



Metode *North West Corner* dengan Uji *Modified Distribution* Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Gas Elpiji

Anna Chintia Dewi¹, Novianita Achmad², Muhammad Rezky Friesta Payu³

^{1,2}Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Indonesia

³Program Studi Statistika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Indonesia

Info Artikel

*Penulis Korespondensi.

Email: annachiintiadewi@gmail.com

Submit: 12 Januari 2023

Disetujui: 1 Februari 2023

Online: 2 Februari 2023



Under the licence
CC BY-NC-SA 4.0

Diterbitkan oleh:

scimadly
PUBLISHING

Copyright ©2023 by Author(s)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biaya minimum pendistribusian tabung LPG 3kg dengan metode *North West Corner* dengan uji optimal *Modified Distribution*. Penelitian ini dilakukan di dua Agen yaitu PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi. Adapun kegunaan dari penelitian ini untuk meningkatkan dan memperbaiki sistem distribusi perusahaan. Metode analisis yang digunakan adalah menggunakan model transportasi. Dari Hasil penelitian dan perhitungan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan biaya optimal antara perhitungan metode *North West Corner* dengan Uji Optimal *Modified Distribution*. Biaya minimum dengan metode *North west Corner* dengan uji optimal *Modified Distribution* pada distribusi tabung LPG 3kg menghasilkan biaya sebesar Rp. 1.447.530.100.

Kata Kunci: Metode *North West Corner*; Metode *Modified Distribution*

Abstract

The objective of this study was to determine the minimum cost of distributing 3kg-LPG cylinders using the North West Corner Method and the Modified Distribution optimal test. This research was conducted at two agents, namely PT. Toyungo and PT. Hasanah Inti Bumi Abadi. The research's significance was to increase and improve the company's distribution system. In the meantime, the data analysis method employed the the transportation model. The results of the research and calculations indicated the there was no optimal cost difference between the calculation of the North West Corner method and the Modified Distribution Optimal Test. The minimum cost with the North West Corner method and the Modified Distribution optimal test on the distribution of 3kg LPG cylinders in a cist of IDR. 1.447.530.100.

Keywords: *North West Corner Method; Modified Distribution Method*

1. Pendahuluan

Distribusi barang adalah salah satu permasalahan suatu agen. Permasalahan sering terjadi dalam distribusi suatu produk adalah optimalisasi jarak tempuh, waktu perjalanan, jumlah kendaraan yang kemudikan dan sumber daya yang berhubungan dengan proses distribusi [1]. Biaya distribusi tinggi karena distribusi produk memerlukan sarana transportasi untuk mengantarkan barang ke beberapa tujuan. Oleh karena itu dibutuhkan rencana dengan yang sudah dipikirkan dengan baik, agar biaya distribusi transportasi yang dikeluarkan seoptimal mungkin dan tidak menjadi masalah besar.

Di tahun 2007 pemerintah mengeluarkan kebijakan yaitu mengalihkan subsidi dari minyak tanah ke LPG. Barang LPG dapat disalurkan meliputi 2 jenis barang yaitu Bright (ukuran 5,5 kg dan 12 kg) dan LPG bersubsidi (ukuran 3 kg). Permasalahan sering terjadi ialah dalam membuat pendistribusian tabung gas elpiji ke seluruh kecamatan tentu saja, biaya pengirimannya banyak.

Masalah ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode pengiriman, yang dapat mengatur distribusi suatu barang atau produk dari produsen ke seluruh konsumen diberbagai daerah ialah metode transportasi. Adapun metode transportasi yaitu solusi awal (*North West Corner Method*, *Vogels Approximation Method* dan *Least Cost Method*), solusi akhir (*Stepping Stone Method* dan *Modified Distribution Method*) [2]. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah optimasi distribusi dengan menghitung biaya yang dikeluarkan dalam perjalanan dan menentukan opsi terbaik di antara opsi yang tersedia adalah Metode *North West Corner*. Adanya kekurangan pada metode *North West Corner* maka di lanjutkan menggunakan metode *Modified Distribution* untuk mendapat biaya lebih sedikit [3].

Masalah dengan menggunakan metode transportasi telah dibahas oleh Shafarda, dkk [4] yang berjudul “Meminimumkan biaya distribusi jeruk menggunakan Vogel’s Approximation Method dengan uji optimal Stepping Stone Method”. Soplanit, dkk [5] yang berjudul “Optimasi biaya distribusi material dengan kombinasi metode (North West Corner) dan (Modified Distribution) pada proyek pembangunan jembatan di Sulawesi Utara”. Septiana, dkk [6] yang berjudul “Optimasi biaya pengiriman kelapa menggunakan model transportasi Stepping Stone”. Kemudian Alfianti, dkk [7] yang berjudul “Penerapan metode *Modified Distribution* (MODI) untuk optimalisasi biaya distribusi alat kesehatan”.

Metode Transportasi adalah metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah transportasi atau distribusi barang dari berbagai sumber ke tempat-tempat yang membutuhkan produksi, dengan biaya yang paling optimal atau minimum. Setiap sumber memiliki kapasitas pengiriman spesifik yang berbeda, tetapi setiap target memiliki batas klaim yang berbeda [8]. Perbedaan kasus ini dengan kasus sebelumnya adalah perbedaan metode transportasi, studi kasus dan barang distribusi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Toyungo, khususnya bertempat di Jl. Madura No. 35 Pulubala Kec. Kota Tengah, Kota Gorontalo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi. Khususnya bertempat di Jl. Arif Rahman Hakim, Kel. Pulubala, Kec. Kota Tengah, Kota Gorontalo.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang berupa kapasitas gudang, muatan setiap truck dan daftar nama pangkalan diperoleh langsung dari PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi sedangkan data berupa permintaan tabung gas elpiji di setiap kecamatan diperoleh dari pangkalan tabung gas elpiji disetiap kecamatan yang ada di kota gorontalo dan untuk biaya transportasi didapatkan melalui jarak tempuh yang diambil dari google maps, biaya bensin per liter.

Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah
2. Mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan hal yang bersangkutan
3. Atur data ke dalam bentuk matriks transportasi
4. Temukan solusi awal menggunakan menggunakan Metode *North West Corner*
5. Lanjutkan solusi awal hingga metode solusi akhir yaitu metode *Modified Distribution*.
6. Menarik kesimpulan dan rekomendasi dari diskusi yang berlangsung setelah dilanjutkan dengan solusi akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Observasi Awal (Kondisi Umum)

Salah satu masalah transportasi dalam pendistribusian barang adalah LPG. LPG (*Liquid Petroleum Gasoline*) merupakan sumber daya alam yang saat ini digunakan oleh masyarakat untuk berbagai macam kebutuhan. Pemerintah melalui PT. PERTAMINA (PERSERO) mendistribusikan

gas tersebut melalui distributor di setiap daerah. Distributor LPG atau agen LPG yang ada di kota Gorontalo adalah PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi.

Proses distribusi LPG bersubsidi ini dijadwalkan pada hari senin sampai dengan sabtu dimana setiap pelanggan hanya akan mendapat 1 kali pasokan setiap minggu. PT. Toyungo mendistribusikan tabung gas elpiji sekali dalam seminggu untuk setiap kecamatan, dimana pada hari kamis dan sabtu PT. Toyungo mendistribusikan tabung gas elpiji untuk 2 kecamatan. Sedangkan untuk PT. Hasanah Inti Bumi Abadi mendistribusikan tabung gas elpiji dua kali dalam seminggu di setiap kecamatan yang ada di kota Gorontalo.

Pada penelitian ini LPG yang digunakan adalah LPG bersubsidi (ukuran 3kg) dan untuk mendistribusikan tabung gas elpiji menggunakan mobil Truck Mitsubishi Colt Diesel 125ps. Bahan bakar yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah solar dengan harga solar Rp. 5.150,-/liter.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini, terdiri atas:

- Data Kapasitas tabung gas elpiji di gudang PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi
Tabung gas elpiji digudang PT Toyungo sebanyak 680.000 tabung dan tabung gas elpiji digudang PT. Hasanah Inti Bumi Abadi sebanyak 865.000 tabung.
- Data permintaan tabung gas elpiji disetiap kecamatan yang ada di Kota Gorontalo
Data permintaan tabung gas elpiji disetiap kecamatan pada Tabel 1.

Tabel 1. Permintaan Tabung gas elpiji disetiap kecamatan di Kota Gorontalo

Kecamatan	PT. Toyungo	PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Jumlah Permintaan
Kota Tengah	64.800	102.000	166.800
Kota Hulonthalangi	64.800	90.000	154.800
Kota Timur	58.320	84.000	142.320
Kota Utara	84.240	78.000	162.240
Kota Selatan	77.760	108.000	185.760
Dumbo Raya	51.840	64.500	116.340
Kota Barat	71.280	96.000	167.280
Dungingi	71.280	78.000	149.280
Sipatana	58.320	78.000	136.320

- Data biaya transportasi tabung Gas Elpiji disetiap Kecamatan yang ada di Kota Gorontalo
Data biaya transportasi tabung Gas Elpiji disetiap Kecamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Permintaan Tabung gas elpiji disetiap kecamatan di Kota Gorontalo

Kecamatan	Biaya Transportasi per <i>Truck</i> (Rp)		Biaya Transportasi per Tabung (Rp)	
	PT. Toyungo	PT. Hasanah	PT. Toyungo	PT. Hasanah
Kota Tengah	123.600	280.269	221	500
Hulonthalangi	774.560	1.417.280	1.383	2.530
Kota Timur	387.280	708.640	692	1.265
Kota Utara	346.080	593.280	618	1.059
Kota Selatan	255.440	395.520	456	706
Dumbo Raya	947.600	1.862.240	1.692	3.325
Kota Barat	444.960	922.880	795	1.648
Dungingi	214.240	477.920	381	853
Sipatana	173.040	395.520	309	706
Total	3.666.800	7.053.549	7.547	12.592

3.3 Model Matematika

Metode Transportasi adalah suatu metode dalam riset operasi yang digunakan untuk mengatur pendistribusian barang dari gudang ke tempat yang membutuhkan barang secara optimal dengan biaya yang termurah. Dengan adanya metode transportasi, perusahaan akan lebih efektif dan efisien dalam kegiatan pendistribusian produknya. Tahap tahap penyelesaian dengan algoritma transportasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel pendistribusian tabung gas elpiji disetiap di Kota Gorontalo

	c_{ij} (Rp/tabung gas elpiji)									a_i
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	
G_1	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	680.000
G_2	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	865.000
d_j	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	1.545.000 1.381.140

Keterangan :

G_1 : Sumber 1 (PT. Toyungo)

G_2 : Sumber 2 (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi)

T_1 : Tujuan 1 (Kecamatan Kota Tengah)

T_2 : Tujuan 2 (Kecamatan Hulonthalangi)

T_3 : Tujuan 3 (Kecamatan Kota Timur)

T_4 : Tujuan 4 (Kecamatan Kota Utara)

T_5 : Tujuan 5 (Kecamatan Kota Sealatan)

T_6 : Tujuan 6 (Kecamatan Dumbo Raya)

T_7 : Tujuan 7 (Kecamatan Kota Barat)

T_8 : Tujuan 8 (Kecamatan Duingingi)

T_9 : Tujuan 9 (Kecamatan Sipatana)

a_i : Persediaan ke i ($i = 1,2$)

d_j : Permintaan ke j ($j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$)

c_{ij} : Biaya Transportasi barang dari sumber ke tujuan/kecamatan

i : Indeks untuk sumber ke ($i = 1,2$)

j : Indeks untuk tujuan (kecamatan) ke ($j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$)

Dengan Memperhatikan Gambar 3, maka diperoleh matriks transportasi pendistribusian tabung gas elpiji yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks transportasi dalam pendistribusian tabung gas elpiji di Kota Gorontalo

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Duingingi	Sipatana	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	680.000
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	1.545.000 1.381.140

Selanjutnya, dari Tabel 4, dapat diformulasikan ke dalam model matematika pada persamaan berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^9 C_{ij}X_{ij} \quad (1)$$

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{14}X_{14} + C_{15}X_{15} + C_{16}X_{16} + C_{17}X_{17} + C_{18}X_{18} + C_{19}X_{19} \\ + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} + C_{24}X_{24} + C_{25}X_{25} + C_{26}X_{26} + C_{27}X_{27} + C_{28}X_{28} + C_{29}C_{29}$$

$$Z = 221 X_{11} + 1.383 X_{12} + 692 X_{13} + 618 X_{14} + 456 X_{15} + 1.692 X_{16} + 795 X_{17} \\ + 381 X_{18} + 309 X_{19} + 500 X_{21} + 2.530 X_{22} + 1.265 X_{23} + 1.059 X_{24} + 706 X_{25} \\ + 3.325 X_{26} + 1.648 X_{27} + 706 X_{28} + 853 X_{29}$$

dengan fungsi kendala pada persamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = ai \quad (2)$$

yang menghasilkan

$$221 X_{11} + 1.383 X_{12} + 592 X_{13} + 618 X_{14} + 456 X_{15} + 1.692 X_{16} + 795 X_{17} + 381 X_{18} \\ + 309 X_{19} = 680.000$$

$$500 X_{21} + 2.530 X_{22} + 1.265 X_{23} + 1.059 X_{24} + 706 X_{25} + 3.325 X_{26} + 1.648 X_{27} + 706 X_{28} \\ + 853 X_{29} = 865.000$$

dan persamaan

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = dj \quad (3)$$

yang menghasilkan

$$221 X_{11} + 200 X_{21} = 166.800 \\ 1.383 X_{12} + 2.530 X_{22} = 154.800 \\ 592 X_{13} + 1.265 X_{23} = 142.320 \\ 618 X_{14} + 1.059 X_{24} = 162.240 \\ 456 X_{15} + 709 X_{25} = 185.760 \\ 1.692 X_{16} + 3.325 X_{26} = 116.340 \\ 795 X_{17} + 1.648 X_{27} = 167.280 \\ 381 X_{18} + 706 X_{28} = 149.280 \\ 309 X_{19} + 853 X_{29} = 136.320$$

3.4 Penambahan Dummy

Penambahan dummy di simbolkan dengan Dj dilakukan karena terjadiketidaksamaan antara jumlah kapasitas gudang (*supply*) dengan jumlah kebutuhan Kecamatan (*demand*). Dalam gambar matriks transportasi, maka dapat diketahui bahwa jumlah persediaan (*supply*) sebanyak 1.545.000 tabung lebih besar dibandingkan dengan jumlah permintaan (*demand*) sebanyak 1.381.140 tabung. Hal ini disebut dengan model transportasi tidak seimbang. Agar model menjadi seimbang, perlu ditambahkan dengan kolom dummy yang ditugaskan untuk meminta tambahan selisih antara persediaan dan permintaan.

$$ai \geq dj \rightarrow ai = Dj + dj \quad (4)$$

$$1.545.000 \text{ tabung} = Dj + 1.381.000 \text{ tabung} \\ 1.545.000 - 1.381.000 \text{ tabung} = Dj \\ 163.860 \text{ tabung} = \text{Dummy } j$$

Matriks transportasi setelah ditambahkan kolom dummy disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Penambahan kolom dummy

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

3.5 Analisis dengan menggunakan Metode North West Corner (Solusi Awal)

Ketentuan pengalokasian sesuai *North West Corner* yaitu pengalokasian dimulai dari sel kosong yang terletak pada pojok kiri atas yaitu sel x_{11} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Toyungo ke kecamatan Kota Tengah). Pengalokasian x_{11} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Tengah) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Alokasi x_{11} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Tengah)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221 166.800	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	680.000
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{12} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Toyungo ke kecamatan Hulonthalangi). Pengalokasian x_{12} (PT. Toyungo ke kecamatan Hulonthalangi) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Alokasi x_{12} (PT. Toyungo ke kecamatan Hulonthalangi)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221 166.800	1.383 154.800	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{13} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Toyungo ke kecamatan Kota Timur). Pengalokasian x_{13} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Timur) disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Alokasi x_{13} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Timur)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320								
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{14} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Toyungo ke kecamatan Kota Utara). Pengalokasian x_{14} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Utara) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Alokasi x_{14} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Utara)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240							
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{15} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Toyungo ke kecamatan Kota Selatan). Pengalokasian x_{15} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Selatan) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Alokasi x_{15} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Selatan)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{25} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Selatan).

Pengalokasian x_{25} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Selatan) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Alokasi x_{25} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Selatan)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920						
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{26} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Dumbo Raya). Pengalokasian x_{26} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Dumbo Raya) disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Alokasi x_{26} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Dumbo Raya)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340					
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{27} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Barat). Pengalokasian x_{27} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Barat) disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Alokasi x_{27} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Kota Barat)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340	167.280				
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{28} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Duingingi). Pengalokasian x_{28} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Duingingi) disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Alokasi x_{28} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Dungingi)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340	167.280	149.280	136.320		
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu sel x_{29} (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Sipatana). Pengalokasian x_{29} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Sipatana) disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Alokasi x_{29} (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kecamatan Sipatana)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340	167.280	149.280	136.320		
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

↓
Nilai minimum

Pengalokasian selanjutnya adalah pada sel kosong terdekat berikutnya yaitu kolom dummy (pendistribusian tabung gas elpiji dari PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kolom dummy). Pengalokasian kolom dummy (PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kolom dummy) disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Alokasi kolom dummy

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Dari proses pengalokasian diatas, maka diperoleh hasil Metode *North West Corner* pada Tabel 17.

Tabel 17. Metode *North West Corner*

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
PT. Toyungo	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
	166.800	154.800	142.320	162.240	53.840						
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	865.000
					131.920	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	
Permintaan(dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Setelah menggunakan Metode *North West Corner* untuk PT. Toyungo sudah tidak perlu lagi mendistribusikan tabung gas elpiji ke beberapa kecamatan yaitu, Dumbo Raya, Kota Barat, Dungingi, dan Sipatana. Begitupun dengan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi. Mereka tidak perlu lagi mendistribusikan tabung gas elpiji ke Kota Tengah, Hulonthalangi, Kota timur dan Kota Utara. Disebabkan untuk persediaan barang sudah terpenuhi untuk beberapa kecamatan saja.

Kemudian proses tersebut dilanjutkan dengan mencari total biaya transportasi dengan menggunakan model matematika pada persamaan (5).

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (5)$$

dengan hasil yang disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Biaya transportasi dengan menggunakan Metode *North West Corner*

Agen Tabung Gas Elpiji	Kecamatan	Biaya Transportasi x Jumlah Barang	Total Biaya Transportasi (Rp)
PT. Toyungo	Kota Tengah	221 x 166.800	36.862.800
PT. Toyungo	Hulonthalangi	1.383 x 154.800	241.088.400
PT. Toyungo	Kota Timur	692 x 142.320	98.485.440
PT. Toyungo	Kota Utara	618 x 162.240	100.264.320
PT. Toyungo	Kota Selatan	456 x 53.840	24.551.040
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Kota Selatan	706 x 131.920	93.135.520
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Dumbo Raya	3.325 x 116.340	386.830.500
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Kota Barat	1.648 x 167.280	275.677.440
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Dungingi	706 x 149.280	105.391.680
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Sipatana	853 x 136.320	116.280.960
Total Biaya Transportasi			1.451.568.100

Dengan demikian, total biaya transportasi untuk mendistribusikan tabung gas elpiji dari gudang ke kecamatan pada solusi awal dengan Metode *North West Corner* adalah sebesar Rp. 1.451.568.100. Setelah dilakukan pembentukan solusi awal dengan metode *North West Corner*, selanjutnya dilakukan uji optimalitas tabel dengan metode *Modified Distribution* sebagai pengecekan apakah perhitungan yang telah dilakukan menggunakan solusi awal sudah optimal atau belum.

3.6 Analisis dengan menggunakan Metode *Modified Distribution* (Solusi Akhir)

Sebagai solusi optimum untuk menghasilkan total biaya transportasi yang paling minimum dengan melihat Tabel 18 hasil dari metode *North West Corner* dan kemudian dilanjutkan

menggunakan *Modified Distribution Method* (MODI). Perubahan alokasi pengiriman PT. Toyungo ke Kecamatan Dumbo Raya disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Perubahan alokasi (PT. Toyungo – Kecamatan Dumbo Raya)

Agen	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221	1383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Setelah melakukan pengalokasian kemudian dihasilkan iterasi 1 pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil iterasi 1 metode *Modified Distribution*

Agen	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221	1383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Dapat dilihat hasil iterasi 1 pada Tabel 20 bahwa terjadi perubahan alokasi pada PT. Toyungo – Kecamatan Dumbo Raya sebesar 53.840. Selanjutnya dilakukan lagi pengalokasian sel kosong yang bernilai negatif. Perubahan alokasi pengiriman PT. Toyungo ke Kecamatan Kota Barat disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21. Perubahan alokasi (PT. Toyungo – Kecamatan Kota Barat)

Kecamatan	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221	1383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Setelah melakukan pengalokasian kemudian dihasilkan iterasi 2 pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil iterasi 2 metode *Modified Distribution*

Kecamatan Agen	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221 166.800	1383 154.800	692 142.320	618 162.240	456 185.760	1.692 116.340	795 53.840	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Dapat dilihat dari hasil iterasi 2 pada Tabel 22, terjadi perubahan alokasi pada PT. Toyungo – Kecamatan Kota Barat sebesar 53.840. Selanjutnya dilakukan lagi pengalokasian sel kosong yang bernilai negatif. Perubahan alokasi pengiriman PT. Toyungo ke Kecamatan Sipatana disajikan pada Tabel 23.

Tabel 23. Perubahan alokasi (PT. Toyungo – Kecamatan Sipatana)

Kecamatan Agen	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221 166.800	1383 154.800	692 142.320	618 162.240	456 185.760	1.692 116.340	795 53.840	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Setelah melakukan pengalokasian kemudian dihasilkan iterasi 3 pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil iterasi 3 metode *Modified Distribution*

Kecamatan Agen	Kota Tengah K1 = 221	Kota Hulonthalangi K2 = 1.383	Kota Timur K3 = 692	Kota Utara K4 = 618	Kota Selatan K6 = 3.081	Dumbo Raya K6 = 244	Kota Barat K7 = 1.404	Kota Duingingi K8 = 462	Sipatana K9 = 609	Dummy	Persediaan (a)
PT. TOYUNGO R1 = 0	221 166.800	1383 154.800	692 142.320	618 162.240	456 185.760	1.692 116.340	795	381	309	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Dapat dilihat dari hasil iterasi 3 pada Tabel 24, terjadi perubahan alokasi pada PT. Toyungo – Kecamatan Sipatana sebesar 53.840. Selanjutnya dilakukan lagi pengalokasian sel kosong yang bernilai negatif. Perubahan alokasi pengiriman PT. Toyungo ke Kecamatan Duingingi disajikan pada Tabel 25.

Tabel 25. Perubahan alokasi (PT. Toyungo – Kecamatan Duingingi)

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Kota Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Kota Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan (a)
	K1 = 221	K2 = 1.383	K3 = 692	K4 = 618	K6 = 3.081	K6 = 244	K7 = 1.404	K8 = 462	K9 = 609		
PT. TOYUNGO R1 = 0	221 166.800	1383 154.800	692 142.320	618 162.240	456 1.692	1.692 795	795 381	381 53.840	309 0	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Setelah melakukan pengalokasian kemudian dihasilkan iterasi 4 pada Tabel 26.

Tabel 26. Hasil iterasi 4 metode *Modified Distribution*

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Kota Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Kota Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan (a)
	K1 = 221	K2 = 1.383	K3 = 692	K4 = 618	K6 = 3.081	K6 = 244	K7 = 1.404	K8 = 462	K9 = 609		
PT. TOYUNGO R1 = 0	221 166.800	1383 154.800	692 142.320	618 162.240	456 1.692	1.692 795	795 381	381 53.840	309 0	0	680.000
PT. HASANAH INTI BUMI ABADI R2 = 244	500	2.530	1.265	1.059	700	3.325	1.648	706	853	0	865.000
Permintaan (dj)	166.800	154.800	142.320	162.240	185.760	116.340	167.280	149.280	136.320	163.860	1.545.000

Dapat dilihat dari hasil iterasi 4 pada Tabel 26, terjadi perubahan alokasi pada PT. Toyungo – Kecamatan Sipatana sebesar 53.840. Setelah semua sel kosong sudah tidak ada yang bernilai negatif maka selanjutnya dilakukan perhitungan total biaya minimum distribusi dengan menggunakan persamaan.

Berdasarkan hasil dari biaya transportasi hasil iterasi 4 dengan menggunakan persamaan (6),

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (6)$$

diperoleh hasil biaya transportasi menggunakan metode *Modified Distribution* pada Tabel 27.

Tabel 27. Biaya transportasi dengan menggunakan Metode *Modified Distribution*

Agen Tabung Gas Elpiji	Kecamatan	Biaya Transportasi x Jumlah Barang	Total Biaya Transportasi (Rp)
PT. Toyungo	Kota Tengah	221 x 166.800	36.862.800
PT. Toyungo	Kota Timur	1.383 x 154.800	241.088.400
PT. Toyungo	Kota Utara	692 x 142.320	98.485.440
PT. Toyungo	Dumbo Raya	618 x 162.240	100.264.320
PT. Toyungo	Dungingi	1.692 x 53.840	91.097.280
PT. Toyungo	Kota Selatan	381 x 131.920	20.513.049
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Dumbo Raya	706 x 185.760	131.146.560
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Kota Barat	3.325 x 116.340	386.830.500
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Dungingi	1.648 x 167.280	275.677.440
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Sipatana	706 x 149.280	105.391.680
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Sipatana	853 x 136.320	116.280.960
Total Biaya Transportasi			1.447.530.100

Jadi perhitungan metode *North West Corner* dilanjutkan dengan metode *Modified Distribution* total biaya transportasi untuk mendistribusikan tabung gas elpiji dari Agen tabung gas elpiji ke setiap kecamatan sebesar Rp. 1.447.530.100. Total biaya awal adalah Rp.1.451.568.100 setelah dilanjutkan dengan metode *Modified Distribution* sampai iterasi 4 didapatkan biaya transportasi sebesar Rp. 1.447.530.100, sehingga terjadi selisih biaya sebesar Rp.4.038.000.

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang diperoleh biaya transportasi minimal dengan menggunakan metode *North West Corner* yang dilanjutkan dengan metode *Modified Distribution* menghasilkan biaya transportasi Rp. 1.447.530.100, sehingga terjadi selisih biaya sebesar Rp. 4.038.000. Jadi Optimasi Menggunakan Metode *North West Corner* dengan Uji Optimal Metode *Modified Distribution* Untuk meminimumkan Biaya Distribusi Gas terjadi selisih biaya.

Referensi

- [1] S. J. Jek, *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.
- [2] M. Trihudyatmanto, *Riset Operasional*. Jawa Tengah, 2017.
- [3] F. Buulolo, *Operasi Riset Program Linear*. Medan: USU Press, 2016.
- [4] M. G. K. Shafarda, N. M. Asih, and G. K. Gandhiadi, "Meminimumkan Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan Vogell's Approximation Method dengan Uji Optimal Stepping Stone," *E-Jurnal Mat.*, vol. 8, no. 2, p. 132, Jun. 2019, doi: 10.24843/MTK.2019.v08.i02.p244.
- [5] P. P. G. Soplanit, A. K. T. Dundu, and J. B. Mangare, "Optimasi Biaya Distribusi Material Dengan Kombinasi Metode NWC (North West Corner) dan MODI (Modified Distribution) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Di Sulawesi Utara," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, 2019.
- [6] M. A. Septiana, R. Hidayattulloh, J. Machmudin, and N. F. Anggraeni, "Optimasi Biaya Pengiriman Kelapa Menggunakan Model Transportasi Metode Stepping Stone," *J. REKAYASA Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 111–115, May 2020, doi: 10.33884/jrsi.v5i2.1909.
- [7] W. Alfianti, R. Kurnia, R. Oktaviani, and M. Fauzi, "Penerapan Metode Modified Distribution (MODI) Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan," *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 2, no. 2, pp. 166–179, Aug. 2021, doi: 10.46306/lb.v2i2.66.
- [8] J. Heizer, dan B. Reinder, *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat, 2005.
- [5] S. J. Jek, *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*, Edisi 2. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2014.
- [6] M. A. P. Subagyo, dan T. H. Handoko, *Dasar-Dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1986.
- [7] S. Prawirosetono, *Riset Operasi dan Ekonomifisika*. Jakarta: Bumi Aksara, 2005.
- [8] S. Siswanto, *Operation Research*, Jilid 1. Jakarta: Binapura Aksara, 2006.