



Analisis Model Transportasi Tidak Seimbang pada Perusahaan Lima Pilar Distribusi dengan Metode NWC dan Stepping Stone

Pesta Gultom

Sekolah Ilmu Ekonomi Eka Prasetya

Rebeka Oktavia Purba

Sekolah Ilmu Ekonomi Eka Prasetya

Windi Felisah Manalu

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Eka Prasetya

Tiara Sopianta Samosir

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Eka Prasetya

Linca Narsi Patresya Tamba

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Eka Prasetya

Alamat: Jl. Merapi No.8, Pusat Ps., Kec. Medan kota, Kota Medan, Sumatera Utara
20212

Korespodensi penulis: rebeccapurba56@gmail.com

Abstract. *The Lima Pilar Distribution Company is a company engaged in the distribution of electronic goods. Distribution of goods is a very crucial element in running a company. To achieve maximum profit, companies need to manage the delivery of goods in an efficient and appropriate manner. If there are several points of supply and demand locations that have varying shipping costs, then this problem can be overcome by the transportation method. This study applies the North West Corner (NWC) method to find an initial solution and the Stepping Stone method to obtain the best solution in the distribution of goods at the Lima Pilar Distribution Company. The distribution problem in this company is included in the category of unbalanced transportation because the amount of supply is greater than the amount of demand. The results of the analysis show that the initial solution obtained from the NWC method still has shortcomings in terms of cost efficiency, but after being optimized with the Stepping Stone method, a lower and more efficient total distribution cost is obtained. Thus, the application of the right transportation method can increase shipping efficiency and reduce overall logistics costs.*

Keywords: *Unbalanced transportation, north west corner, stepping stone, distribution costs, logistics efficiency.*

Abstrak. Perusahaan lima Pilar Distribusi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pendistribusian barang-barang elektronik. Pendistribusian barang merupakan elemen yang sangat krusial dalam menjalankan suatu perusahaan. Untuk mencapai keuntungan yang maksimal, perusahaan perlu mengelola pengiriman barang dengan cara yang efisien dan tepat. Bila ada beberapa titik penyedia dan lokasi permintaan yang memiliki biaya pengiriman yang bervariasi, maka masalah tersebut dapat diatasi dengan metode transportasi. Studi ini menerapkan metode North West Corner (NWC) untuk menemukan solusi awal dan metode Stepping Stone untuk mendapatkan solusi terbaik dalam distribusi barang di Perusahaan Lima Pilar Distribusi. Masalah distribusi di perusahaan ini termasuk dalam kategori transportasi yang tidak seimbang karena jumlah pasokan lebih banyak dibandingkan jumlah permintaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa solusi awal yang diperoleh dari metode NWC masih memiliki kekurangan dalam hal efisiensi biaya, namun setelah dioptimalkan dengan metode Stepping Stone, diperoleh total biaya distribusi yang lebih rendah dan lebih efisien. Dengan demikian, penerapan metode transportasi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pengiriman serta mengurangi biaya logistik secara keseluruhan.

Kata kunci: Transportasi tidak seimbang, north west corner, stepping stone, biaya distribusi, efisiensi logistik.

LATAR BELAKANG

Perusahaan Lima Pilar Distribusi adalah sebuah entitas yang fokus pada penyebaran barang elektronik. Entitas ini mendistribusikan produknya ke kawasan Sumatera Utara. Di wilayah Sumatera Utara, entitas ini telah menyebarkan produknya ke sejumlah daerah, termasuk Kota Medan, Binjai, dan Langkat.

Metode transportasi adalah teknik pemrograman linier yang digunakan untuk masalah yang berkaitan dengan pengiriman barang dari berbagai sumber ke beberapa lokasi. Ada dua jenis solusi dalam menyelesaikan masalah transportasi, yaitu solusi awal dan solusi optimal. Solusi awal berfungsi untuk menentukan alokasi barang dari sumber ke tujuan yang mungkin. Salah satu contoh solusi awal adalah Metode Sudut Barat Laut (NWC). Sementara itu, Metode Batu Loncatan (Metode Stepping Stone) adalah langkah lanjutan dari metode dasar yang bertujuan untuk menemukan solusi yang optimal dengan biaya total yang paling rendah. Metode Stepping Stone mengubah alokasi produk dengan tujuan mencapai alokasi produksi yang maksimal (Fadjri, 2022).

Masalah Transportasi timbul ketika seseorang mencoba menentukan cara pengiriman (pendistribusian) suatu jenis barang dari beberapa sumber (lokasi penawaran) ke beberapa tujuan (Lokasi permintaan). Untuk itu perusahaan harus mampu mengatur biaya operasional yaitu biaya yang digunakan antara pengeluaran dan pemasukan perusahaan. Semakin besar rentang antara pemasukan dan pengeluaran, maka semakin besar pula keuntungan yang diperoleh dengan harapan pemasukan lebih besar dari pengeluaran. Tujuan utama transportasi adalah menentukan banyaknya barang yang optimal yang akan diangkut dari beberapa sumber (persediaan) ke beberapa tujuan (permintaan) sehingga meminimumkan total biaya pendistribusian (Sari et al., 2019).

Dalam permasalahan transportasi yang sebenarnya, jumlah supply yang tersedia tidak selalu sama dengan jumlah demand atau dengan kata lain jumlah supply yang tersedia mungkin lebih besar atau lebih kecil daripada jumlah demand. Jika hal ini terjadi, maka model permasalahan disebut sebagai model transportasi tidak seimbang (unbalanced transportation model). Setiap permasalahan transportasi dapat dibuat seimbang dengan memasukkan kolom dummy atau baris dummy.

Ada 2 kemungkinan yang terjadi pada permasalahan transportasi tidak seimbang yaitu:

1. Bila supply lebih besar daripada demand $a_i > b_j$, persoalan ini diselesaikan dengan cara menetapkan dummy pada tujuan (kolom) untuk menyerap kelebihan demand

2. Bila supply lebih kecil daripada demand $a_i < b_j$, persoalan ini diselesaikan dengan cara menetapkan dummy pada sumber (baris) untuk men-supply kekurangan demand

Dummy tujuan pada kolom maupun dummy sumber pada baris tabel transportasi pada dasarnya adalah buatan (tidak riil). Dengan demikian, biaya distribusi pada kolom dummy dan baris dummy adalah nol. Hal ini dapat dipahami karena pada kenyataan tidak terjadi pengiriman dari sumber dummy dan tidak terjadi pengiriman ke tujuan dummy (Gultom et al., 2022).

Melalui studi ini, analisis akan dilakukan terhadap cara transportasi yang digunakan di perusahaan "lima pilar industri" dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan pengiriman barang dari berbagai sumber (pemasok) ke beberapa lokasi (pembeli) yang memiliki total pasokan yang berbeda dari total kebutuhan. Diharapkan perusahaan dapat mempertahankan kelancaran alur pasokan tanpa menghadapi kendala akibat perbedaan antara jumlah permintaan dan ketersediaan barang.

KAJIAN TEORITIS

Pemrograman Linear adalah metode matematis yang bersifat linier yang digunakan untuk mencari solusi terbaik dengan cara mengoptimalkan fungsi tujuan, baik dengan memaksimalkan maupun meminimalkan, sesuai dengan serangkaian batasan (Ibnas, 2017).

Pemrograman linier merupakan metode untuk mendapatkan solusi atau rencana yang optimal. Ketika kita memiliki sumber daya yang terbatas dan sejumlah kandidat yang bersaing untuk mengkonsumsi sumber daya yang terbatas dalam proporsi tertentu. Suatu program menjadi optimal, ketika ia memaksimalkan atau meminimalkan beberapa ukuran atau kriteria efektivitas, seperti keuntungan, penjualan atau biaya (ALJARIZI, 2021).

Berikut model matematis program linear :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimum / Minimum } Z = \sum C_j X_j$$

Terhadap fungsi kendala – kendala :

$$\alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1n}X_n \leq \text{atau} \geq b_1$$

$$\alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2n}X_n \leq \text{atau} \geq b_2$$

$$\alpha_{m1}X_1 + \alpha_{m2}X_2 + \dots + \alpha_{mn}X_n \leq \text{atau} \geq b_m$$

Dimana,

X_j = Variabel keputusan ke $-j$

C_j = Parameter fungsi tujuan ke $-j$

b_j = kapasitas kendala ke $-i$

a_{ij} = Parameter fungsi kendala ke $-i$, $i = 1, 2, \dots, m$

untuk variable Keputusan ke $-j$, $j = 1, 2, \dots, n$

METODE PENELITIAN

Metode Sudut Barat Laut (North West Corner Method) adalah sebuah metode untuk menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi mulai dari sel yang terletak pada sudut kiri atas. Itulah sebabnya dinamakan Metode Barat Laut".Langkah-Langkah Pengerjaan Metode Penyelesaian Masalah Transportasi Tidak Seimbang Pada Solusi Awal Metode Sudut Barat Laut (North West Corner).

- a. Membuat tabel transportasi
- b. Pengalokasian pertama dimulai pada sudut kiri atas pojok barat laut tabel dan dialokasikan sebanyak mungkin pada tabel tanpa menyimpang dari kendala penawaran atau permintaan (artinya X_{11} ditetapkan sama dengan yang terkecil dan D_1 diantara nilai S_1
- c. Ini akan menghabiskan penawaran pada sumber 1 dan atau permintaan pada tujuan 1. Akibatnya, tak ada lagi barang yang dapat dialokasikan ke kolom atau baris yang telah dihabiskan dan kemudian baris atau kolom itu tidak ada pengalokasian lagi.
- d. Alokasikan sebanyak mungkin ke kotak di dekatnya pada baris atau kolom yang masih memungkinkan. Jika kolom maupun baris telah dihabiskan, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
- e. Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi

Metode Stepping Stone adalah metode untuk mendapatkan solusi optimal dari masalah transportasi (biaya minimum), metode ini bersifat trial and error, yaitu dengan mencoba-coba memindahkan sel yang ada isinya (stone) ke sel yang kosong (water). Tujuan pemindahan ini adalah harus mengurangi biaya, untuk itu harus dipilih sedemikian rupa sel-sel kosong yang biaya transportasinya kecil dan memungkinkan dilakukan pemindahan. Metode Stepping Stone diawali dengan menggunakan metode langkah awal North West Corner (NWC), atau Least Cost. atau

Vogel Aproximation Method (VAM). Langkah-langkah penyelesaian dengan metode stepping stone

- a. Tentukan langkah awal yang akan digunakan. Dapat menggunakan langkah awal North West Corner (NWC), Least Cost, atau Vogel Aproximation Method (VAM).
- b. Hitung nilai setiap kotak kosong
- c. Nilai untuk setiap kotak kosong bernilai positif (+).
- d. Perhitungan kotak kosong dimulai dari +,-,+,+,- diawali dengan + dan diakhiri dengan -
Harus
- e. Dalam menghitung kotak kosong, pastikan anda dapat kembali ke kotak kosong.
- f. Setelah menghitung nilai dari semua kotak kosong. Pilih kotak kosong yang memiliki nilai minus (-) paling besar.
- g. Pilih dan pindahkan nilai terkecil yang bersebelahan dengan kotak kosong. Lakukan kembali langkah (a) s.d (g) hingga tidak ada nilai minus (-) (Gultom et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

CONTOH KASUS

Diketahui:

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang barang elektronik memiliki tiga pabrik, yaitu pabrik 1, pabrik 2, dan pabrik 3. Ketiga pabrik tersebut akan mengirimkan produk elektronik ke tiga lokasi, yaitu Medan, Binjai, dan Langkat, untuk memenuhi kebutuhan perusahaan. Setiap pabrik dapat menyediakan barang dalam jumlah tertentu, yang secara berurutan adalah pabrik 1 sebanyak 40 pcs, pabrik 2 sebanyak 80 pcs, dan pabrik 3 sebanyak 120 pcs. Sementara itu, permintaan dari Medan adalah 50 pcs, dari Binjai 80 pcs, dan dari Langkat 70 pcs. Biaya pengiriman dari pabrik 1 ke Medan, Binjai, dan Langkat secara berurutan adalah 10, 3, 9, dari pabrik 2 ke Medan, Binjai, dan Langkat adalah 9, 8, 5, serta dari pabrik 3 ke Medan, Binjai, dan Langkat adalah 15, 10, 12, yang diukur dalam ribuan rupiah. Ditanya:

Ditanya :

Maka berapakah biaya minimum dengan memenuhi batas akan dan kebutuhan?

Penyelesaian Masalah Transportasi Tidak Seimbang Pada Pendistribusian Barang Elektronik

1. Penyelesaian Menggunakan Metode Pojok Kiri Atas atau Metode NWC

Langkah Pertama

- **Membuat tabel transportasi**

Pengumpulan informasi mengenai kapasitas stok, permintaan, dan biaya pengiriman dari sumber ke tujuan yang tercantum pada Tabel transportasi. Tabel transportasi dapat ditemukan pada Tabel ini

Sumber	Tujuan						Penawaran (Qs)
	Medan		Binjai		Langkat		
Pabrik 1		10		3		9	40
Pabrik 2		9		8		5	80
Pabrik 3		15		10		12	120
Permintaan (Qd)	50		80		70		240 200

Langkah Kedua

- **Membuat Tabel Transportasi yang telah ditambahi dengan Dummy**

Terlihat bahwa total stok tidak sama dengan total permintaan. Sebabnya, tabel distribusi menjadi tidak seimbang, sehingga perlu ditambahkan kolom dummy agar total stok dan permintaannya dapat disesuaikan atau Seimbang.

Sumber	Tujuan								Penawaran (Qs)
	Medan		Binjai		Langkat		Dummy		
Pabrik 1		10		3		9		0	40
Pabrik 2		9		8		5		0	80
Pabrik 3		15		10		12		0	120
Permintaan (Qd)	50		80		70		40		240

Langkah Ketiga

- **Mulai Mengalokasikan dari pojok Kiri Atas (North west Corner)**

Pengalokasian pertama dimulai pada sudut kiri atas pojok barat laut tabel dan dialokasikan sebanyak mungkin pada tabel tanpa menyimpang dari kendala penawaran atau permintaan (artinya X_{11} ditetapkan sama dengan yang terkecil dan D_1 diantara nilai S_1).

- a. Sebanyak mungkin dialokasikan ke X_{11} : batas bawah antara $[40, 50]$, berarti $X_{11} = 40$ Ini menghabiskan total penawaran dari pabrik 1, sehingga di langkah berikutnya, baris 1 akan dihapus.
- b. Mengingat $X_{11} = 40$, permintaan pada tujuan 1 masih belum terpenuhi sebanyak 10 . Maka, untuk kotak yang berdekatan, X_{21} dialokasikan sebanyak mungkin dengan $X_{21} = \min [50 - 40, 80] = 10$. Ini akan menghapus kolom 1 pada langkah berikutnya.
- c. Selanjutnya, $X_{22} = \min [80-10, 80] = 70$, yang menghapus baris 2.
- d. $X_{23} = \min [80-70, 120] = 10$.
- e. $X_{33} = \min [120-10, 70] = 110$.
- f. Dummy = $\min [120-10-70, 40] = 40$

Sumber	Tujuan								Penawaran (Qs)
	Medan		Binjai		Langkat		Dummy		
Pabrik 1	40	10		3		9		0	40
Pabrik 2	10	9	70	8		5		0	80
Pabrik 3		15	10	10	70	12	40	0	120
Permintaan (Qd)	50		80		70		40		240

Jadi untuk alokasi ini total biaya transportasi adalah

$$\begin{aligned}
 Z &= (40 \times 10) + (10 \times 9) + (70 \times 8) + (10 \times 10) + (70 \times 12) + (40 \times 0) \\
 &= (400) + (90) + (560) + (100) + (840) \\
 &= \mathbf{1.990}
 \end{aligned}$$

Perlu di ingat bahwa ini Merupakan hanya Solusi awal yang belum mencapai tingkat optimal

2. Penyelasain Menggunakan Metode Batu Loncatan (Stepping Stone)

Langkah Pertama

Dengan memanfaatkan solusi awal yang telah dikembangkan sebelumnya (sudut barat laut), dilakukan evaluasi menggunakan solusi terbaik dengan metode batu loncatan untuk memastikan bahwa biaya transportasi yang ditetapkan adalah yang terendah. Sebelum melaksanakan pengujian terhadap solusi optimal, penting untuk memastikan bahwa tidak ada degenerasi dan redundansi. Ini berarti sel yang terisi harus memenuhi kriteria $b+k-1$ (dengan b mewakili baris,

dan k mewakili kolom). Dalam studi kasus ini, tidak terjadi degenerasi atau redundansi karena jumlah sel yang terisi adalah 6 dan memenuhi syarat $(4+3-1=6)$, sehingga pengujian solusi optimal dapat dilanjutkan.

Langkah Kedua

menetapkan lintasan tertutup dari sel yang tidak terisi, selanjutnya mengidentifikasi perubahan biaya dari sel-sel tertutup itu.

Sumber	Tujuan						Penawaran (Qs)	
	Medan	Binjai	Langkat	Dummy				
Pabrik 1	40	10	3	9	0	40		
Pabrik 2	10	9	70	8	5	0	80	
Pabrik 3	15	10	10	70	12	40	0	120
Permintaan (Qd)	50	80	70	40		240		

1. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{12}$$

$$X_{12} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{12}$$

Jalur kosong untuk perubahan biaya C_{12}

$$C_{12} = 3 - 8 + 9 - 10 = -6$$

2. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{13}$$

$$X_{13} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{13}$$

Jalur kosong untuk perubahan biaya C_{13}

$$C_{13} = 9 - 12 + 10 - 8 + 9 - 10 = -2$$

3. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{1\text{Dummy}}$$

$$X_{1\text{Dummy}} - X_{3\text{Dummy}} - X_{32} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{1\text{Dummy}}$$

Jalur kosong untuk perubahan biaya $C_{1\text{Dummy}}$

$$C_{1\text{Dummy}} = 0 - 0 + 10 - 8 + 9 - 10 = 1$$

4. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{23}$$

$$X_{23} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{23}$$

Jalur kosong untuk perubahan biaya C_{23}

$$C_{23} = 5 - 12 + 10 - 8 = -5$$

5. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{2\text{Dummy}}$$

$$X_{2\text{Dummy}} - X_{3\text{Dummy}} - X_{32} - X_{22} - X_{2\text{Dummy}}$$

$$C_{2\text{Dummy}} = 0 - 0 + 10 - 8 = 2$$

6. Pergerakan batu loncatan jalur tertutup dari sel yang kosong

$$X_{31}$$

$$X_{31} - X_{21} - X_{22} - X_{32} - X_{31}$$

$$C_{31} = 15 - 9 + 8 - 10 = 4$$

Langkah Ketiga

Menentukan Perubahan alokasi berdasarkan jalur tertutup dari perubahan biaya yang bernilai negatif

Catatan:

- Jika ada dua atau lebih nilai negatif, pilih yang memiliki nilai negatif paling besar. Jika semua perubahan biaya sudah bernilai positif, maka solusi yang terbaik telah ditemukan.
- Jika ada nilai yang sama, pilih satu secara acak.
- Jika semua perubahan biaya sudah positif, maka solusi tertinggi sudah ditemukan.

Dari perubahan biaya tersebut, jalur X_{12} , X_{13} , X_{23} memiliki nilai negatif.

Jalur Tertutupnya:

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

$$1. \quad X_{12} : X_{12} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{12}$$

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad + \quad - \quad +$$

$$2. \quad X_{13} : X_{13} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{13}$$

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

$$3. \quad X_{23} : X_{23} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{23}$$

Langkah Keempat

Menentukan Perubahan Alokasi biaya yang bernilai negative yang lebih besar

Karena X_{12} biaya yang bernilai negative paling besar, maka itu yang pertama kali dikerjakan

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

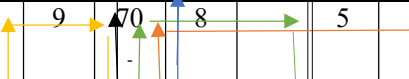
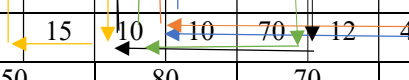
$$X_{12}: X_{12} - X_{22} - X_{21} - X_{11} - X_{12}$$

$$1. \quad X_{12} = \min (X_{22}, X_{11}) = \min (70, 40) = 40$$

$$X_{12} = X_{11} = 40$$

$$2. \quad X_{11} = X_{11} - X_{12} = 40 - 0 = 40$$

$$3. \quad X_{21} = X_{21} + X_{12} = 70 + 0 = 70$$

Sumber	Tujuan					Penawara n (Qs)			
	Medan		Binjai	Langkat	Dummy				
Pabrik 1	40	10		9	0	40			
Pabrik 2	70	9		8	5	0	80		
Pabrik 3		15		10	70	12	40	0	120
Permintaan n (Qd)	50		80	70	40	240			

Langkah Kelima

Tentukan kembali jalur tertutup dari sel kosong dan tentukan perubahan biaya

Sel Kosong, dan perubahn biaya

$$1. \quad X_{1\text{Dummy}} = X_{1\text{Dummy}} - X_{3\text{Dummy}} - X_{32} - X_{12} - X_{22} - X_{1\text{Dummy}}$$

$$C_{\text{dummy}} = 0 + 0 - 10 + 8 - 3 + 0 = -5$$

$$2. \quad X_{13} = X_{13} - X_{32} - X_{12} - X_{13}$$

$$C_{13} = 9 + 12 - 10 + 8 - 3 + 9 = 25$$

$$3. \quad X_{2\text{dummy}} = X_{2\text{dummy}} - X_{3\text{dummy}} - X_{32} - X_{22} - X_{2\text{dummy}}$$

$$C_{2\text{dummy}} = 0 + 0 - 10 + 8 - 0 = -2$$

$$4. \quad X_{23} = X_{23} - X_{32} - X_{22} - X_{23}$$

$$C_{23} = 5 + 12 - 10 + 8 - 5 = 10$$

$$5. \quad X_{31} = X_{31} - X_{21} - X_{22} - X_{32} - X_{31}$$

$$C_{31} = 15 + 9 - 8 + 10 - 15 = 11$$

Langkah Keenam

Menentukan perubahan alokasi baru dan masukkan dalam tabel, Jalur X_{1dummy} mempunyai perubahan biaya yang negatif lebih besar

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

$$X_{1Dummy} = X_{1Dummy} - X_{3Dummy} - X_{32} - X_{12} - X_{1Dummy}$$

$$1. \quad X_{1dummy} = \min (X_{3dummy}, X_{12}) = \min (40, 40) = 40$$

$$X_{1dummy} = X_{3dummy} = 40$$

$$2. \quad X_{1dummy} = \min (X_{3dummy} - X_{1dummy}) = 40 - 0 = 40$$

$$3. \quad X_{32} = \min (X_{32}, X_{1dummy}) = 10 + 0 = 10$$

Sumber	Tujuan								Penawaran (Qs)
	Medan		Binjai		Langkat		Dummy		
Pabrik 1	40	10			9	40	0	40	
Pabrik 2	70	9			8	5	0	80	
Pabrik 3		15			10	12	40	0	
Permintaan (Qd)	50		80		70		40		240

Langkah Ketujuh

Tentukan Kembali jalur tertutup dari sel yang kosong dan tentukan perubahan biaya

Sel kosong, dan perubahan biaya

$$1. \quad X_{13} = X_{13} - X_{32} - X_{12} - X_{13}$$

$$C_{13} = 9 + 12 - 10 + 8 - 3 + 9 = 25$$

$$2. \quad X_{23} = X_{23} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{23}$$

$$C_{23} = 5 + 12 - 10 + 8 - 5 = 10$$

$$3. \quad X_{2dummy} = X_{2dummy} - X_{3dummy} - X_{32} - X_{22} - X_{2dummy}$$

$$C_{2dummy} = 0 + 0 - 10 + 8 - 0 = -2$$

$$4. \quad X_{31} = X_{31} - X_{21} - X_{22} - X_{32} - X_{31}$$

$$C_{31} = 15 + 9 - 8 + 10 - 15 = 11$$

Langkah Kedelapan

Menentukan perubahan alokasi baru dan masukkan dalam tabel. Jalur X_{1dummy} mempunyai perubahan biaya yang negatif lebih besar

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

$$X_{2Dummy} = X_{2dummy} - X_{3dummy} - X_{32} - X_{22} - X_{2dummy}$$

$$1. \quad X_{2dummy} = \min (X_{3dummy}, X_{22}) = \min (40, 0) = 40$$

$$X_{2dummy} = X_{3dummy} = 40$$

$$2. \quad X_{3dummy} = (X_{3dummy} - X_{2dummy}) = 40 - 0 = 40$$

$$3. \quad X_{32} = (X_{32}, X_{2dummy}) = 10 + 0 = 10$$

Sumber	Tujuan								Penawaran (Qs)
	Medan		Binjai		Langkat		Dummy		
Pabrik 1	40	10	40	3	9	40	0	40	
Pabrik 2	70	9	70	8	40	5	40	0	80
Pabrik 3		15	10	10	70	12	40	0	120
Permintaan (Qd)	50		80		70		40		240

Langkah Kesembilan

Tentukan Kembali jalur tertutup dari sel kosong dan tentukan perubahan biaya

Sel kosong dan perubahn biaya

$$1. \quad X_{13} = X_{13} - X_{32} - X_{12} - X_{13}$$

$$C_{13} = 9 + 12 - 10 + 8 - 3 + 9 = 25$$

$$2. \quad X_{23} = X_{23} - X_{33} - X_{32} - X_{22} - X_{23}$$

$$C_{23} = 5 + 12 - 10 + 8 - 5 = 10$$

$$3. \quad X_{31} = X_{31} - X_{21} - X_{22} - X_{32} - X_{31}$$

$$C_{31} = 15 + 9 - 8 + 10 - 15 = 11$$

Karena semua biaya telah berubah menjadi positif, maka tahap pelaksanaan telah selesai. Distribusi barang elektronik dari pabrik menuju area pemasaran menurut metode barat laut (NWC) yang diuji menggunakan metode batu loncatan (stepping stone) adalah:

Dari	Ke	Jumlah	Ongkos	Biaya
Pabrik 1	Medan	40	10.000	400.000
Pabrik 1	Binjai	40	3.000	120.000
Pabrik 1	Dummy	40	0	0
Pabrik 2	Medan	70	9.000	630.000
Pabrik 2	Binjai	70	8.000	560.000
Pabrik 2	Langkat	40	8.000	320.000
Pabrik 2	Dummy	40	0	0
Pabrik 3	Binjai	10	10.000	100.000
Pabrik 3	Langkat	70	12.000	8.40.000
Pabrik 3	Dummy	40	0	0
Total Biaya				2.970.000

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada Perusahaan Lima Pilar Distribusi disimpulkan bahwa Metode North West Corner (NWC) dan Metode Stepping Stone adalah dua strategi krusial dalam menangani isu transportasi pada perusahaan, dalam usaha mencapai efisiensi distribusi barang di saat terjadi ketidakseimbangan antara supply dan demand. Penelitian ini menunjukkan bahwa Metode North West Corner (NWC) sangat efektif untuk mengidentifikasi solusi awal untuk suatu model transportasi. Alokasinya dilakukan dengan pendekatan terstruktur, dimulai dari sudut kiri atas tabel distribusi, dengan fokus pada pengurangan supply dan demand secara berangsur tanpa memperhitungkan biaya. Meskipun hasil dari metode ini bersifat layak, namun belum pasti optimal karena tidak langsung mempertimbangkan biaya dalam proses alokasinya. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan hasil optimal, penelitian ini memanfaatkan Metode Stepping Stone sebagai langkah untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan solusi awal yang diperoleh dari NWC. Stepping Stone beroperasi dengan menghitung opportunity cost dari setiap sel kosong di tabel distribusi, lalu menelusuri jalur tertutup untuk mencari kemungkinan

pengurangan biaya total. Proses ini dilakukan secara berulang hingga diperoleh solusi terbaik, yaitu ketika tidak ada lagi jalur yang dapat menurunkan total biaya distribusi.

Melalui penerapan kedua metode tersebut, penelitian ini menyimpulkan bahwa perpaduan antara NWC sebagai metode solusi awal dan Stepping Stone sebagai metode evaluasi dan optimasi dapat menghasilkan solusi distribusi yang efisien dan ekonomis. Ini sangat penting diterapkan pada persoalan distribusi nyata di perusahaan Lima Pilar Distribusi, terutama saat terdapat ketidakserasian antara total supply dan total demand.

DAFTAR REFERENSI

- ALJARIZI. (2021). OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE MODIFIKASI LEAST COST. In *Pharmacognosy Magazine* (Vol. 75, Issue 17).
- Fadjri, A. (2022). Metode Lowest Supply Lowest Cost (LSLC) Pada Masalah Transportasi Tidak Seimbang (Studi Kasus Pada Ditribusi Air Minum PT. Anugerah Berkah Bersaudara). *Journal of Mathematics UNP*, 7(2), 28.
<https://doi.org/10.24036/unpjomath.v7i2.12618>
- Gultom, P., Manik, D. E. M., Lazawardi, D., Nainggolan, S. G. V., & Simarmata, A. M. (2022). *Pengantar Riset Operasi Teori dan Praktik*.
- Ibnas, R. (2017). Implementasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Roti Pada PT. Granedia Makassar. *Jurnal Teknosains*, 11, 135–148.
- Sari, D. P., Bu'ulolo, F., & Ariswoyo, S. (2019). Potensial Pada Sistem Distribusi Pt . Xyz. *Jurnal Saintia Matematika*, 1(5), 407–418.