

Model Transportasi dan Terapannya dalam Optimalisasi Biaya Distribusi Beras Miskin di Kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar Tahun 2016

Rahmat Syam¹, Sukarna¹, dan Muh Nahdi Alim Asyhari^{1, a)}

¹Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar, 90224

^{a)} nahdialim23@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini membahas tentang model transportasi dan terapannya pada distribusi Beras Miskin (Raskin) di Kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar. Data distribusi Raskin di Kota Makassar tahun 2016 diformulasikan dengan Model Transportasi. Berdasarkan model tersebut diperoleh keseimbangan model, dan tabel transportasi distribusi Raskin,. Dengan Metode Least Cost (LC) dan Vogel's Approximation Method (VAM) diperoleh solusi awal yang fisibel. Berdasarkan perhitungan solusi awal yang fisibel diperoleh solusi optimum menggunakan Metode Batu Loncatan (Stepping Stone Method). Selanjutnya disimulasikan menggunakan aplikasi Pom for Windows. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penerapan Model Transportasi terjadi penghematan biaya distribusi raskin di kota Makassar tahun 2016 sebesar 1,7% dibandingkan hasil perhitungan Perum Bulog Sub Divre Makassar.

Kata Kunci: Model Transportasi, Least Cost (LC), Vogel's Approximation Method (VAM), Metode Batu Loncatan, Distribusi Raskin,

Abstract. This study discusses the transportation model and its application on the stock of Rice Poor (Raskin) in Makassar City by Perum Bulog Sub Divre Makassar. Data is processed by Transport Model. Based on the model is generated a balance model, and export table Raskin distribution,. By method. (LC) and Vogel's Approximation Method (VAM) obtained a feasible initial solution. The method using the stepping stone method (Stepping Stone method). It is then simulated using the Pom for Windows application. The results of this study indicate with the application of Transportation Model. In the year. Year 2016 amounted to 1.7% of the calculation of Perum Bulog Sub Divre Makassar.

Keywords: Transportation Model, Least Cost (LC), Vogel's Approximation Method (VAM), Stepping Stone Method, Distribution Raskin.

PENDAHULUAN

Perusahaan umum Badan Urusan Logistik (Perum BULOG) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang logistik pangan dan tata niaga beras di Indonesia. Perum BULOG mempunyai dua tugas, yaitu tugas publik dan tugas komersil. Sebagai tugas publik, Perum BULOG melaksanakan tugas dari pemerintah yaitu menjaga Harga Dasar Pembelian untuk gabah, stabilisasi harga pokok beras, menyalurkan beras miskin (Raskin) dan pengelolaan stok pangan. Tugas komersial, Perum BULOG berupaya untuk mendapatkan profit/laba bagi pemerintah Indonesia (Bulog, 2017). Agar tugas publik dan komersil terlaksana dengan baik di seluruh Indonesia maka Perum BULOG di seluruh Indonesia memiliki 26 Divisi Regional

(Divre), 101 Sub Divre, 30 Kantor Logistik, dan 463 Gudang yang melaksanakan tugas-tugas tersebut.

Program Raskin merupakan program yang dibentuk pemerintah ketika terjadinya krisis moneter pada tahun 1998 dengan nama Operasi Pasar Khusus kemudian berganti nama menjadi Raskin pada tahun 2002 bertujuan untuk memberikan bantuan pangan dalam hal ini beras kepada keluarga miskin. Penyaluran Raskin diawali dari permintaan alokasi (Surat Permintaan Alokasi – SPA) dari Pemerintah Kabupaten/Kota yang bersangkutan. SPA tersebut ditujukan kepada Divre/Subdivre Perum Bulog yang membawahi wiayah tersebut. Perum BULOG Sub Divre Makassar sebagai pelaksana tugas publik dari Perum Bulog dalam hal ini pendistribusian Raskin pada beberapa wilayah diantaranya Makassar, Gowa, Takalar, Maros dan Pangkep membutuhkan biaya yang besar. Sehingga perum BULOG tidak memperoleh laba/profit yang memadai. Khususnya pada tahun 2016 Perum BULOG Sub Divre Makassar mengeluarkan biaya distribusi Raskin sebesar **Rp.517.338.900,00** (sumber: Perum BULOG Sub Divre Makassar). Untuk mengoptimalkan biaya distribusi tersebut diperlukan beberapa perencanaan yang sistematis.

Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan Model Transportasi, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Miptahuddin (2010) dalam artikelnya yang berjudul “Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode Transportasi (Studi Kasus di PT. ARTA BOGA JAKARTA Tahun 2009)”, penelitian tersebut membahas mengenai analisa perbandingan dua metode yang terdapat dalam model Transportasi yaitu *North West Corner* (NWC) dan *Least Cost* (LC) yang digunakan dalam memperoleh solusi awal yang fisibel, kemudian hasil dari solusi awal yang fisibel dioptimalkan dengan menggunakan metode batu loncatan (*stepping stone*). Nelwan, Kekenusa & Langi (2013) dengan judul artikel “Optimasi Pendistribusian Air dengan Menggunakan Metode *Least Cost* dan Metode Modified Distribution (Studi Kasus : PDAM Kabupaten Minahasa Utara)”, penelitian tersebut membahas mengenai penerapan model transportasi dalam optimasi pendistribusian air PDAM Kabupaten Minahasa, dengan menggunakan metode *Least Cost* dalam memperoleh solusi awal yang fisibel, kemudian hasil dari solusi awal yang fisibel dioptimalkan menggunakan metode MODI (*Modified Distribution*). Simbolon, Situmorang & Napitapulu (2014), dengan judul artikel “Aplikasi Metode Transportasi Dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Miskin (Raskin) Pada Perum BULOG Sub Divre Medan”, membahas mengenai optimasi biaya distribusi Raskin dengan menerapkan model transportasi, dengan menggunakan *Vogel’s Approximation Method* (VAM) dalam memperoleh solusi awal yang fisibel, kemudian hasil tersebut dioptimalkan dengan metode MODI (*Modified Distribution*).

Berdasarkan hal-hal tersebut dilakukan penelitian terapan dengan menerapkan Model Transportasi dalam optimalisasi distribusi Raskin di Kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar tahun 2016, Adapun metode yang digunakan yaitu metode *Least Cost* (LC) dan *Vogel’s Approximation Method* (VAM) untuk mendapatkan solusi awal yang fisibel kemudian dapat ditentukan solusi optimum menggunakan metode *Stepping Stone*.

Model Transportasi

Menurut Siswanto (Fatimah, 2015), Model Transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian barang dari pusat pengiriman atau sumber ke pusat penerimaan atau tujuan. Masalah yang ingin dipecahkan oleh model Transportasi adalah penentuan distribusi barang yang akan meminimumkan biaya distribusi.

Menurut Simbolon, dkk, (2014) permasalahan Transportasi secara matematis adalah meminimumkan biaya distribusi yang di modelkan sebagaimana pada persamaan (1) – (3).

Fungsi tujuan :

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

dengan fungsi kendala :

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

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Keterangan :

Z = Biaya Minimum/Maksimum

C_{ij} = Biaya Transportasi per unit barang dari sumber i ke tujuan j

X_{ij} = Banyaknya barang yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j

a_i = Banyaknya barang yang disediakan atau kapasitas dari sumber i

b_j = Banyaknya barang yang diminta atau dipesan dari tujuan j

m = banyaknya sumber

n = banyaknya tujuan

i = sumber

j = tujuan

Menurut Zulfikarijah (2004) dan (Simbolon, dkk, 2015) untuk menggunakan Model Transportasi dalam meminumkan biaya distribusi, harus diketahui ciri-ciri dari Model Transportasi berikut :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
2. Jumlah atau kuantitas barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan adalah tertentu.
3. Jumlah atau kuantitas barang yang dikirim dari suatu sumber ke suatu tujuan sesuai dengan permintaan atau kapasitas sumber.
4. Biaya Transportasi dari suatu sumber ke suatu tujuan adalah tertentu

Model Transportasi dari sebuah masalah dalam meminumkan biaya distribusi dapat diselesaikan menggunakan tabel khusus yang dinamakan dengan Tabel Transportasi (Siang, 2011).

Metode Least Cost (LC)

Metode LC mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan dalam setiap alokasinya sehingga mendekati solusi optimal dengan memberikan biaya yang rendah dalam pengalokasiannya.

Metode biaya terendah sering juga disebut metode greedy karena sifatnya yang selalu memulai penyelesaian dari biaya yang terkecil tanpa memperhitungkan efeknya terhadap keseluruhan proses. Meskipun selalu dimulai dari sel yang biayanya terkecil, namun metode biaya terendah belum tentu menghasilkan penyelesaian optimal (Siang, 2011). Adapun Langkah-langkah pada Metode *Least Cost* (Nelwan, 2013).

Metode Vogel's Approximation Method (VAM)

Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* memberikan pemecahan awal yang lebih baik dibandingkan dengan dua metode lainnya *Northwest Corner* dan *Least Cost*, umumnya

menghasilkan pemecahan awal yang optimum. Prinsip dasar kerja VAM melakukan alokasi berdasarkan selisih terbesar dari dua biaya terendah yang terdapat dalam kolom/baris kemudian memilih biaya terkecil yang terdapat di dalam kolom/baris yang sama dari selisih terbesar tersebut dan mengalokasikan sebanyak-banyaknya. Adapun Langkah-langkah pada Metode VAM (Arifin, 2014).

Metode Batu Loncatan (Stepping Stone Method)

Prinsip solusi basis dalam permasalahan Transportasi adalah untuk menentukan apakah suatu rute Transportasi yang tidak digunakan (yaitu sebagai sel kosong) akan menghasilkan total biaya yang lebih rendah jika digunakan (Nelwan, 2013).

Menurut Siswanto tahun 2007 (Fatimah, 2015), *stepping stone* menguji optimalitas tabel awal dengan cara perhitungan *biaya sel-sel kosong* yang dilewati oleh jalur *stepping stone*. Seperti makna yang terkandung di dalam namanya, metode ini membuat satu jalur tertutup untuk setiap sel kosong dimana sel-se isi yang lain di dalam jalur tertutup itu dipandang sebagai batu untuk berpijak guna melangkah ke batu berikutnya Adapun Langkah-langkah pada Metode *Stepping-Stone* (Trastawati, 2015).

Keseimbangan Model Transportasi

Menurut Oktarido (2014) suatu Model Transportasi dikatakan seimbang apabila total *supply* (sumber) sama dengan total *demand* (tujuan). sebagaimana pada persamaan (4) :

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = \sum_{i=1}^n Y_{ij} \quad (4)$$

TABEL 1. Jumlah Persediaan Raskin di Setiap Gudang

No	Nama Gudang	Lokasi	Persediaan Untuk Raskin (Kg)	Rastra
1	Panaikang I	Makassar	3.926.570,00	Kota Makassar
2	Panaikang II	Makassar	3.525.664,00	Kota Makassar
3	Panaikang III	Makassar	506.826,00	Kota Makassar
Total			7.959.060,00	

(Sumber : Perum BULOG Sub Divre Makassar, 2016)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian terapan yang dilakukan pada bulan bulan Oktober 2017 – Januari 2018 dengan menggunakan data distribusi Raskin Kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar tahun 2016. Adapun langkah dalam metodologi penelitian ini, sebagai berikut :

1. Memformulasikan Model Transportasi sesuai dengan persamaan 1 - 3 berdasarkan data yang telah diperoleh dari Perum Bulog Subdivre Makassar. Adapun data yang telah diperoleh disajikan pada Tabel 1 – 3.

TABEL 2. Jumlah Permintaan Raskin dari Setiap Kecamatan

No	Kecamatan	Pagu	Permintaan Raskin Tahun
----	-----------	------	-------------------------

		Raskin/Bulan (Kg)	2016 (Kg)
1	Mariso	29.775,00	357.300,00
2	Mamajang	24.375,00	292.500,00
3	Makassar	58.995,00	707.940,00
4	Ujung Pandang	7.275,00	87.300,00
5	Wajo	6.495,00	77.940,00
6	Bontoala	23.025,00	276.300,00
7	Tallo	85.710,00	1.028.520,00
8	Ujung Tanah	44.610,00	535.320,00
9	Tamalate	111.735,00	1.340.820,00
10	Panakkukang	74.580,00	894.960,00
11	Biringkanaya	63.165,00	757.980,00
12	Rappocini	62.085,00	745.020,00
13	Manggala	42.855,00	514.260,00
14	Tamalanrea	28.575,00	342.900,00
	Total	663.255,00	7.959.060,00

(Sumber : Perum BULOG Sub Divre Makassar, 2016)

TABEL 3. Biaya Distribusi Raskin (Rp/Kg)

No	Kecamatan	Kompleks Pergudangan Panaikang		
		Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3
1	Mariso	65,63	65,58	65,30
2	Mamajang	63,85	63,87	63,60
3	Makassar	62,68	62,71	62,40
4	Ujung Pandang	63,44	63,45	63,20
5	Wajo	62,51	62,64	62,30
6	Bontoala	60,73	60,73	60,40
7	Tallo	61,49	61,49	61,20
8	Ujung Tanah	65,05	65,02	64,70
9	Tamalate	67,26	67,27	67,00
10	Panakkukang	58,78	58,94	58,50
11	Biringkanaya	69,33	69,31	69,00
12	Rappocini	65,14	65,19	64,90
13	Manggala	62,66	62,67	62,30
14	Tamalanrea	61,39	61,56	61,10

(Sumber : Perum BULOG Sub Divre Makassar, 2016)

- Melakukan analisa keseimbangan pada Model Transportasi yang telah diformulasikan sesuai dengan persamaan 4
- Membuat Tabel Transportasi Distribusi Raskin berdasarkan data pada tabel 1 -3 yang dibentuk sesuai dengan Tabel Transportasi (Siang, 2011)
- Menerapkan Metode LC dan VAM diterapkan pada Tabel Transportasi Distribusi Raskin dalam menentukan solusi awal yang fisibel.
- Kemudian dilanjutkan dengan penentuan solusi optimum dari tabel solusi awal yang fisibel metode LC dan VAM menggunakan Metode Batu Loncatan
- Menarik kesimpulan

HASIL PENELITIAN

Formulasi Model Transportasi

Berdasarkan data pada Tabel 1 - 3 diperoleh sebuah formulasi Model Transportasi menurut Simbolon, dkk., (2014) berdasarkan persamaan 1 diperoleh fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Minimum } Z &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \\ Z &= 65,63X_{11} + 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 63,44X_{14} + 62,51X_{15} + 60,73X_{16} + 61,49X_{17} + \\ &65,05X_{18} + 67,26X_{19} + 58,78X_{110} + 69,33X_{111} + 65,14X_{112} + 62,66X_{113} + 61,39X_{114} + \\ &65,58 X_{21} + 63,87X_{22} + 62,71X_{23} + 63,45X_{24} + 62,64X_{25} + 60,73X_{26} + 61,49X_{27} + \\ &65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 58,94X_{210} + 69,31X_{211} + 65,19X_{212} + 62,67X_{213} + 61,56X_{214} + \\ &65,30 X_{31} + 63,60X_{32} + 62,40X_{33} + 63,20X_{34} + 62,30X_{35} + 60,40X_{36} + 61,20X_{37} + \\ &64,70X_{38} + 67,00X_{39} + 58,50X_{310} + 69,00X_{311} + 64,90X_{312} + 62,30X_{313} + 61,10X_{314} \end{aligned}$$

Dan berdasarkan persamaan 2 – 3 menurut Simbolon, dkk., (2014) diperoleh fungsi kendala persediaan dan permintaan sebagai berikut :

1. Persediaan :

$$\sum_{j=1}^{14} X_{ij} = 7.959.060, i = 1,2,3$$

Gudang Panaikang I

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{110} + X_{111} + X_{112} + X_{113} + X_{114} = 3.926.570$$

Gudang Panaikang II

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{210} + X_{211} + X_{212} + X_{213} + X_{214} = 3.525.664$$

Gudang Panaikang III

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} + X_{39} + X_{310} + X_{311} + X_{312} + X_{313} + X_{314} = 506.826$$

2. Permintaan :

$$\sum_{i=1}^3 X_{ij} = 7.959.060, j = 1,2, \dots, 14$$

Kecamatan Mariso

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 357.300$$

Kecamatan Mamajang

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 292.500$$

Kecamatan Makassar

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 707.940$$

Kecamatan Ujung Pandang

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} = 87.300$$

Kecamatan Wajo

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} = 77.940$$

Kecamatan Bontoala

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} = 276.300$$

Kecamatan Tallo

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} = 1.028.520$$

Kecamatan Ujung Tanah

$$X_{18} + X_{28} + X_{38} = 535.320$$

Kecamatan Tamalate

$$X_{19} + X_{29} + X_{39} = 1.340.820$$

Kecamatan Panakkukang

$$X_{110} + X_{210} + X_{310} = 894.960$$

Kecamatan Biringkanaya

$$X_{111} + X_{211} + X_{311} = 757.980$$

Kecamatan Rappocini

$$X_{112} + X_{212} + X_{312} = 745.020$$

Kecamatan Manggala

$$X_{113} + X_{213} + X_{313} = 514.260$$

Kecamatan Tamalanrea

$$X_{114} + X_{214} + X_{314} = 342.90$$

Keseimbangan Model Transportasi

Berdasarkan formulasi model yang telah dilakukan, maka berdasarkan persamaan 4 yang dikemukakan oleh Oktarido (2014) dibentuk perhitungan berikut :

$$\sum_{j=1}^{14} X_{ij}, \text{ untuk } i = 1,2,3 = \sum_{i=1}^3 X_{ij}, \text{ untuk } j = 1,2, \dots, 14$$

$$7.959.060 = 7.959.060$$

Berdasarkan perhitungan diatas, terlihat bahwa Model Transportasi dalam masalah mengoptimalkan biaya distribusi Raskin di kota Makassar oleh Perum BULOG Sub Divre Makassar adalah Model Transportasi yang seimbang dikarenakan *total supply* (gudang) sama dengan *total demand* (kecamatan).

Tabel Transportasi

Model Transportasi dapat diselesaikan dengan bantuan Tabel Transportasi (Siang, 2011). Berdasarkan persamaan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya dapat dibentuk sebuah Tabel Transportasi Distribusi Raskin mengenai pengoptimalan biaya distribusi Raskin di kota Makassar oleh Perum BULOG Sub Divre Makassar tahun 2016 yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Menentukan Solusi Awal yang Fisibel

Metode Least Cost (LC)

Adapun Proses penyelesaian yang dilakukan untuk mendapatkan solusi awal yang fisibel menggunakan metode *LC* yaitu dilakukan sebanyak duabelas iterasi. Adapun hasil akhir perhitungan dalam hal pengoptimalan biaya distribusi Raskin kota Makassar Oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai langkah pertama atau iterasi pertama, dijelaskan bahwa biaya distribusi yang paling rendah ialah distribusi dari gudang Panaikang III ke kecamatan Panakkukang dengan biaya Rp.58,50/Kg dan jumlah alokasi Raskin 506.826 Kg, hal tersebut membuat persediaan Raskin di gudang Panaikang III habis yang mengakibatkan tidak dapat melakukan distribusi, akan tetapi permintaan Raskin dari kecamatan panakukang belum terpenuhi. Kemudian dilakukan kembali pemilihan biaya yang paling rendah dan terpilihlah distribusi dari gudang Panaikang I ke kecamatan Panakkukang dengan biaya Rp.58,78/ Kg dengan jumlah alokasi Raskin 388.134 Kg membuat permintaan dari kecamatan Panakkukang terpenuhi.

Langkah selanjutnya memilih kembali sel yang memiliki biaya terendah yang belum mendapatkan alokasi hingga permintaan Raskin dari setiap kecamatan terpenuhi. Adapun hasil akhir perhitungan dalam hal pengoptimalan biaya distribusi Raskin kota Makassar Oleh Perum

Bulog Sub Divre Makassar ditunjukkan pada Tabel 6 sehingga telah didapatkan solusi awal yang fisibel menggunakan metode *Least Cost (LC)*.

TABEL 4. Tabel Transportasi

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand
Mariso	65,63	65,58	65,30	357.300
Mamajang	63,85	63,87	63,60	292.500
Makassar	62,68	62,71	62,40	707.940
Ujung Pandang	63,44	63,45	63,20	87.300
Wajo	62,51	62,64	62,30	77.940
Bontoala	60,73	60,73	60,40	276.300
Tallo	61,49	61,49	61,20	1.028.520
Ujung Tanah	65,05	65,02	64,70	535.320
Tamalate	67,26	67,27	67,00	1.340.820
Panakkukang	58,78	58,94	58,50	894.960
Biringkanaya	69,33	69,31	69,00	757.980
Rappocini	65,14	65,19	64,90	745.020
Manggala	62,66	62,67	62,30	514.260
Tamalanrea	61,39	61,56	61,10	342.900
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060

Berdasarkan Tabel 6, maka diperoleh solusi awal yang fisibel, ditunjukkan pada hasil perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 Z &= 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 63,44X_{14} + 62,51X_{15} + 60,73X_{16} + 61,49X_{17} + 58,78X_{110} + \\
 & 65,14X_{112} + 62,66X_{113} + 61,39X_{114} + 65,58 X_{21} + 65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 69,31X_{211} + \\
 & 65,19X_{212} + 58,50X_{310} \\
 &= 63,85 \times (292.500) + 62,68 \times (707.940) + 63,44 \times (87.300) + 62,51 \times (77.940) + \\
 & 60,73 \times (276.300) + 61,49 \times (1.028.520) + 58,78 \times (388.134) + 65,14 \times (210.776) + \\
 & 62,66 \times (514.260) + 61,39 \times (342.900) + 65,58 \times (357.300) + 65,02 \times (535.320) + \\
 & 67,27 \times (1.340.820) + 69,31 \times (757.980) + 65,19 \times (534.244) + 58,50 \times (506.826) \\
 &= 23.431.734 + 18.676.125 + 44.373.679,20 + 5.538.312 + 4.872.029,40 + 16.779.699 + \\
 & 63.243.694,80 + 34.806.506,40 + 90.196.961,40 + 22.814.516,52 + 29.649.321,00 + \\
 & 52.535.593,80 + 13.729.948,64 + 34.827.366,36 + 32.223.531,60 + 21.050.631 \\
 &= \mathbf{Rp. 508.749.650}
 \end{aligned}$$

TABEL 5. Iterasi Pertama Metode LC

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand
Mariso	65,63	65,58	65,30	357.300
Mamajang	63,85	63,87	63,60	292.500
Makassar	62,68	62,71	62,40	707.940
Ujung Pandang	63,44	63,45	63,20	87.300
Wajo	62,51	62,64	62,30	77.940
Bontoala	60,73	60,73	60,40	276.300
Tallo	61,49	61,49	61,20	1.028.520
Ujung Tanah	65,05	65,02	64,70	535.320
Tamalate	67,26	67,27	67,00	1.340.820
Panakkukang	58,78 388.134	58,94 -----	58,50 506.826	894.960
Biringkanaya	69,33	69,31	69,00	757.980
Rappocini	65,14	65,19	64,90	745.020
Manggala	62,66	62,67	62,30	514.260
Tamalanrea	61,39	61,56	61,10	342.900
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060

Metode Vogel's Approximation Method (VAM)

Adapun Proses penyelesaian yang dilakukan untuk mendapatkan solusi awal yang feasible menggunakan metode VAM yaitu sebanyak limabelas iterasi. Adapun hasil akhir perhitungan dalam hal pengoptimalan biaya distribusi Raskin kota Makassar Oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar ditunjukkan pada Tabel 7 sebagai langkah pertama atau iterasi pertama dijelaskan bahwa biaya distribusi yang paling rendah ialah distribusi dari gudang Panaikang III ke kecamatan Panakkukang dengan biaya Rp.58,50/Kg dan jumlah alokasi Raskin 506.826 Kg, hal tersebut membuat persediaan Raskin di gudang Panaikang III habis yang mengakibatkan tidak dapat melakukan distribusi, akan tetapi permintaan Raskin dari kecamatan panakukang belum terpenuhi. Kemudian dilakukan kembali pemilihan biaya yang paling rendah dan terpilihlah distribusi dari gudang Panaikang I ke kecamatan Panakkukang dengan biaya Rp.58,78/ Kg dengan jumlah alokasi Raskin 388.134 Kg membuat permintaan dari kecamatan Panakkukang terpenuhi.

TABEL 6. Solusi Awal yang Fisibel Metode *LC*

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand
Mariso	65,63 ----- 357.300	65,58 ----- 357.300	65,30 ----- 357.300	357.300
Mamajang	63,85 ----- 292.500	63,87 ----- 292.500	63,60 ----- 292.500	292.500
Makassar	62,68 ----- 707.940	62,71 ----- 707.940	62,40 ----- 707.940	707.940
Ujung Pandang	63,44 ----- 87.300	63,45 ----- 87.300	63,20 ----- 87.300	87.300
Wajo	62,51 ----- 77.940	62,64 ----- 77.940	62,30 ----- 77.940	77.940
Bontoala	60,73 ----- 276.300	60,73 ----- 276.300	60,40 ----- 276.300	276.300
Tallo	61,49 ----- 1.028.520	61,49 ----- 1.028.520	61,20 ----- 1.028.520	1.028.520
Ujung Tanah	65,05 ----- 535.320	65,02 ----- 535.320	64,70 ----- 535.320	535.320
Tamalate	67,26 ----- 1.340.820	67,27 ----- 1.340.820	67,00 ----- 1.340.820	1.340.820
Panakkukang	58,78 ----- 388.134	58,94 ----- 388.134	58,50 ----- 506.826	894.960
Biringkanaya	69,33 ----- 757.980	69,31 ----- 757.980	69,00 ----- 757.980	757.980
Rappocini	65,14 ----- 210.776	65,19 ----- 534.244	64,90 ----- 210.776	745.020
Manggala	62,66 ----- 514.260	62,67 ----- 514.260	62,30 ----- 514.260	514.260
Tamalanrea	61,39 ----- 342.900	61,56 ----- 342.900	61,10 ----- 342.900	342.900
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060

Langkah selanjutnya memilih kembali sel yang memiliki biaya terendah yang belum mendapatkan alokasi hingga permintaan Raskin dari setiap kecamatan terpenuhi. Adapun hasil akhir perhitungan dalam hal pengoptimalan biaya distribusi Raskin kota Makassar Oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar ditunjukkan pada Tabel 8 sehingga telah didapatkan solusi awal yang fisibel menggunakan metode *Least Cost (LC)*.

Berdasarkan Tabel 8, maka diperoleh solusi awal yang fisibel, ditunjukkan pada hasil perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 Z &= 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 62,51X_{15} + 67,26X_{19} + 58,78X_{110} + 65,14X_{112} + 61,39X_{114} + 65,58 \\
 &X_{21} + 63,45X_{24} + 60,73X_{26} + 61,49X_{27} + 65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 69,31X_{211} + 62,67X_{213} + \\
 &62,30X_{313} \\
 &= 63,85 \times (292.500) + 62,68 \times (707.940) + 62,51 \times (77.940) + 67,26 \times (865.310) + \\
 &58,78 \times (894.960) + 65,14 \times (745.020) + 61,39 \times (342.900) + 65,58 \times (357.300) + \\
 &63,45 \times (87.300) + 60,73 \times (276.300) + 61,49 \times (1.028.520) + 65,02 \times (535.320) + \\
 &67,27 \times (475.510) + 69,31 \times (757.980) + 62,67 \times (7.434) + 62,30 \times (506.826)
 \end{aligned}$$

$$= 23.431.734 + 18.676.125 + 44.373.679 + 5.539.185 + 4.872.029 + 16.779.699 + 63.243.695 + 34.806.506 + 58.200.751 + 31.987.558 + 52.605.749 + 52.535.594 + 48.530.603 + 465.889 + 31.575.260 + 21.050.631$$

= **Rp. 508.674.686,08**

TABEL 7. Solusi Awal yang Fisibel Metode *LC*

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand	Selisih
Mariso	65,63	65,58	65,30	357.300	0,28
Mamajang	63,85	63,87	63,60	292.500	0,25
Makassar	62,68	62,71	62,40	707.940	0,28
Ujung Pandang	63,44	63,45	63,20	87.300	0,24
Wajo	62,51	62,64	62,30	77.940	0,21
Bontoala	60,73	60,73	60,40	276.300	0,33
Tallo	61,49	61,49	61,20	1.028.520	0,29
Ujung Tanah	65,05	65,02	64,70	535.320	0,32
Tamalate	67,26	67,27	67,00	1.340.820	0,26
Panakkukang	58,78 894.960	58,94 -----	58,50 -----	894.960	0,28
Biringkanaya	69,33	69,31	69,00	757.980	0,31
Rappocini	65,14	65,19	64,90	745.020	0,24
Manggala	62,66	62,67	62,30	514.260	0,36
Tamalanrea	61,39	61,56	61,10	342.900	0,29
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060	
Selisih	1,95	1,79	1,90		

TABEL 8. Solusi Awal yang Fisibel Metode *LC*

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand
Mariso	65,63 -----	65,58 357.300	65,30 -----	357.300
Mamajang	63,85 292.500	63,87 -----	63,60 -----	292.500
Makassar	62,68 707.940	62,71 -----	62,40 -----	707.940
Ujung Pandang	63,44 -----	63,45 87.300	63,20 -----	87.300
Wajo	62,51 77.940	62,64 -----	62,30 -----	77.940

Bontoala	60,73 -----	60,73 276.300	60,40 -----	276.300
Tallo	61,49 -----	61,49 1.028.520	61,20 -----	1.028.520
Ujung Tanah	65,05 -----	65,02 535.320	64,70 -----	535.320
Tamalate	67,26 865.310	67,27 475.510	67,00 -----	1.340.820
Panakkukang	58,78 894.960	58,94 -----	58,50 -----	894.960
Biringkanaya	69,33 -----	69,31 757.980	69,00 -----	757.980
Rappocini	65,14 745.020	65,19 -----	64,90 -----	745.020
Manggala	62,66 -----	62,67 7.434	62,30 506.826	514.260
Tamalanrea	61,39 342.900	61,56 -----	61,10 -----	342.900
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060

Menentukan Solusi Optimum Menggunakan *Stepping Stone Method*

Solusi Optimum Dari Solusi Awal Yang Fisibel Menggunakan LC

Penentuan solusi optimum menggunakan *Stepping Stone Method* dari solusi awal yang fisibel yang dihasilkan dari metode *LC*, dibutuhkan 5 iterasi pembentukan jalur tertutup, 5 iterasi perhitungan indeks jalur tertutup, dan 4 iterasi perbaikan alokasi hingga mendapatkan solusi optimum. Adapun Tabel Transportasi Solusi Optimum metode *LC* yang telah didapatkan ditunjukkan pada Tabel 9.

Adapun hasil perhitungan solusi optimum menggunakan *Stepping Stone Method* dari solusi awal yang fisibel yang dihasilkan dari metode *LC* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z &= 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 63,44X_{14} + 62,51X_{15} + 67,26X_{19} + 58,78X_{110} + 65,14X_{112} + 62,66X_{113} \\
 &\quad 61,39X_{114} + 65,58 X_{21} + 60,73X_{26} + 61,49X_{27} + 65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 69,31X_{211} + 62,30X_{313} \\
 &= 63,85 \times (292.500) + 62,68 \times (707.940) + 63,44 \times (87.300) + 62,51 \times (77.940) + \\
 &\quad 67,26 \times (770.576) + 58,78 \times (894.960) + 65,14 \times (745.020) + 62,66 \times (7.434) + \\
 &\quad 61,39 \times (342.900) + 65,58 \times (357.300) + 60,73 \times (276.300) + 61,49 \times (1.028.520) + \\
 &\quad 65,02 \times (535.320) + 67,27 \times (570.244) + 69,31 \times (757.980) + 62,30 \times (506.826) \\
 &= 18.676.125 + 44.373.679,20 + 5.538.312 + 4.872.029,40 + 51.828.941,76 + 52.605.748,80 \\
 &\quad + 48.530.602,80 + 465.814,44 + 21.050.631 + 23.431.734 + 16.779.699 + 63.243.694,80 + \\
 &\quad 34.806.506,40 + 38.360.313,88 + 52.535.593,80 + 31.575.259,80 \\
 &= \mathbf{Rp. 508.674.686,08}
 \end{aligned}$$

Solusi Optimum Dari Solusi Awal Yang Fisibel Menggunakan VAM

Penentuan solusi optimum menggunakan *Stepping Stone Method* dari solusi awal yang fisibel yang dihasilkan dari metode *VAM*, dibutuhkan 1 iterasi pembentukan jalur tertutup, 1 iterasi perhitungan indeks jalur tertutup, dan tidak ada iterasi perbaikan alokasi sehingga dapat dikatakan bahwa hasil dari perhitungan solusi awal yang fisibel menggunakan *VAM* telah memberikan solusi yang optimum ditunjukkan pada tabel 7. Adapun hasil perhitungan solusi

optimum menggunakan *Stepping Stone Method* dari solusi awal yang fisibel yang dihasilkan dari metode VAM sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z &= 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 62,51X_{15} + 67,26X_{19} + 58,78X_{110} + 65,14X_{112} + 61,39X_{114} + 65,58 \\
 &X_{21} + 63,45X_{24} + 60,73X_{26} + 61,49X_{27} + 65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 69,31X_{211} + 62,67X_{213} + \\
 &62,30X_{313} \\
 &= 63,85 \times (292.500) + 62,68 \times (707.940) + 62,51 \times (77.940) + 67,26 \times (865.310) + \\
 &58,78 \times (894.960) + 65,14 \times (745.020) + 61,39 \times (342.900) + 65,58 \times (357.300) + \\
 &63,45 \times (87.300) + 60,73 \times (276.300) + 61,49 \times (1.028.520) + 65,02 \times (535.320) + \\
 &67,27 \times (475.510) + 69,31 \times (757.980) + 62,67 \times (7.434) + 62,30 \times (506.826) \\
 &= 23.431.734 + 18.676.125 + 44.373.679 + 5.539.185 + 4.872.029 + 16.779.699 + \\
 &63.243.695 + 34.806.506 + 58.200.751 + 31.987.558 + 52.605.749 + 52.535.594 + \\
 &48.530.603 + 465.889 + 31.575.260 + 21.050.631 \\
 &= \mathbf{Rp. 508.674.686,08}
 \end{aligned}$$

TABEL 9. Solusi Optimum Metode LC

Ke \ Dari	Panaikang I	Panaikang II	Panaikang III	Demand
Mariso	65,63 -----	65,58 357.300	65,30 -----	357.300
Mamajang	63,85 292.500	63,87 -----	63,60 -----	292.500
Makassar	62,68 707.940	62,71 -----	62,40 -----	707.940
Ujung Pandang	63,44 87.300	63,45 -----	63,20 -----	87.300
Wajo	62,51 77.940	62,64 -----	62,30 -----	77.940
Bontoala	60,73 -----	60,73 276.300	60,40 -----	276.300
Tallo	61,49 -----	61,49 1.028.520	61,20 -----	1.028.520
Ujung Tanah	65,05 -----	65,02 535.320	64,70 -----	535.320
Tamalate	67,26 770.576	67,27 570.244	67,00 -----	1.340.820
Panakkukang	58,78 894.960	58,94 -----	58,50 -----	894.960
Biringkanaya	69,33 -----	69,31 757.980	69,00 -----	757.980
Rappocini	65,14 745.020	65,19 -----	64,90 -----	745.020
Manggala	62,66 7.434	62,67 -----	62,30 506.826	514.260
Tamalanrea	61,39 342.900	61,56 -----	61,10 -----	342.900
Supply	3.926.570	3.525.664	506.826	7.959.060

PEMBAHASAN

Pada penelitian sebelumnya, Miptahuddin (2010) membahas mengenai analisis model transportasi dengan penggunaan dua metode dalam penentuan solusi awal yang fisibel dengan metode North West Corner (NWC) dan Least Cost (LC) dan penentuan solusi optimum menggunakan metode *steeping stone* pada permasalahan pengiriman barang PT. ARTA BOGA JAKARTA Tahun 2009, dari penelitian yang dilakukan Miptahuddin (2010) Metode Least Cost memberikan hasil solusi awal yang fisibel lebih baik dibandingkan North West Corner sedangkan dalam mencapai hasil optimum dari solusi awal yang fisibel menggunakan metode

batu loncatan (*stepping stone*) diperoleh Metode *LC* memberikan satu iterasi sedangkan *NWC* memberikan dua iterasi dalam hal mencapai hasil optimum. Miphuddin menyimpulkan bahwa metode *LC* lebih baik daripada *NWC*

Pada Penelitian Caludia Nelwan, dkk (2013) membahas mengenai optimasi pendistribusian air PDAM Kabupaten Minahasa menggunakan model Transportasi dengan metode Least Cost dalam memperoleh solusi awal yang fisibel ,kemudian hasil tersebut dioptimalkan dengan metode *MODI (Modified Distribution)*. Hasil yang diperoleh dalam penerapan Model Transportasi mendapatkan biaya yang lebih minimum dibandingkan dengan perhitungan perusahaan PDAM Kabupaten Minahasa dalam pendistribusian air di Kabupaten Minahasa.

Kemudian pada penelitian Lolyta Damora Simbolon, dkk (2014) membahas mengenai optimasi biaya distribusi Raskin Perum Bulog Sub Divre Medan dengan menggunakan metode Transportasi yaitu *Vogel's Approximation Method (VAM)* dalam memperoleh solusi awal yang fisibel, kemudian hasil tersebut dioptimalkan dengan metode *MODI (Modified Distribution)*, dari penelitian ini disimpulkan bahwa hasil dari solusi awal yang fisibel menggunakan *VAM* telah memberikan hasil yang optimum.

Sementara untuk penelitian ini dijelaskan mengenai penerapan model transportasi dalam distribusi Raskin di kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar, dengan menggunakan metode Least Cost dan *Vogel's Approximation Method (VAM)* untuk mendapatkan solusi awal yang fisibel dan metode batu loncatan (*stepping stone*) untuk mendapatkan solusi optimum, hasil yang diperoleh dari penelitian ini metode *VAM* lebih baik dibandingkan dengan metode *LC* dalam penentuan solusi awal yang fisibel, kemudian dalam penentuan solusi optimum menggunakan metode *Stepping Stone* hasil perhitungan yang diberikan metode *VAM* telah memberikan solusi yang optimum tanpa melakukan perbaikan alokasi sedangkan dengan metode *LC* memerlukan empat kali perbaikan alokasi hingga memperoleh solusi optimum serta hasil perhitungan yang di dapatkan dengan menerapkan model Transportasi lebih baik dibandingkan dengan hasil perhitungan Perum Bulog Sub Divre Makassar.

KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang dapat disimpulkan :

1. Model Transportasi distribusi Raskin kota Makassar oleh Perum BULOG Sub Divre Makassar berdasarkan data distribusi Raskin tahun 2016 ditunjukkan sebagai Fungsi Tujuan :

$$Z = 65,63X_{11} + 63,85X_{12} + 62,68X_{13} + 63,44X_{14} + 62,51X_{15} + 60,73X_{16} + 61,49X_{17} + 65,05X_{18} + 67,26X_{19} + 58,78X_{110} + 69,33X_{111} + 65,14X_{112} + 62,66X_{113} + 61,39X_{114} + 65,58 X_{21} + 63,87X_{22} + 62,71X_{23} + 63,45X_{24} + 62,64X_{25} + 60,73X_{26} + 61,49X_{27} + 65,02X_{28} + 67,27X_{29} + 58,94X_{210} + 69,31X_{211} + 65,19X_{212} + 62,67X_{213} + 61,56X_{214} + 65,30 X_{31} + 63,60X_{32} + 62,40X_{33} + 63,20X_{34} + 62,30X_{35} + 60,40X_{36} + 61,20X_{37} + 64,70X_{38} + 67,00X_{39} + 58,50X_{310} + 69,00X_{311} + 64,90X_{312} + 62,30X_{313} + 61,10X_{314}$$

dan Fungsi Kendala :

$$\sum_{j=1}^{14} X_{ij} = 7.959.060 , i = 1,2,3$$

$$\sum_{i=1}^3 X_{ij} = 7.959.060 , j = 1,2, \dots, 14$$

2. Biaya optimal distribusi Raskin kota Makassar oleh Perum BULOG Sub Divre Makassar tahun 2016 dilakukan dengan menentukan solusi awal yang fisibel dengan

menggunakan metode *LC* dengan 12 iterasi dan metode *VAM* dengan 15 iterasi, menentukan solusi optimum menggunakan metode *Stepping Stone*.

3. Penerapan Model Transportasi dalam perhitungan biaya distribusi Raskin di kota Makassar oleh Perum BULOG Sub Divre Makassar tahun 2016 dapat menghemat biaya distribusi sebesar **1,7%** dibandingkan dengan perhitungan biaya distribusi Raskin Perum Bulog Sub Divre Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A. (2014). Model Transportasi Untuk Masalah Pendistribusian Air Minum (Studi Kasus Pdam Surakarta). *Teknomatika*, 7(1). 1-10.
- Bulog, P. (12 September 2014) Sekilas Perum BULOG. <http://www.BULOG.co.id/sekilas.php>. Diakses tanggal 21 Desember 2017.
- Bulog, P. (26 November 2006). Sekilas Raskin. <http://www.BULOG.co.id/sekilasraskin.php>. Diakses tanggal 21 Desember 2017.
- Fatimah, N.L. (2015). *Implementasi Pengoptimalan BiayaTransportasi Dengan North West Corner Method (Nwcm) Dan Stepping Stone Method (Ssm) Untuk Distribusi Raskin Pada Perum Bulog Sub Divre Semarang (Skripsi)*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Miptahuddin. (2010). *Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode Transportasi (Studi Kasus di PT ARTA BOGA JAKARTA Tahun 2009) (Skripsi)*. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Nelwan, C., Kekenusa, J.S., & Langi,Y. (2013). Optimasi Pendistribusian Air dengan Menggunakan Metode Least Cost dan Metode Modified Distribution. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1). 46-51
- Siang, J.J. (2011). *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis*. Edisi 2. Yogyakarta: Andi Offset.
- Simbolon, L.D., Situmorang, M., & Napitapulu, N. (2014). Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Miskin (Raskin) pada Perum BULOG Sub Divre Medan. *Santia Matematika*, 02(03). 299–311.
- Zulfikarijah, F . (2004). *Operation Research*. Malang: Universitas Udayana.