrasikan sebagai suatu model jaringan transportasi umum seperti pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Jaringan transportasi

2.3 Model Dasar Transportasi

Suatu masalah transportasi dapat dimodelkan secara matematika dengan membentuk fungsi tujuan. Fungsi tujuan tersebut menunjukkan biaya transportasi total dari sumber i ke tujuan j , model program linear yang mewakili masalah transportasi secara umum menurut Winston (1994) adalah Fungsi tujuan : Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (2.1)$$

dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Keterangan:

x_{ij} : jumlah produk yang diangkut dari titik asal i ke titik tujuan j

c_{ij} : biaya angkut per unit dari titik asal i ke titik tujuan j

m : jumlah unit persediaan

n : jumlah unit permintaan

a_i : jumlah hasil produksi yang tersedia dipusat persediaan i

b_j : jumlah hasil produksi yang diminta ditempat tujuan j .

Menurut Aminudin (2005), tujuan dari model transportasi adalah merencanakan pengiriman dari sumber-sumber ke tujuan sedemikian rupa untuk meminimumkan total biaya transportasi dengan kendala-kendala sebagai berikut.

1. Setiap permintaan tujuan terpenuhi.
2. Sumber tidak mungkin mengirim komoditas lebih besar dari kapasitas.

Suatu model transportasi dikatakan seimbang apabila total jumlah antara persediaan dan permintaan sama, sehingga secara matematis dapat ditulis:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Dalam model transportasi digunakan tabel untuk memberikan gambaran mengenai kasus distribusi. Sebuah tabel transportasi memiliki m baris dan n kolom. Sumber-sumber berjajar pada baris ke-1 hingga ke- m , sedangkan tujuan-tujuan berjajar pada kolom ke-1 hingga ke- n . Bentuk umum sebuah tabel transportasi seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tabel transportasi umum

Dari \ Ke	1	...	j	...	n	Persediaan
1	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	a_1
...
i	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{in}	a_i
...
m	x_{m1}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	a_m
Permintaan	b_1	...	b_j	...	b_n	

Menurut Siswanto (2007), ada dua macam metode pengujian tabel awal yang tersedia di dalam algoritma transportasi, yaitu *Modified Distribution* (MODI) dan *Stepping Stone*. Tujuan dari pengujian tabel awal adalah untuk mengetahui apakah masih ada alternatif alokasi distribusi yang akan membawa beban biaya distribusi total lebih rendah dibanding beban biaya distribusi total menurut alokasi distribusi tabel awal.

Degenerasi dan redundansi adalah gejala yang mungkin muncul pada tabel awal. Tes optimalitas baik menggunakan MODI maupun *Stepping Stone* baru bisa dilakukan bila jumlah sel yang terkena alokasi distribusi pada tabel awal adalah:

$$m + n - 1,$$

dimana

m : jumlah baris

n : jumlah kolom.

Seandainya alokasi pada tabel awal tidak akan diuji untuk mengetahui optimalitas tabel, maka masalah jumlah sel pada tabel awal tersebut tidak perlu diperhatikan. Aturan di atas harus dipenuhi bila dan hanya bila tes optimal akan dilakukan.

1. Degenerasi

Gejala degenerasi muncul bila jumlah sel yang terkena alokasi distribusi lebih kecil dari aturan $[m + n - 1]$ atau terjadi kekurangan sel yang terkena alokasi disribusi. Sebagai jalan keluar adalah alokasi distribusi semu pada sel yang belum terisi agar aturan $[m + n - 1]$ terpenuhi. Dalam hal ini, alokasi distribusi semu itu adalah alokasi distribusi yang sangat kecil dengan notasi ε (epsilon).

2. Redundansi

Gejala redundansi muncul bila jumlah sel yang terkena alokasi distribusi lebih besar dari $[m + n - 1]$ atau terjadi kelebihan sel yang terkena alokasi disribusi. Sebagai jalan keluar adalah pemindahan atau penggabungan alokasi distribusi ke sel yang lain sedemikian rupa sehingga aturan $[m + n - 1]$ terpenuhi.

2.4 *Improved Zero Point Method (IZPM)*

Menurut Samuel (2012), untuk menemukan solusi optimal dari masalah transportasi dapat menggunakan *Improved Zero Point Method (IZPM)*. Langkah-langkah IZPM adalah sebagai berikut.

1. Membuat tabel transportasi dari masalah tranSPORTasi yang telah diberikan dan menyeimbangkan apabila belum seimbang.
2. Mengurangi setiap elemen dalam baris dengan elemen terkecil pada baris tersebut dan dari tabel pengurangan baris tersebut, setiap elemen dalam kolom dikurangi dengan elemen terkecil pada kolom tersebut.
3. Meneliti apakah setiap kolom permintaan kurang dari atau sama dengan jumlah baris-baris persediaan yang menyuplai kolom permintaan tersebut, dimana baris yang menyuplai adalah baris pada kolom tersebut yang biaya tereduksinya nol. Meneliti apakah setiap baris persediaan kurang dari atau sama dengan jumlah kolom-kolom permintaan yang meminta persediaan,

- dimana kolom yang meminta persediaan adalah kolom pada baris tersebut yang biaya tereduksinya nol. Apabila syarat tersebut terpenuhi, langsung menuju langkah 6.
4. Menutup semua elemen nol dengan garis mendatar dan tegak seminimal mungkin sehingga beberapa elemen dari kolom-kolom atau baris-baris yang tidak memenuhi syarat pada langkah 3 tidak tertutup.
 5. Membentuk tabel transportasi perbaikan dengan cara sebagai berikut.
 - a. Menemukan nilai biaya tereduksi yang terkecil pada tabel yang tidak tertutup garis.
 - b. Mengurangkan nilai tersebut ke semua elemen nilai yang tidak tertutup garis dan menambahkan nilai tersebut ke semua elemen nilai yang tertutup oleh dua garis.
 6. Memilih sel pada tabel transportasi hasil langkah-langkah di atas yang memiliki biaya tereduksi terbesar dan dinamakan (i, j) . Jika terdapat lebih dari satu sel, maka dipilih salah satu.
 7. Memilih sel pada baris i atau kolom j pada tabel transportasi yang memiliki biaya tereduksi nol dan mengisikannya semaksimal mungkin pada sel tersebut sehingga memenuhi persediaan dan permintaan.
 8. Membentuk kembali tabel transportasi yang telah diperbaiki.
 9. Mengulangi langkah 6 sampai langkah 8 sampai baris persediaan dan kolom permintaan terpenuhi.

2.5 Metode Biaya Terkecil

Solusi layak dasar awal dari masalah transportasi menggunakan metode Biaya Terkecil adalah memberikan nilai setinggi mungkin pada sel dengan biaya unit terkecil dalam keseluruhan tabel tanpa melebihi jumlah persediaan pada baris atau jumlah permintaan pada kolom yang bersangkutan. Jika terdapat c_{ij} terkecil lebih dari satu maka dipilih salah satu.

Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode Biaya Terkecil adalah sebagai berikut:

1. Menyusun tabel awal yang berisi tabel biaya transportasi.
2. Mencari sel yang memiliki biaya terkecil (c_{ij}) pada tabel awal.
3. Pada c_{ij} terkecil dialokasikan sebanyak mungkin tanpa melanggar batasan-batasannya.

- a. Jika $a_i < b_j$ maka $x_{ij} = b_j$, kolom ke j tidak diperhitungkan lagi dan a_i berkurang sebesar b_j .
 - b. Jika $a_i > b_j$ maka $x_{ij} = a_i$, baris ke i tidak diperhitungkan lagi dan b_j berkurang sebesar b_j .
 - c. Jika $a_i = b_j$ maka $x_{ij} = a_i = b_j$, baris ke i dan kolom ke j tidak diperhitungkan lagi.
4. Mencari sel yang memiliki c_{ij} terkecil, dilanjutkan dengan cara yang sama sampai semua persediaan dihabiskan dan permintaan terpenuhi (Siagian, 1987).

2.6 Metode *Stepping Stone*

Metode *Stepping Stone* diawali dengan menghitung nilai $z_{ij} - c_{ij}$ untuk setiap sel non basis. Nilai $z_{ij} - c_{ij}$ merupakan besarnya penurunan biaya transportasi yang terjadi jika satu unit barang diangkut dari a_i ke b_j . Jika semua nilai $z_{ij} - c_{ij} \geq 0$ maka pemecahan sudah optimal, jika sebaliknya maka dilakukan penghitungan sampai semua nilai $z_{ij} - c_{ij} \geq 0$ karena perbaikan pemecahan masih memungkinkan. Cara menghitung $z_{ij} - c_{ij}$ menurut Supranto (1991), adalah dengan membuat jalur tertutup yang dimulai dari sel non basis yang akan dihitung ke beberapa sel basis.

Secara garis besar proses pembuatan jalur tertutup adalah sebagai berikut:

1. Tentukan sel non basis yang akan dihitung nilai $z_{ij} - c_{ij}$.
2. Hubungkan sel non basis dengan sel basis yang mempunyai pasangan pada kolom/baris yang sama. Begitu seterusnya sambung-menyambung sampai kembali ke sel non basis lagi.
3. Jumlahkan harga semua sel yang dilalui jalur dengan membuat tanda berganti-ganti dari positif (+) ke negatif (-) dimulai dari sel basis.

Tujuan dari pembuatan jalur ini adalah untuk mempertahankan kendala persediaan dan permintaan dengan dilakukan alokasi ulang ke sel non basis.

Beberapa hal penting yang berkaitan dengan penyusunan jalur tertutup adalah:

1. Arah yang diambil, baik searah maupun berlawanan arah dengan jarum jam adalah tidak penting karena nantinya akan menghasilkan nilai yang sama.
2. Hanya ada satu jalur tertutup untuk setiap sel non basis.
3. Pengurangan dan penambahan harus sama besar antara baris dan kolom pada jalur itu.

Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode *Stepping Stone* adalah sebagai berikut:

1. Tes degenerasi.
2. Membuat jalur tertutup pada semua sel non basis.
3. Menghitung $z_{ij} - c_{ij}$ untuk setiap sel non basis.
4. Jika semua nilai $z_{ij} - c_{ij} \geq 0$ maka solusi basis awal sudah optimal, jika tidak langkah selanjutnya adalah memilih sel non basis dengan nilai $z_{ij} - c_{ij}$ paling negatif. Jumlah yang dialokasikan pada $z_{ij} - c_{ij}$ paling negatif mengikuti aturan jalur tertutup.
5. Langkah 2-4 diulangi sampai semua nilai $z_{ij} - c_{ij}$ lebih besar atau sama dengan nol.

2.7 Bahasa Pemrograman Java

Java adalah bahasa pemrograman serbaguna yang dapat digunakan untuk membuat suatu program seperti Pascal atau C++. Java dikembangkan oleh Sun Microsystems pada Agustus 1991 dengan nama semula Oak (*Object Application Kernel*). Program Java bersifat tidak bergantung pada platform, artinya Java dapat dijalankan pada sebarang komputer dan bahkan pada sebarang sistem operasi. Platform dan sistem operasi yang didukung oleh Java adalah AIX, DG/UX, Digital Open VMS, Digital Unix, HP-UX, Linux, MacOS, Netware, OS/2, OS/390 dan OS/400, Solaris dan keluarga Windows. Java juga merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek dan menggunakan kelas untuk membentuk suatu objek. Sejumlah kelas sudah tersedia dan dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna. (Kadir, 2005).