



*Corresponding author: Rusli,
Department of Mathematics,
Universitas Negeri Makassar,
Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

E-mail: rusli.siman@unm.ac.id

RESEARCH ARTICLE

Improved Exponential Approach Method in Determining Optimum Solutions for Transportation Problems

Rusli*, Sukarna, & Wahyudin

Department of Mathematics, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

Abstract: This study describes the transportation methods that regulate and distribute resources that provide products where they are needed to achieve efficient transportation costs. Solve a transportation problem in this thesis using the Improved Exponential Approach method, then using the NWC (Northwest) method to test its optimization. The purpose of this research is to get more optimal results as initial consideration to increase the distribution cost savings in the Bread Company. Costs incurred by the company before the study amounted to Rp.3,218,000. The results of this study found that the application of the transportation method using the Improved Exponential Approach method is effectively used compared to the NWC method which has a comparison of transportation costs of Rp. 2,612,500 and Rp. 2,785,000, Optimization test results obtained from the Improved Exponential Approach method amounted to Rp2,612,500. And the Improved Exponential Approach method used by researchers can be applied to the Gardenia company.

Keywords: operation research, linear program, transportation method, NWC method, Improved Exponential Approach method.

1. Introduction

Program Linear merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimalisasi suatu model linier dengan keterbatasan-keterbatasan yang tersedia (Dwijanto, 2008). Program Linear merupakan metode riset operasi yang paling banyak digunakan dalam membuat keputusan terutama pada hal-hal yang berkaitan dengan ekonomi dan bisnis (Dimiyati, 1987). Salah satu metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah program linear adalah Metode Transportasi (Siswanto, 2007).

Ada berbagai macam metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi misalnya dalam mendapatkan penyelesaian awal seperti Metode NWC (North West Corner), Metode LC (Least Cost), Metode VAM (Vogel Approximation Method), dan Metode RAM (Russel Approximation Method) (Yunistira, 2014). Setelah penyelesaian awal didapat. Maka langkah selanjutnya adalah uji optimalisasi dengan penyelesaian akhir seperti Metode Stepping Stone dan MODI (Modified Distribution) untuk mendapatkan solusi optimum (Wijayanti, 2011).

Seiring berjalannya waktu, metode-metode baru yang dapat memecahkan permasalahan transportasi untuk mendapatkan solusi yang optimum pun bermunculan. Vannan dan Rekha (2013), dalam jurnal berjudul "A New Method for Obtaining an Optimal Solution for Transportation Problem", mengemukakan Metode Improved Exponential Approach,



sebuah metode baru yang dapat memecahkan permasalahan transportasi. Metode Improved Exponential Approach sendiri memberikan langkah-langkah yang sederhana dan cepat dalam menyelesaikan masalah transportasi untuk mendapatkan solusi yang optimum. Metode Improved Exponential Approach tidak memerlukan solusi fisibel awal (langsung mendapatkan solusi optimum) atau disebut sebagai metode langsung. Pengalokasian pada metode Improved Exponential Approach bergantung pada angka nol yang muncul pada tabel transportasi.

Objek penelitian dalam penulisan ini adalah perusahaan roti Gardenia yang terletak di Jl. Poros panciro no.18. Perusahaan ini mempunyai beberapa pabrik dan gudang yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia yang kegiatan usahanya memproduksi makanan ringan dalam jumlah yang besar. Dengan pendistribusian produk makanan ringan yang banyak tersebut maka sangatlah cocok untuk mengukur biaya distribusi dengan menggunakan Metode Transportasi, dan produk yang menjadi objek penelitian adalah roti Gardenia kemasan 250 ml. Dan biaya transportasi yang dikeluarkan oleh Perusahaan roti Gardenia sebelum penelitian dengan menggunakan perhitungan tersendiri sebesar Rp.3.218.000.

2. Literature Review

2.1. Metode Transportasi

Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber sumber yang menyediakan produk yang sama atau sejenis ke tempat tujuan secara optimal (Syarifuddin, 2011).

Tabel 1. Metode Transportasi (Hiller, 1990)

Dari \ Ke		Tujuan						Supply
		1	2	...	j	...	n	
S u m b e r	1	C_{11} X_{11}	C_{12}		C_{1j}		C_{1n} X_{1n}	S_1
	2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}		C_{2j} X_{2j}		C_{2n} X_{2n}	S_2

	i	C_{i1}	C_{i2}		C_{ij}		C_{in}	S_i

	m	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}		C_{mj} X_{mj}		C_{mn} X_{mn}	S_m
Demand		D_1	D_2		D_j		D_n	$\sum S_i = \sum D_j$

Keterangan :

Pengiriman barang dari pabrik $i (i = 1, 2, 3, \dots, m)$

Pengiriman barang ke tempat tujuan $j (j = 1, 2, 3, \dots, n)$

X_{ij} : Jumlah barang yang dikirim dari S_i ke D_j

C_{ij} : Biaya pengiriman per unit dari S_i ke D_j

m : Jumlah pengiriman dari pabrik

n : Jumlah pengiriman ke gudang



- S** : Kapasitas pabrik
D : Kapasitas gudang

2.2. Metode Improved Exponential Approach

Metode Improved Exponential Approach adalah metode yang dikembangkan oleh (Vannan & Rekha, 2013). Metode yang diusulkan ini mudah dipahami dan memiliki perhitungan dengan sedikit iterasi. Dalam perhitungan metode ini langsung didapatkan solusi optimum tanpa harus mencari solusi fisibel awalnya terlebih dahulu. Langkah-langkah menentukan solusi optimum dengan metode Improved Exponential Approach : (Vannan & Rekha, 2013)

- 1) Membentuk model transportasi (Tabel) dari masalah transportasi yang diberikan.
- 2) Mengurangi setiap entri baris dari tabel transportasi dari minimum baris masing-masing dan kemudian mengurangi setiap entri kolom tabel transportasi dari minimum kolom masing-masing, sehingga setiap baris dan kolom akan memiliki setidaknya satu nol.
- 3) Memilih nol yang terdapat pada sel ij dalam tabel. Menghitung jumlah total angka nol yang ada (tidak termasuk nol yang dipilih) dalam baris i dan kolom j . Kemudian menetapkan penalti eksponen (jumlah nol pada baris i dan kolom j tidak termasuk nol yang dipilih). Mengulangi prosedur untuk semua nol dalam tabel.
- 4) Memilih nol untuk minimum penalti eksponen yang didapat dari langkah 3 dan mengalokasikan nilai sel dengan jumlah maksimum yang mungkin. Jika terjadi nilai penalti eksponen sama untuk setiap sel maka pertama memeriksa nilai permintaan dan persediaan, menghitung nilai rata-ratanya dan menetapkan alokasi untuk nilai rata-rata yang terendah. Jika tetap sama, maka memeriksa nilai yang sesuai dalam baris dan kolom, memilih yang minimum.
- 5) Menandai baris atau kolom (di mana persediaan atau permintaan menjadi (nol) untuk tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya.
- 6) Memeriksa apakah tabel yang dihasilkan memiliki setidaknya satu nol dalam setiap kolom dan di setiap baris. Jika tidak kembali ke step 2.
- 7) Mengulangi langkah 3 hingga langkah 6 sampai semua permintaan terpenuhi dan semua persediaan habis.
- 8) Menghitung biaya optimumnya.

3. Results and Discussion

Penelitian diperoleh dari gambaran umum tentang gudang dan gambaran umum tentang cabang yang dimiliki oleh masing-masing gudang tersebut, beserta suplay yang di peroleh setiap gudang dan jumlah permintaan pada setiap cabang. PT. GARDENIA mempunyai 3 gudang di daerah Sulawesi selatan yaitu 1 gudang di daerah Panciro, 1 di daerah Takalar, dan 1 lagi di daerah Bulukumba. Pada setiap gudang jumlah kapasitas yang dimiliki berbeda-beda karena disesuaikan dengan kebutuhan setiap cabang, begitupun setiap cabang juga bermacam-macam jumlah permintaan karena disesuaikan dengan kebutuhan seorang konsumen.

Adapun jumlah kapasitas setiap gudang dan jumlah permintaan setiap cabang adalah :

Tabel 2. Kapasitas Gudang PT. Gardenia

Gudang	Suplai Gudang
Gardenia Panciro	3000 bungkus/minggu
Gardenia Takalar	2200 bungkus/minggu
Gardenia Bulukumba	2250 bungkus/minggu
Total	7750 bungkus/minggu

Berdasarkan kapasitas gudang pada Tabel 2 meliputi permintaan kebutuhan cabang :

Tabel 3. Kapasitas Cabang PT. Gardenia

Cabang	Permintaan Cabang
Gardenia Gowa	1000 bungkus/minggu
Gardenia Limbung	1250 bungkus/minggu
Gardenia Maros	1500 bungkus/minggu
Gardenia Pangkep	2000 bungkus/minggu
Gardenia Barru	2000 bungkus/minggu
Total	7750 bungkus/minggu

Dalam mendistribusikan Roti kesetiap daerah PT. GARDENIA menggunakan jenis transportasi Darat yaitu dengan menggunakan mobil Kanvas. Adapun biaya transportasi /bungkus Roti adalah :

Tabel 4. Biaya Transportasi Roti/Bungkus

Jalur Distribusi	Biaya/bungkus (Rp)
Panciro – Gowa	50
Panciro - Limbung	100
Panciro – Maros	150
Panciro – Pangkep	200
Panciro – Barru	250
Takalar – Gowa	100
Takalar - Limbung	50
Takalar – Maros	200
Takalar – Pangkep	250
Takalar – Barru	300
Bulukumba – Gowa	500
Bulukumba - Limbung	450
Bulukumba – Maros	600
Bulukumba – Pangkep	700
Bulukumba – Barru	800

Adapun isi setiap mobil Kanvas yang berjumlah 500 bungkus Roti. Jadi, biaya transportasi/Kanvas dalam mendistribusikan Roti dari gudang ke cabang adalah :

Tabel 5. Biaya Transportasi Roti / 500 Bungkus

Jalur Distribusi	Biaya/bungkus (Rp)
Panciro – Gowa	25000
Panciro - Limbung	50000
Panciro – Maros	75000
Panciro – Pangkep	100000
Panciro – Barru	125000

Jalur Distribusi	Biaya/bungkus (Rp)
Takalar – Gowa	50000
Takalar - Limbung	25000
Takalar – Maros	100000
Takalar – Pangkep	125000
Takalar – Barru	150000
Bulukumba – Gowa	250000
Bulukumba - Limbung	225000
Bulukumba – Maros	300000
Bulukumba – Pangkep	350000
Bulukumba – Barru	400000

3.1. Total Biaya Minimum Distribusi Barang Pengiriman Roti PT. Gardenia dengan Metode Improved Exponential Approach

Perhitungan total biaya minimum dengan menggunakan metode Improved Exponential Approach. Berikut ini akan dijelaskan proses dalam menentukan total biaya minimum distribusi pengiriman roti dengan menggunakan metode Improved Exponential Approach. Setiap mobil Kanvas yang berjumlah 500 bungkus Roti. Jadi, biaya transportasi/Kanvas dalam mendistribusikan Roti dari gudang ke cabang adalah :

TABEL 6. Tabel Awal Metode Transportasi

Lokasi Tujuan (Destination)

	Gowa	Barru	Maros	Pangkep	Barru	Supply
Panciro	50	100	150	200	250	3000
Takalar	100	50	200	250	300	2200
Bulukumba	500	450	600	700	800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

Dari Tabel 5 di atas, perlu di perhatikan apakah jumlah Demand (D_i) sama dengan jumlah Suplay (S_i). Untuk menentukan nilai tersebut dapat menggunakan persamaan berikut

(Pangestu, 2000) :

$$\sum_{i=1}^3 S_i = 7750 \quad \Leftrightarrow \quad \sum_{i=1}^5 D_i = 7750$$

Karena jumlah suplay dan demand sama (7750) , maka kita tidak perlu menambahkan variable dummy.



Adapun hasil pengalokasian model transportasi dengan metode *Improved Exponential Approach* berdasarkan tabel awal pada tabel 6 yaitu:

Tabel 7. Hasil Pengalokasian dengan Metode *Improved Exponential Approach*

Lokasi Tujuan (*Destination*)

	Gowa	Barru	Maros	Pangkep	Barru	Supply
Lokasi Sumber (<i>sources</i>)	Panciro	50 1000	100 1500	150 500	200 250	3000
	Takalar	100 1250	50 200	250 950	300 2200	
	Bulukumba	500 1050	450 1500	600 700	800 2550	
	Demand	1000	1250	1500	2000	2000

Untuk menghitung biaya optimal, dapat menggunakan persamaan fungsi tujuan berikut (Mulyono, 2004):

$$Z = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n (x_{ij} \times b_{ij}) \right)$$

Adapun penghitungan biaya pendistribusian sebagai berikut:

- 1) Biaya pengiriman dari Panciro ke Gowa = $1000 \times 50 = 50.000$
- 2) Biaya pengiriman dari Panciro ke Maros = $1500 \times 150 = 225.000$
- 3) Biaya pengiriman dari Panciro ke Pangkep = $200 \times 500 = 100.000$
- 4) Biaya pengiriman dari Takalar ke Limbung = $1250 \times 50 = 62.500$
- 5) Biaya pengiriman dari Takalar ke Barru = $950 \times 300 = 285.000$
- 6) Biaya pengiriman dari Bulukumba ke Pangkep = $1500 \times 700 = 1.050.000$
- 7) Biaya pengiriman dari Bulukumba ke Barru = $1050 \times 800 = 840.000$

Jadi, total biaya transportasi untuk mendistribusikan roti dari suatu gudang ke suatu cabang yang diperoleh dengan metode *Improved Exponential Approach* adalah :

$$Z=50.000+225.000+100.000+62.500+285.000+1.050.000+840.000=Rp.2.612.500$$

3.2. Total Biaya Minimum Distribusi Barang Pengiriman Roti PT. Gardenia dengan Metode NWC

Dengan menggunakan *nilai* awal tabel 6 dilakukan pengujian solusi optimal dengan membanding hasil yang telah diperoleh dengan penelitian yang telah dilakukan peneliti

sebelumnya dengan metode NWC untuk memastikan apakah biaya transportasi tersebut lebih minimum.

Tabel 8. Hasil Pengalokasian dengan Metode NWC (Afriani, 2016)

		Lokasi Tujuan (<i>Destination</i>)					
		Gowa	Barru	Maros	Pangkep	Barru	Supply
Lokasi Sumber (<i>sources</i>)	Panciro	1000	1250	750	750	2000	3000
	Takalar	100	50	750	1450	300	2200
	Bulukumba	500	450	600	550	2000	2550
	Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

menghitung biaya *optimal*, dapat menggunakan persamaan fungsi tujuan berikut :

$$Z = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n (x_{ij} \times b_{ij}) \right)$$

Adapun penghitungan *biaya* pendistribusian sebagai berikut:

- 1) Biaya pengiriman dari Panciro ke Gowa = $1000 \times 50 = 50.000$
- 2) Biaya pengiriman dari Panciro ke Maros = $1250 \times 100 = 125.000$
- 3) Biaya pengiriman dari Panciro ke Pangkep = $750 \times 150 = 112.500$
- 4) Biaya pengiriman dari Takalar ke Limbung = $750 \times 200 = 150.000$
- 5) Biaya pengiriman dari Takalar ke Barru = $1.450 \times 250 = 362.500$
- 6) Biaya pengiriman dari Bulukumba ke Pangkep = $550 \times 700 = 385.000$
- 7) Biaya pengiriman dari Bulukumba ke Barru = $2000 \times 800 = 1.600.000$

Jadi, total biaya transportasi untuk mendistribusikan roti dari suatu gudang ke suatu cabang yang diperoleh dengan metode Improved Exponential Approach adalah :

$$Z = 50.000 + 125.000 + 112.500 + 150.000 + 362.500 + 385.000 + 1.600.000 = \text{Rp.} 2.785.000$$

Dari hasil penelitian ini perbandingan biaya transportasi yang akan dikeluarkan perusahaan ketika menggunakan Metode Improved Exponential Approach dan metode NWC dapat dilihat pada tabel 9.

Dari tabel 9 dapat disimpulkan bahwa PT. Gardenia akan mengeluarkan biaya transportasi sebesar Rp. 2.612.500/minggu jika menggunakan metode Improved Exponential Approach dan jika menggunakan metode NWC biaya yang akan dikeluarkan sebesar Rp. 2.785.000/minggu. Dilihat dari kedua metode tersebut, ternyata metode Improved Exponential Approach lebih optimal atau lebih menguntungkan dibandingkan dengan

metode NWC karena metode Improved Exponential Approach dapat meminimalisir biaya transportasi sebesar Rp. 172.500/minggu. Jadi metode Improved Exponential Approach terbukti sudah optimal

Tabel 9. Perbandingan Metode *Improved Exponential Approach* dan Metode *NWC*

Metode	Biaya Minimum
Metode <i>Improved Exponential Approach</i>	Rp. 2.612.500,-
Metode NWC	Rp. 2.785.000,-

4. Conclusion

Berdasarkan Hasil dan Pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari solusi optimal pada kasus perusahaan roti PT. Gardenia dengan menggunakan metode Improved Exponential Approach adalah sebesar Rp. 2.612.500 dan biaya yang dikeluarkan perusahaan selama ini sebesar Rp. 3.218.000. Maka dari itu telah membuktikan bahwa perhitungan dengan metode Improved Exponential Approach dapat meminimumkan biaya transportasi dan dapat memberikan keuntungan yang lebih besar pada perusahaan roti PT. Gardenia

References

- Afriani, T. (2016). *Penerapan Model Transportasi Distribusi pada Perusahaan Roti dengan menggunakan Metode Pendekatan Vogel (VAM), Metode Pendekatan Russel (RAM), dan Metode Sudut Barat Laut (NWC)*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Makassar, Makassar.
- Dimiyati. (1987). *Operation Research: Model-Model Pengambilan Keputusan*. Bandung : CV. Sinar Biru
- Dwijanto. (2008). *Program Linear Berbantu Komputer : Londo, Lingo, Solver..* Semarang : UNNES PRESS.
- Hiller, F.S. (1990). *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta : Erlangga.
- Mulyono, S. (2004). *Riset Operasi*. Penerbit : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Pangestu, S. 2000. *Dasar-Dasar Operation Resarch*. Yogyakarta: BPF
- Siswanto. (2007). *Operation Research Jilid I*. Jakarta : Erlangga.
- Syarifuddin, A. (2011). *Optimalisasi Masalah Transportasi dan Aplikasinya dan Program Solver di Bagian Distribusi Nyonya Meneer Semarang..* (Skripsi): Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Wijayanti, D. (2011). *Aplikasi Metode Transportasi dengan Program Solver dalam Meminimumkan Biaya Pengiriman Produk* (Skripsi): Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Vannan, S.E., & Rekha, S. (2013). A New Method for Obtaining an Optimal Solution for Transportasion Problem. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 02(5), 369 - 371.
- Yunistira, A. (2014). *Solusi Optimum Model Transportasi pada CV. Manurindo di Makassar*. (Skripsi). Universita Islam Negeri Alauddin, Makassar