

## IMPLEMENTASI KARAGUL-SAHIN APPROXIMATION METHOD UNTUK MEMINIMALISASI BIAYA PENDISTRIBUSIAN AIR PADA MASALAH TRANSPORTASI

<sup>1</sup>Sri Basriati, <sup>2</sup>Elfira Safitri, <sup>3</sup>Dinda Kurniyawan Nusantoro

<sup>1,2,3</sup> UIN Sultan Syarif Kasim Riau

E-mail: <sup>1</sup>[sribasriati@uin-suska.ac.id](mailto:sribasriati@uin-suska.ac.id), <sup>2</sup>[elfira.safitri@uin-suska.ac.id](mailto:elfira.safitri@uin-suska.ac.id), <sup>3</sup>[dindakurniyawan09@gmail.com](mailto:dindakurniyawan09@gmail.com)

Received: February 2021; Accepted: March 2021; Published: April 2021

### Abstract

Transportation problems such as transportation activities and allocation to reach consumers is one of the factors that determine the level of satisfaction. To find the level of customer satisfaction, it requires an appropriate and efficient transportation model. One of which is in the Air Minum Mata Air Sikumbang business owned by Mr. Zulfikar, located in Rumbio, Kampar. The method used in this research is the Karagul-Sahin Approximation method. The purpose this study is to obtain an optimal solution for water distribution using the Karagul-Sahin Approximation method. Based on the results of the study the cost of distributing drinking water is still not efficient because it still uses estimation and there is no separate technique used to allocate water distribution. The solution made in this study using the Karagul-Sahin Approximation Method for the initial basic feasible solution and Stepping Stone for the optimal solution value so as to obtain the distribution of water at a minimum cost. Based on research using the method of Karagul-Sahin Approximation and Stepping Stone, a weekly cost savings of Rp. 469.515,00 s obtained.

Keywords: Karagul-sahin approximation method, transportation problems, stepping stone method

### Abstrak

Permasalahan transportasi seperti kegiatan pengangkutan dan pengalokasian agar sampai ke tangan konsumen adalah salah satu faktor yang menentukan tingkat kepuasan. Untuk mencapai tingkat kepuasan konsumen tersebut, maka diperlukan model transportasi yang tepat dan efisien. Salah satunya terdapat pada usaha Air Minum Mata Air Sikumbang milik bapak Zulfikar yang berlokasi di Rumbio, Kampar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Karagul-Sahin Approximation*. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan solusi optimal pendistribusian air menggunakan metode *Karagul-Sahin Approximation*. Berdasarkan hasil penelitian biaya pendistribusian air minum tersebut masih belum efisien dikarenakan masih menggunakan taksiran dan belum mempunyai teknik tersendiri yang digunakan untuk melakukan pengalokasian pendistribusian air. Penyelesaian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Karagul-Sahin Approximation* untuk nilai fisibel awal dan *Stepping Stone* untuk nilai solusi optimal sehingga diperoleh pendistribusian air dengan biaya yang minimum. Berdasarkan penelitian dengan metode *Karagul-Sahin Approximation* dan *Stepping Stone* diperoleh penghematan biaya perminggu sebesar Rp. 469.515,00

Kata kunci: *Karagul-sahin approximation method*, masalah transportasi, *stepping stone method*

\*Corresponding author.

Peer review under responsibility UIN Imam Bonjol Padang.

© 2021 UIN Imam Bonjol Padang. All rights reserved.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

## PENDAHULUAN

Masalah transportasi merupakan bagian dari persoalan program linier yang membahas tentang minimasi biaya transportasi dari suatu tempat ke tempat lain (Nufus, 2016). Tujuan dari model transportasi ini adalah menentukan pendistribusian suatu produk dari sejumlah sumber kepada sejumlah tujuan, dengan meminimumkan ongkos pengangkutan yang terjadi (Dimiyati, 2006). Terdapat dua metode uji optimal dalam model transportasi yaitu metode *stepping stone* dan metode *modified distribution*. Sebelum pengujian optimalitas, perlu dilakukan pencarian solusi layak dasar awal seperti *least cost method*, *north west corner method*, *russell's approximation method* dan *vogell's approximation method* (Siswanto, 2007).

Penelitian sebelumnya terkait dengan masalah distribusi dilakukan oleh Nelwan dan menghasilkan biaya yang lebih kecil setelah menggunakan model transportasi (Nelwan, 2013:46-50). Penelitian lain juga dilakukan oleh Ardhayani mengenai biaya distribusi pakan ternak dan menghasilkan biaya yang lebih optimal daripada sebelum dilakukan optimalisasi (Ardhayani, 2017:95-100). Sedangkan Andriati mengulas tentang masalah transportasi menggunakan model *transshipment* (Andriati, 2018). Begitu pula dengan Shafarda yang membahas tentang meminimumkan biaya distribusi jeruk dan terjadi penghematan biaya pendistribusian

sebesar 11,28% (Shafarda, 2019:132-139). Penelitian terkait selanjutnya dilakukan oleh Karagul dan Sahin yang menjelaskan hasil solusi awal menggunakan *karagul-sahin approximation method* lebih efisien daripada metode yang digunakan pada penelitian terkait sebelumnya seperti *least cost method*, *north west corner method* dan *vogell's approximation method* (Karagul, 2020:211-218). Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui biaya minimum dan pengalokasian pendistribusian air minum mata air sikumbang hingga sampai ke masyarakat menggunakan *karagul-sahin approximation method* dengan uji optimal *stepping stone method*.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer biaya pendistribusian air minum mata air sikumbang setiap minggu.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini adalah data yang berasal langsung dari pemilik usaha air minum mata air sikumbang tersebut yaitu Zulfikar yang berlokasi di Desa Pulau Sarak, Rumbio, Kampar, Riau dengan melalui teknik wawancara yang diambil pada 24 februari 2020.

**Prosedur****Langkah-Langkah Metode Karagul-Sahin****Approximation**

Adapun langkah-langkah dalam penerapan metode berulang *karagul-sahin approximation* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai  $r_{ij}$  (PDM) dan  $r_{ji}$  (PSM) untuk matriks A (WCD) dan B (WCS).

$$r_{ij} = \frac{d_j}{s_i}; i = 1,2,3, \dots, m; j = 1,2,3, \dots, n \quad (2.1)$$

$$r_{ji} = \frac{s_i}{d_j}; i = 1,2,3, \dots, m; j = 1,2,3, \dots, n \quad (2.2)$$

dengan:

$r_{ij}$  : Matriks permintaan proporsional (PDM).

$r_{ji}$  : Matriks suplay proporsional (PSM).

$d_j$  : Jumlah Permintaan

$s_i$  : Jumlah Persediaan

2. Menghitung matriks biaya transportasi dengan mengalikan tarif dan nilai biaya dan membentuk matriks A (WCD) dan B (WCS).
3. Mencari biaya terkecil dalam matriks WCD dan mengalokasikannya dengan mempertimbangkan batasan permintaan dan penawaran.
4. Mencari biaya terkecil dalam matriks WCS dan mengalokasikan dengan mempertimbangkan batasan permintaan dan penawaran.
5. Ketika semua tuntutan langkah 1-4 sudah terpenuhi, selesaikan algoritma. Jika tidak, kembali ke langkah 3 dan 4.
6. Membandingkan nilai solusi dari matriks tugas. Menetapkan solusi yang lebih kecil sebagai solusi awal.

**Metode Stepping Stone**

Metode *Stepping Stone* atau metode batu loncatan merupakan langkah lanjutan dari salah satu metode dasar yang telah dijelaskan sebelumnya untuk mendapatkan solusi optimal yaitu total biaya minimum. Metode ini merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produk yang optimal dengan syarat dan ketentuan yang harus diperhatikan. Metode *Stepping Stone* dilakukan setelah melalui *Karagul-Sahin Approximation Method* (Fatimah, 2015).

**Langkah-langkah metode stepping stone**

Metode *Stepping Stone* memiliki alur kerja sebagai berikut:

1. Menentukan variabel masuk, yaitu sel yang berkecenderungan untuk dipertukarkan dengan isi sel yang lain
2. Menentukan sel yang berseberangan lokasinya untuk proses pertukaran.
3. Pertukaran dilakukan. Jika hasil lebih optimal maka proses dianggap berhasil. Uji lagi dengan variabel.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Permasalahan transportasi yang akan dibahas di penelitian ini adalah masalah transportasi tidak seimbang dimana jumlah permintaan yang jauh lebih besar daripada kapasitas muatan alat angkut yang tersedia.

## Perhitungan Pendistribusian Air Pertama

### Langkah 1: Membuat Tabel Biaya Transportasi

Berdasarkan permasalahan, maka dapat dibuat tabel biaya transportasi (dalam rupiah) sebagai berikut:

**Tabel 1. Data Biaya Transportasi Air serta Permintaan dan Muatan Alat Angkut**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	2741	2593	3185	4222	1556	135
Grandmax	3188	2875	3500	4125	1625	80
L300	3222	3000	3500	4222	1556	90
Carry	3308	2923	3846	4769	2000	65
Permintaan	560	140	540	110	130	$\frac{370}{1480}$

dengan:

Pku : Pekanbaru  
 Tp : Tapung  
 Ta : Tandun  
 UB : Ujung Batu  
 PP : Pulau Payung

**Langkah 2:** Menghitung nilai  $r_{ij}$  (PDM) pada Persamaan (2.1) dan  $r_{ji}$  (PSM) pada Persamaan (2.2) untuk matriks A (WCD) dan B (WCS).

#### a. Menghitung nilai $r_{ij}$ (PDM)

Perhitungan Nilai  $r_{ij}$  (PDM) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2. Matriks Permintaan Proporsional (PDM) Hari Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	$\frac{560}{135}$	$\frac{140}{135}$	$\frac{540}{135}$	$\frac{110}{135}$	$\frac{130}{135}$	135
Grandmax	$\frac{560}{80}$	$\frac{140}{80}$	$\frac{540}{80}$	$\frac{110}{80}$	$\frac{130}{80}$	80
L300	$\frac{560}{90}$	$\frac{140}{90}$	$\frac{540}{90}$	$\frac{110}{90}$	$\frac{130}{90}$	90
Carry	$\frac{560}{65}$	$\frac{140}{65}$	$\frac{540}{65}$	$\frac{110}{65}$	$\frac{130}{65}$	65
Permintaan	560	140	540	110	130	$\frac{370}{1480}$

#### b. Menghitung nilai $r_{ji}$ (PSM)

Perhitungan Nilai  $r_{ji}$  (PSM) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3. Matriks Persediaan Proporsional (PDM) Hari Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	$\frac{135}{160}$	$\frac{135}{140}$	$\frac{135}{540}$	$\frac{135}{110}$	$\frac{135}{130}$	135
Grandmax	$\frac{80}{560}$	$\frac{80}{140}$	$\frac{80}{540}$	$\frac{80}{110}$	$\frac{80}{130}$	80
L300	$\frac{90}{560}$	$\frac{90}{140}$	$\frac{90}{540}$	$\frac{90}{110}$	$\frac{90}{130}$	90
Carry	$\frac{65}{560}$	$\frac{65}{145}$	$\frac{65}{540}$	$\frac{65}{110}$	$\frac{65}{130}$	65
Permintaan	560	140	540	110	130	$\frac{370}{1480}$

### Langkah 3: Menghitung matriks biaya

transportasi dengan mengalikan tarif dan nilai biaya dan membentuk matriks A (WCD) dan B (WCS) yang disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut:

**Tabel 4. Biaya Transportasi Berdasarkan Permintaan (WCD) Hari Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	11370,07	2689,04	12740	3440,15	1498,37	135
Grandmax	22316	5031,25	23625	5671,87	2640,62	80
L300	20048	4666,67	21000	5160,13	2247,55	90
Carry	2849,974	6295,69	31951,38	8070,62	4000	65
Permintaan	560	140	540	110	130	370 1480

**Tabel 5. Biaya Transportasi Berdasarkan Permintaan (WCS) Hari Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	660,85	2500,39	796,25	5181,55	1615,85	135
Grandmax	455,43	1642,86	518,52	3000	1000	80
L300	517,77	1928,57	583,33	3454,36	1077,23	90
Carry	383,96	1357,11	462,94	2818,04	1000	65
Permintaan	560	140	540	110	130	370 1480

**Langkah 4:** Membandingkan nilai solusi dari matriks WCD dan WCS. Tetapkan solusi yang lebih kecil sebagai solusi awal.

Solusi awal dari masalah transportasi pendistribusian air dihari pertama yang diberikan dengan menggunakan *Karagul-Sahin Approximation Method*, dari solusi awal tersebut diuji optimalitas dengan menggunakan metode *Stepping Stone* yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

**Tabel 6. Solusi Awal dengan *Karagul-Sahin Approximation* untuk Pendistribusian Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	11370	2689 5	12740	3440	1498 130	135
Grandmax	22316	5031 45	23625	5672 35	26401	80
L300	20048	4667 90	21000	5160	2248	90
Carry	28500	6296	3195	8071 65	4000	65
Permintaan	560	140	540	110	130	370 1480

Setelah semua alokasi terpenuhi berarti hasil solusi awal pada pendistribusian air pada hari pertama telah diperoleh yaitu,  $x_{12} = 5$ ,  $x_{15} = 130$ ,  $x_{22} = 45$ ,  $x_{24} = 35$ ,  $x_{32} = 90$ , dan  $x_{44} = 65$ . Dalam penyelesaian dengan metode *Stepping Stone*, dapat dilakukan perubahan jalur, perubahan jalur dimulai dari sel kosong yang pertama dan seterusnya. Berikut hasil solusi optimal menggunakan *stepping Stone* pendistribusian pertama yang dapat dilihat pada Tabel 7:

**Tabel 7. Hasil Solusi Optimal dengan *Stepping Stone* untuk Pendistribusian Pertama**

Angkutan	Daerah Tujuan					Muatan (Jerigen)
	Pku	Tp	Ta	UB	PP	
Engkel	2741 100	2593 35	3185	4222	1556	135
Grandmax	3188	2875 40	3500	4125	1625 40	80
L300	3222	3000	3500	4222	1556 90	90
Carry	3308	2923 65	3846	4769	2000	65
Dummy	0 460	0	0 540	0 110	0	

Permintaan	560	140	540	110	130	370
n						1480

Masalah transportasi ini telah optimal dengan 6 langkah iterasi *Stepping Stone*. Jadi diperoleh biaya minimum  $Z = 874.890$ , artinya diperoleh biaya minimum sebesar Rp. 874.890.-

**Perhitungan Pendistribusian Air Kedua**

Pendistribusian kedua air minum, dengan sisa permintaan yang belum terpenuhi yaitu Pekanbaru 460 jerigen, Tandun 540 jerigen dan Ujung Batu sebanyak 110 jerigen. Maka didapat solusi awal dengan *Karagul-Sahin Approximation Method* berikut:

$$Z_{min} = 1.274.965$$

Dengan cara yang sama pada pendistribusian air hari pertama, maka diperoleh hasil solusi optimal dengan *Stepping Stone* untuk Hari Kedua yang dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

**Tabel 8. Hasil Solusi Optimal dengan *Stepping Stone* untuk Pendistribusian Ketiga**

Angkutan	Daerah Tujuan			Muatan (Jerigen)
	Pku	Ta	UB	
Engkel	2741 135	3185 110	4222	135
Grandmax	3188 80	3500 80	4125	80
L300	3222 90	3500 90	4222	90
Carry	3308 65	3846	4769	65
Dummy	0 90	0 260	0 110	740
Permintaan	460	540	110	

Masalah transportasi ini telah optimal dengan 4 langkah iterasi *Stepping Stone*. Jadi

diperoleh biaya minimum  $Z = 1.130.075$ , artinya diperoleh biaya minimum sebesar Rp. 1.130.075.-

**Perhitungan Pendistribusian Air Ketiga**

Pendistribusian ketiga air minum, dengan sisa permintaan yang belum terpenuhi yaitu Pekanbaru 90 jerigen, Tandun 540 jerigen dan Ujung Batu sebanyak 110. Maka didapat solusi awal dengan *Karagul-Sahin Approximation Method* sebagai berikut:

$$Z_{min} = 1.274.965$$

Dengan cara yang sama pada pendistribusian air hari pertama dan kedua, maka diperoleh hasil solusi optimal dengan *Stepping Stone* untuk Hari Ketiga yang dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

**Tabel 9. Hasil Solusi Optimal dengan *Stepping Stone* untuk Pendistribusian Ketiga**

Angkutan	Daerah Tujuan			Muatan (Jerigen)
	Pku	Ta	UB	
Engkel	2741 25	3185 110	4222	135
Grandmax	3188	3500 80	4125	80
L300	3222	3500 90	4222	90
Carry	3308 65	3846	4769	65
Dummy	0	0 260	0 110	740
Permintaan	90	540	110	

Masalah transportasi ini telah optimal dengan 2 langkah iterasi *Stepping Stone*. Jadi diperoleh biaya minimum  $Z = 1.228.895$ , artinya diperoleh biaya minimum sebesar Rp. 1.228.895.-

### Perhitungan Pendistribusian Air Keempat

Pendistribusian keempat air minum, dengan sisa permintaan yang belum terpenuhi yaitu Tandun 260 jerigen dan Ujung Batu sebanyak 110 jerigen. Maka didapat solusi awal dengan *Karagul-Sahin Approximation Method* sebagai berikut:

$$Z_{min} = 1.389.035$$

Dengan cara yang sama pada pendistribusian air hari pertama, kedua dan ketiga, maka diperoleh hasil solusi optimal dengan *Stepping Stone* untuk Hari Keempat yang dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

**Tabel 10. Hasil Solusi Optimal dengan *Stepping Stone* untuk Pendistribusian Keempat**

Angkutan	Daerah Tujuan		Muatan (Jerigen)
	Tandun	Ujung Batu	
Engkel	3185	4222	135
	135		
Grandmax	3500	4125	80
		80	
L300	3500	4222	90
	60	30	
Carry	3846	4769	65
	65		
Dummy	0	0	370
Permintaan	260	110	

Masalah transportasi ini telah optimal dengan 2 langkah iterasi *Stepping Stone*. Jadi diperoleh biaya minimum  $Z = 1.346.625$ , artinya diperoleh biaya minimum sebesar Rp. 1.346.625.-

Karena penyelesaian pendistribusian air dilakukan sebanyak empat kali untuk

memenuhi permintaan konsumen, sehingga diperoleh biaya minimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_{min} &= \text{solusi optimal 1} + \text{solusi optimal 2} \\ &+ \text{solusi optimal 3} + \text{solusi optimal 4} \\ &= 1.274.965 + 1.130.075 \\ &+ 1.228.895 + 1.346.625 \\ &= 4.580.485. \end{aligned}$$

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, penyelesaian yang dilakukan menggunakan metode *Karagul-Sahin Approximation* untuk nilai fisibel awal dan *Stepping Stone* untuk nilai solusi optimal menghasilkan empat kali pendistribusian air minum dalam seminggu maka dapat diambil kesimpulan terhadap permasalahan transportasi pada pendistribusian usaha Air Minum Mata Air Sikumbang yaitu, bahwa metode tersebut juga dapat digunakan untuk mengatur pengalokasian air guna untuk mencapai biaya yang lebih optimal dan efisien. Dengan metode ini didapatkan hasil dari perhitungan dan pencarian biaya optimal menjadi sebesar Rp.4.580.485,00 dari sebelumnya biaya yang dikeluarkan adalah Rp. 5.050.000,00. Jika dibandingkan setiap minggunya, maka dapat dilakukan penghematan biaya untuk minggu berikutnya sebesar Rp. 469.515,00. Jadi, diperoleh biaya minimum untuk pendistribusian air sikumbang sebesar Rp. 4.580.485.-

## Saran

Disarankan lebih mengembangkan ilmu pengetahuan dengan menggunakan teknik yang berbeda dan aplikasi yang sesuai untuk permasalahan transportasi seta menambahkan beberapa model transportasi lain atau teknik lainnya seperti *Russel Approximation Method* sebagai pembanding untuk mendapatkan solusi optimal yang lebih akurat dan efisien sehingga ilmu operasi riset yang kita pelajari dapat berkembang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan pada zaman yang akan datang.

## REFERENSI

- Ardhayani, I.K. (2017). Mengoptimalkan Biaya Distribusi Pakan Ternak Dengan Menggunakan Metode Transportasi. *Engineering And Sains Journal*. 1 (2), 95-100.
- Andriati R. (2018). Penyelesaian Model Transshipment Dengan Metode Least Cost, North West Corner Dan Vogell's Approximation Method. *Skripsi*, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Dimiyati, T. & Dimiyati, A. (2006). *Operations Research*. Bandung: Penerbit Sinar Baru Algensindo Bandung.
- Fatimah, Nur Laely. (2015). implementasi Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan North West Corner Method (NWCM) dan Stepping Stone Method (SSM) untuk Distribusi Raskin pada Perum Bulog Sub Divre Semarang. *Skripsi*, Universitas Negeri Semarang.
- Karagul, K. & Sahin, Y. (2020). A Novel Approximation Method To Obtain Initial Basic Feasible Solution of Transportation Problem. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 32, 211-218.
- Nufus, H. & Nurdin, E. (2016). *Program Linier*. Pekanbaru: Cahaya Firdaus.
- Nelwan, et al. (2013). Optimasi Pendistribusian Air Dengan Menggunakan Metode Least Cost Dan Metode Modified Distribution. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13 (1), 46-50.
- Shafarda, et al. (2019). Meminimumkan Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan Vogell's Approximation Method Dengan Uji Optimal Stepping Stone. *E-Jurnal Matematika*, 8 (2), 132-139.
- Siswanto. (2007). *Operations Research Jilid I*. Jakarta: Erlangga.