

METODE NORTH WEST CORNER UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN UJI OPTIMAL STEPPING STONE PADA DISTRIBUSI TABUNG LPG 3 KG

Sutriany Nteseo¹, Muh. Rifai Katili², Nurwan³, Djihad Wungguli⁴

^{1,2,3,4}*Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No.6, Kota Gorontalo*

nteseoria@gmail.com, mrifaikatili@ung.ac.id, nurwan@ung.ac.id, djihad@ung.ac.id

Abstract

Distributors can be interpreted as marketing activities that are trying to express and ease the delivery of goods and services from producers to consumers, so the use is appropriate. This problem can be solved by using the transport method of the North West Corner method and Vogel's Approximation to its original solution and method of Stepping Stone for the final solution. the aim this research is to know the most minimum transportation costs in distribution by using North West Corner methods and Vogel's approximation with optimal tests Stepping Stone. the data used in this research is a primary data acquired on every LPG base. Procedure in this research is taking the data of request, data-transport tube and transport expenses, making the data transport, making the transport table, looking for the initial solution and solution. Research results acquired transport expenses using a method of transport is as big as RP. 1.196.442,640.

Keywords: North West Corner Method, Stepping Stone Method, LPG (Liquid Petroleum Gas) 3 kg

Abstrak, Times New Roman 11 poin bold, center

Distributor dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi yaitu metode North West Corner dan metode Vogel's Approximation untuk solusi awal dan metode Stepping Stone untuk solusi akhir. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui biaya transportasi yang paling minimum dalam pendistribusian barang dengan menggunakan metode North West Corner dan metode Vogel's Approximation dengan uji optimal Stepping Stone. Data dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh secara langsung pada setiap pangkalan LPG. Prosedur dalam penelitian ini adalah mengambil data permintaan, data persediaan dan biaya transportasi tabung gas elpiji 3kg, mengolah data, membuat model transportasi, membuat tabel transportasi, mencari solusi awal dan solusi akhir. Hasil penelitian diperoleh biaya transportasi dengan menggunakan metode transportasi yaitu sebesar Rp. 1.196.442.640.

Kata Kunci : *Metode Vogel's Approximation, Metode North West Corner, Metode Stepping Stone, Tabung LPG 3kg*

Cara Menulis Sitasi: Nteseo, S, Katili, M. R, Nurwan, Wungguli, D. Metode North West Corner Untuk Meminimumkan Biaya Transportasi Dengan Uji Optimal Stepping Stone Pada Distribusi Tabung Lpg 3 Kg. *Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 7 (2),115-126.

PENDAHULUAN

Pendistribusian barang merupakan salah satu masalah dari kegiatan sebuah instansi (Siang, 2014). Masalah yang muncul dalam pendistribusian barang adalah mengoptimalkan jarak dan waktu tempuh, jumlah/banyaknya kendaraan yang dioperasikan serta sumber daya lain yang tersedia. Menurut (Prawirosentono, 2005) dalam pendistribusian barang diperlukan sebuah alat transportasi untuk mendistribusikan barang dari satu tempat ke tempat lain, sehingga memerlukan biaya pendistribusian.

Biaya pendistribusian barang dapat dipengaruhi oleh dua variabel, yaitu biaya angkut per unit dan banyaknya barang yang akan dikirimkan. Pada tahun 2007 pemerintah membuat kebijakan yaitu pengalihan subsidi minyak tanah ke LPG. Produk LPG yang didistribusikan terdiri dari 2 jenis produk diantaranya Bright (ukuran 5,5 kg dan 12 kg) serta LPG bersubsidi (ukuran 3 kg). Masalah yang sering dijumpai adalah pada proses mendistribusikan tabung gas elpiji ke semua kecamatan tentunya membutuhkan biaya transportasi yang tidak sedikit. Sehingga perlu perencanaan matang agar biaya transportasi yang dikeluarkan efisien dan tidak menjadi persoalan yang menguras biaya besar. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi yakni metode *North West Corner* yang dapat mengatasi permasalahan pengoptimalan distribusi dengan menghitung biaya yang dikeluarkan pada saat transportasi. Metode *North west corner* belum menjamin kondisi optimal pada biaya transportasi, dengan demikian

dilanjutkan dengan metode *Stepping Stone* agar mendapatkan biaya lebih minimum.

Penggunaan metode transportasi telah dibahas oleh (Shafarida, Asih, & Gandhiadi, 2019) meminimumkan biaya distribusi jeruk menggunakan *Vogel's Approximation Method* dengan uji optimal *Stepping Stone Method*". Penelitian ini bertujuan meminimumkan biaya transportasi dalam mendistribusikan jeruk di Provinsi Bali. (Pasaribu, 2019) dan (Soplanit, Dundu, & Mangare, 2019) yang berjudul "Optimasi biaya distribusi material dengan kombinasi metode (*North West Corner*) dan (*Modified Distribution*) pada proyek pembangunan jembatan di Sulawesi Utara" yang bertujuan mengoptimalkan biaya distribusi bahan material pada proyek pembangunan jembatan di Sulawesi Utara, dan (Putra, Purba, & Anggraeni, 2020) menerapkan metode *North West Corner* (NWC) dan *Stepping Stone* (SS) dalam menentukan model distribusi untuk mengoptimalkan biaya.

Proses pendistribusian yang tepat akan berdampak efisiensi biaya transportasi. Berdasarkan kondisi tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dalam hal meminimumkan biaya transportasi dengan menggunakan metode *North West Corner* dengan Uji optimal *Stepping Stone*. (Pasaribu, 2019). Penelitian ini difokuskan pada masalah biaya pendistribusian tabung LPG 3kg pada PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi di Kota Gorontalo yang memperhatikan kapasitas agen tabung LPG 3kg, biaya transportasi dan permintaan tabung LPG 3kg setiap kecamatan.

LANDASAN/KAJIAN TEORI

Riset Operasi

Riset operasi adalah suatu penerapan metode ilmiah untuk mengatasi masalah-masalah rumit yang muncul dalam pengarahan dan pengolahan dari suatu sistem besar berupa manusia, bahan dan uang dalam industri, mesin, pemerintah, pertahanan maupun bisnis (Siswanto, 2007). Tujuan dari pendekatan ini untuk membentuk suatu model ilmiah dari sistem, untuk meramalkan dan membandingkan hasil-hasil dari beberapa keputusan, strategi atau pengawasan, serta menggabungkan faktor-faktor seperti kesempatan dan resiko.

Metode Transportasi

Metode transportasi merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah transportasi atau distribusi barang dari beberapa sumber ke tempat tujuan yang membutuhkan dengan menghasilkan biaya yang paling optimal atau minimum (Trihudiyatmanto, 2018). Setiap sumber memiliki kapasitas pengiriman tertentu yang berbeda, sedangkan masing-masing tempat tujuan memiliki batasan permintaan yang berbeda pula. (Arifin, Paendong, & Langi, 2017) menerapkan model transportasi dalam pendistribusian tabung gas LPG 3 kg. Ada 2 solusi yang terdapat pada metode transportasi yaitu Solusi Awal terdiri Metode North West Corner, Metode Vogel's Approximation dan Metode Least Cost. Sedangkan untuk solusi akhir terdiri dari Metode Stepping Stone dan Metode Modi. (Aliyu, Usman, Babayaro, & Aminu, 2019) menerapkan metode ini dalam meminimumkan biaya transportasi.

Metode North West Corner

Menurut (Siang, 2014), metode North West Corner adalah salah satu dari model transportasi pada riset operasi. Sesuai namanya metode barat laut mengisi tabel awal transportasi dari sudut kiri atas dengan kuantitas sebanyak-banyaknya. Pengisian dilakukan terus menerus sehingga semua sumber dihabiskan.

Langkah-langkah metode (North West Corner) adalah membuat tabel transportasi dan mengisi sel-sel lain yang disesuaikan dengan persediaan dan permintaan sampai seluruh persediaan dan permintaan terpenuhi.

Metode Stepping Stone

Metode Stepping Stone merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara trial and error atau coba-coba. Walaupun merubah alokasi dengan cara coba-coba, namun ada syarat yang harus diperhatikan yaitu dengan melihat pengurangan biaya per unit yang lebih besar dari pada penambahan biaya per unitnya.

Menurut (Heizer, 2001) langkah-langkah pengujian metode Stepping Stone adalah sebagai berikut :

- 1) Isi tabel awal dengan metode VAM.
- 2) Memastikan bahwa jumlah sel yang terisi harus ada $(m+n-1)$,
- 3) m adalah banyak sumber dan n adalah banyak tujuan.
- 4) Memilih kotak manapun yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
- 5) Memulai dari kotak yang tidak terpakai, telusurilah sebuah jalur tertutup yang kembali ke kotak awal melalui kotak-kotak yang sekarang ini yang sedang digunakan (yang diizinkan hanyalah gerakan vertikal dan horizontal). Walaupun demikian,

boleh melangkahi kotak manapun baik kosong ataupun berisi.

- 6) Mulai dengan tanda plus (+) pada kotak yang tidak terpakai, tempatkan secara bergantian tanda plus (+) dan tanda minus (-) pada setiap kotak pada jalur yang tertutup yang baru saja dilalui.
- 7) Menghitung indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda plus (+), dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus (-).
- 8) Mengulangi langkah 3 hingga 6 sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotak yang tidak terpakai sudah dihitung. Jika semua indeks yang dihitung lebih besar atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai. Jika belum, maka solusi sekarang dapat terus ditingkatkan untuk mengurangi biaya pengiriman total.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan matematika.

Tempat Penelitian

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

Target/Subjek Penelitian

Subjek Penelitian ini adalah Pangkalan tabung LPG 3kg yang berada di setiap kecamatan kota Gorontalo

Prosedur Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Identifikasi Masalah
- 2) Pengumpulan data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi
- 3) Menyusun data ke dalam bentuk matriks transportasi
- 4) Mencari solusi awal dengan menggunakan Metode North West Corner
- 5) Melanjutkan solusi awal ke metode solusi akhir yaitu metode Stepping Stone
- 6) Membuat kesimpulan dan saran dari pembahasan yang telah dilakukan setelah dilanjutkan dengan solusi akhir.

Data, Intrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi lapangan, yaitu dengan mewawancarai pemilik pangkalan tabung LPG 3kg di setiap kecamatan, agen tabung LPG 3kg yang ada di kota Gorontalo dan salah satu karyawan pertamina untuk menanyakan biaya solar per liter. Untuk menemukan solusi yang optimal dari permasalahan tersebut peneliti menggunakan bantuan program komputer yaitu program Microsoft Excel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

DATA PENELITIAN

1. Data Kapasitas Tabung LPG

Tabung LPG 3kg digudang PT Toyungo sebanyak 680.000 tabung dan Tabung LPG 3kg digudang PT. Hasanah Inti Bumi Abadi sebanyak 865.000 tabung.

2. Data Permintaan Tabung

Data Permintaan tabung LPG 3kg disetiap kecamatan yang ada di Kota Gorontalo disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2.Data Permintaan Tabung LPG 3kg Setiap Kecamatan di Kota Gorontalo

Kecamatan	PT. Toyungo	PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	Jumlah Permintaan
Kota Tengah	64.800	102.000	166.800
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

3. Data Biaya Transportasi

Data biaya transportasi tabung LPG 3kg disetiap kecamatan yang ada di Kota Gorontalo disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3.Data Biaya Transportasi Tabung LPG 3kg

Kecamatan	Biaya Transportasi per Truck		Biaya Transportasi per Tabung	
	PT. Toyungo	PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	PT. Toyungo	PT. Hasanah Inti Bumi Abadi
Kota Tengah	Rp.123.600	Rp.280.269	Rp.221	Rp.500
Hulonthalangi	Rp.774.560	Rp.1.417.280	Rp.1.383	Rp.2.530
Kota Timur	Rp.387.280	Rp.708.640	Rp.692	Rp.1.265

Kota Utara	Rp.346.080	Rp.593.280	Rp.618	Rp.1.059
Kota Selatan	Rp.255.440	Rp.395.520	Rp.456	Rp.706
Dumbo Raya	Rp.947.600	Rp.1.862.240	Rp.1.692	Rp.3.325
Kota Barat	Rp.444.960	Rp.922.880	Rp.1.795	Rp.1.648
Dungingi	Rp.214.240	Rp.477.920	Rp.381	Rp.853
Siapatana	Rp.173.040	Rp.395.520	Rp.309	Rp.706

PEMODELAN TRANSPORTASI

MATRIKS

a. Menyusun Tabel Solusi Layak Awal

1) Pemodelan Solusi Layak Awal Matriks Transportasi

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat dibentuk ke dalam matriks transportasi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Transportasi Tabung LPG

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Persediaan(ai)
	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	
PT. Toyungo										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

2) Membentuk fungsi tujuan

Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah minimumkan :

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

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

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

Fungsi kendala persediaan atau kapasitas sebagai berikut:

3) Membentuk fungsi kendala

a) Kendala Persediaan atau Kapasitas

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = ai$$

$$\begin{aligned}
 &221x_{11} + 1.383x_{12} + 692x_{13} + 618x_{14} + 456x_{15} + 1.692x_{16} + \\
 &\quad 795x_{17} + 381x_{18} + 309x_{19} = 680.000 \\
 &500x_{21} + 2.530x_{22} + 1.265x_{23} + 1.059x_{24} + 706x_{25} + 3.325x_{26} + \\
 &\quad 1.648x_{27} + 706x_{28} + 853x_{29} = 865.000
 \end{aligned}$$

b) Kendala Permintaan

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = dj$$

$$\begin{aligned}
 221x_{11} + 500x_{21} &= 166.800 \\
 1.383x_{12} + 2.530x_{22} &= 154.800 \\
 692x_{13} + 1.265x_{23} &= 142.320 \\
 618x_{14} + 1.059x_{24} &= 162.240 \\
 456x_{15} + 706x_{25} &= 185.760 \\
 1.692x_{16} + 3.325x_{26} &= 116.340 \\
 795x_{17} + 1.648x_{27} &= 167.280
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= (221)166.800 + (1.383)154.800 + (692)142.320 + (618)162.240 + (456)185.760 + \\
 &\quad (1.692)116.340 + (795)167.280 + (381)149.280 + (309)136.320 + (500)166.800 + \\
 &\quad (2.530)154.800 + (1.265)142.320 + (1.059)162.240 + (706)185.760 + (3.325)116.340 + \\
 &\quad (1.648)167.280 + (706)149.280 + (853)136.320
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= 36.862.800 + 214.088.400 + 98.485.440 + 100.264.320 + 84.706.560 + \\
 &\quad 196.847.280 + 132.987.600 + 56.875.680 + 42.122.880 + 83.400.000 + \\
 &\quad 391.644.000 + 180.034.800 + 171.812.160 + 131.146.560 + 386.830.500 + \\
 &\quad 275.677.440 + 105.391.680 + 116.280.960 \\
 Z &= 2.805.459.060
 \end{aligned}$$

Jadi untuk biaya pendistribusian tabung gas elpiji sebelum dilakukan optimalisasi dengan metode North West Corner dan metode Vogel's Approximation dengan uji optimal Stepping Stone sebesar Rp.2.805.459.060.

$$\begin{aligned}
 381x_{18} + 706x_{28} &= 149.280 \\
 309x_{19} + 853x_{29} &= 136.320
 \end{aligned}$$

Diperoleh biaya pendistribusian tabung gas elpiji (Rp) sebelum dilakukan optimalisasi dengan metode *North West Corner* dan metode *Vogel's Approximation* dengan uji optimal *Stepping Stone* adalah sebagai berikut:

Berdasarkan data pada Tabel 4 di atas, terjadi ketidakseimbangan antara persediaan dan permintaan, sehingga perlu dilakukan penambahan variabel dummy agar matriks transportasi tersebut dapat seimbang seperti pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Matriks Transportasi Penambahan 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

4) Pembentukan Solusi Layak Awal dengan *North West Corner*

Setelah dilakukan penyeimbangan, selanjutnya dilakukan pengalokasian sel kosong dengan metode *North West Corner* seperti berikut:

Langkah 1 adalah Alokasi x_{11} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Tengah) dengan memperhatikan jumlah persediaan dan penawaran (680.000; 166.800). Untuk nilai minimumnya ialah 166.800, maka untuk x_{11} dialokasikan sebanyak 166.800 tabung gas LPG 3kg.

Langkah 2 adalah Ketika 166.800 tabung LPG 3kg dialokasikan pada x_{11} , ternyata permintaan untuk kolom pertama sudah terpenuhi dan persediaan pada baris pertama belum terpenuhi maka dilakukan alokasi selanjutnya pada sudut kiri atas.

Pengalokasian x_{11} (PT. Toyungo ke kecamatan Kota Tengah) disajikan pada Tabel 6:

Tabel 6. Pengalokasian 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	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

↓
Nilai Minimum

Langkah 3 adalah pengulangan langkah hingga semua permintaan atau persediaan terpenuhi.

Dengan cara yang sama dilakukan pengalokasian semua sel kosong, Ternyata permintaan untuk kolom kesembilan sudah terpenuhi dan persediaan pada baris kedua belum terpenuhi maka dilakukan alokasi dummy. Pengalokasian kolom Dummy

(PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke kolom Dummy) disajikan pada Tabel 7:

Tabel 7. Pengalokasian kolom Dummy

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

Berdasarkan Tabel 7, dengan solusi layak awal metode *North West Corner* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Metode *North West Corner*

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

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui biaya transportasi (Rp) total metode *North West Corner* yaitu:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$Z = (221 \times 166.800) + (1.383 \times 154.800) + (692 \times 142.320) + (618 \times 162.240) + (456 \times 53.840) + (706 \times 131.920) + (3.325 \times 116.340) + (1.648 \times 167.280) + (706 \times 149.280) + (853 \times 136.320)$$

$$Z = 36.862.800 + 214.088.400 + 98.485.440 + 100.264.320 + 24.551.040 + 93.135.520 + 386.830.500 + 275.677.440 + 105.391.680 + 116.280.960$$

$$Z = \text{Rp.1.451.568.100}$$

5) Uji Optimal Tabel Solusi Layak Awal
NWC Dengan Metode *Stepping Stone*

Setelah dilakukan pembentukan pembentukan solusi layak awal dengan *North West Corner*, selanjutnya dilakukan

uji optimalitas tabel dengan metode *Stepping Stone*. Sebagai contoh uji sel kosong PT.Toyungo ke kecamatan Dumbo Raya disajikan pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Uji Sel Kosong PT.Toyungo ke Kecamatan Dumbo Raya

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

Evaluasi biaya pada sel kosong = $1.692 - 3.325 + 706 - 456 = -1.383$

Dengan cara yang sama dilakukan pengujian semua sel kosong. Setelah dilakukan evaluasi pada semua biaya sel, ternyata terdapat hasil evaluasi yang

bernilai negatif paling besar yaitu pada sel C_{16} (-1383). Oleh karena itu perlu dilakukan perubahan pengalokasian pada sel tersebut yang disajikan pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Pengalokasian Sel Kosong

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

Proses tersebut diulangi sampai tidak ada nilai negatif pada semua sel kosong, nilai negatif tidak muncul pada iterasi ke-5 dengan kata lain perhitungan

selesai dan didapatkan nilai optimal. Hasil iterasi *Stepping Stone* ke-5 disajikan pada Tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Iterasi *Stepping Stone* Ke-5

Kecamatan Agen	Kota Tengah	Hulonthalangi	Kota Timur	Kota Utara	Kota Selatan	Dumbo Raya	Kota Barat	Dungingi	Sipatana	Dummy	Persediaan(ai)
	221	1.383	692	618	456	1.692	795	381	309	0	
PT. Toyungo		154.800	142.320			116.340	167.280		99.260		680.000
PT. Hasanah Inti Bumi Abadi	500	2.530	1.265	1.059	706	3.325	1.648	706	853	0	
	166.800			162.240	185.760			149.280	37060	163.860	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

Berdasarkan Tabel 11 diperoleh total biaya (Rp) yang optimal yaitu:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= (1.383 \times 154.800) + (692 \times 142.320) + (1.692 \times 116.340) + (795 \times 167.280) + \\
 &\quad (309 \times 99.260) + (500 \times 166.800) + (1.059 \times 162.240) + (706 \times 185.760) + \\
 &\quad (706 \times 149.280) + (853 \times 37.060) \\
 Z &= 214.088.400 + 98.485.440 + 196.847.280 + 132.987.600 + 30.671.340 + \\
 &\quad 83.400.000 + 171.812.160 + 131.146.560 + 105.391.680 + 31.612.180
 \end{aligned}$$

$$Z = 1.196.442.640$$

PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh pada PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi diperoleh total biaya distribusi tabung gas LPG 3 kg sebesar Rp. 1.196.442.640,-. Untuk mendapatkan biaya transportasi pada PT. Toyungo dan PT. Hasanah Inti Bumi Abadi digunakan metode *North West Corner* dilanjutkan dengan uji optimal *Stepping Stone* sebagai solusi akhir. Hasil perhitungan menggunakan metode *North West Corner* diperoleh biaya transportasi sebesar Rp. 1.451.568.100,- kemudian dilanjutkan dengan metode *Stepping Stone* diperoleh biaya transportasi sebesar Rp.

1.196.442.640,-. Dari perhitungan diperoleh penurunan biaya sebesar Rp. 255.125.460.

Berdasarkan paparan di atas metode *North West Corner* (solusi awal) dan metode *Stepping Stone* (solusi akhir/ optimal) dapat juga digunakan dalam meminimumkan biaya pendistribusian tabung gas LPG 3kg.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan bahwa biaya minimum dengan menggunakan metode *North West Corner* dan metode

Vogel's Approximation dengan uji optimal Stepping Stone dari agen PT. Toyungo dan agen PT. Hasanah Inti Bumi Abadi ke 9 kecamatan yang ada di Kota Gorontalo menghasilkan biaya transportasi sebesar Rp. 1.196.442.640. Biaya transportasi tersebut lebih minimum dari pada biaya yang harus dikeluarkan oleh kedua agen sebelum menggunakan metode North West Corner uji optimal Stepping Stone yaitu sebesar Rp.2.805.459.060. Dengan kata lain, terjadi penurunan biaya transportasi pendistribusian tabung gas elpiji sebesar Rp. 1.609.016.420.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, M. L., Usman, U., Babayaro, Z., & Aminu, M. K. (2019). A Minimization of the Cost of Transportation. *American Journal of Operational Research*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.5923/j.ajor.20190901.01>
- Arifin, L. S., Paendong, M., & Langi, Y. (2017). Implementasi Model Transportasi pada Distribusi LPG (Liquid Petroleum Gas) 3 Kg di Sulawesi Utara. *D'CARTESIAN*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.35799/dc.6.1.2017.15838>
- Heizer, J. (2001). *Prinsip-prinsip manajemen operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Pasaribu, M. (2019). Implementation of Northwest Corner Transportation Method for Optimizing Item Shipping Cost. *Jurnal Teknologi Komputer*, 13(1), 1–4. Retrieved from <https://doi.org/10.24224/login.v13i1.19>
- Prawirosentono, S. (2005). *Riset operasi dan ekonofisika*. Jakarta: Bumi aksara.
- Putra, F. E., Purba, H. H., & Anggraeni, I. A. (2020). The optimization of distribution and transportation costs for common good products. *International Journal of Industrial Optimization*, 1(2), 111. <https://doi.org/10.12928/ijio.v1i2.2368>
- Shafarida, M. G. K., Asih, N. M., & Gandhiadi, G. K. (2019). Meminimumkan Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan Vogell'S Approximation Method Dengan Uji Optimal Stepping Stone. *E-Jurnal Matematika*, 8(2), 132. <https://doi.org/10.24843/mtk.2019.v08.i02.p244>
- Siang, J. J. (2014). *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta.: Andi.
- Siswanto. (2007). *Operation Research*. Jakarta: Erlangga.
- Soplanit, P. P. G., Dundu, A. K. T., & Mangare, J. B. (2019). Metode Nwc (North West Corner) Dan Modi (Modified Distribution) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1633–1640. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/26139>
- Trihudiyatmanto, M. (2018). *Riset Operasional (Operations Research) & Penyelesaian menggunakan Software WinQSB*. Pekalongan: NEM.