

**PERBANDINGAN METODE ASM, *STEPPING STONE* DAN METODE MODI
PADA BIAYA ANGKUT TRANSPORTASI
(Kasus Studi: Data Pendistribusian Raskin Perum Bulog Divre Kalimantan Barat
Tahun 2018 Pada Bulan Januari-September)**

Fitri, Helmi, Mariatul Kiftiah

INTISARI

Dalam mendistribusikan barang ke berbagai tujuan sebagai salah satu bagian dari operasional perusahaan, tentu membutuhkan biaya transportasi yang besar. Perencanaan yang matang diperlukan agar biaya transportasi yang dikeluarkan seminimal mungkin. Perum Bulog Divre Kalimantan Barat sebagai pelaksana program Raskin untuk beberapa wilayah di Kalimantan Barat yaitu Divre Kota Pontianak, Subdivre Singkawang, Subdivre Ketapang, Subdivre Sintang, Subdivre Sanggau, dan Subdivre Putussibau dibawah koordinasi Divre Kalimantan Barat mengeluarkan dana yang cukup besar untuk kegiatan pendistribusian. Pengeluaran biaya angkut transportasi yang dikeluarkan Perum Bulog Divre Kalimantan Barat sebesar Rp. 2.236.337.070,-. Metode transportasi yang digunakan untuk memecahkan permasalahan transportasi pada penelitian ini adalah metode ASM, metode Stepping Stone dan metode Modi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode ASM, metode Stepping Stone dan metode Modi dalam meminimumkan biaya angkut transportasi pendistribusian Raskin Perum Bulog Divre Kalimantan Barat. Langkah-langkah dalam pemecahan pencarian solusi optimal pada masalah transportasi ini dengan membuat tabel transportasi dari data yang sudah dikumpulkan. Mencari solusi optimal menggunakan metode ASM, metode Stepping Stone dan metode Modi. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besarnya biaya angkut transportasi menggunakan metode ASM, Stepping Stone dan metode Modi menghasilkan biaya transportasi yang sama sebesar Rp. 2.046.604.020,-, sehingga menghemat biaya pendistribusian sebesar Rp. 189.733.050,- atau sama dengan 8,48% berkurangnya dari biaya distribusi yang dikeluarkan Perum Bulog. Perusahaan dapat menghemat biaya dengan cara pengalokasian yang tepat.

Kata kunci: Riset Operasi, Metode Vogel, Raskin

PENDAHULUAN

Perum Bulog Divre Kalimantan Barat sebagai pelaksana program Raskin untuk beberapa wilayah di Kalimantan Barat yaitu Divre Kota Pontianak, Subdivre Singkawang, Subdivre Ketapang, Subdivre Sintang, Subdivre Sanggau, dan Subdivre Putussibau dibawah koordinasi Divre Kalimantan Barat mengeluarkan dana yang cukup besar untuk kegiatan pendistribusian. Salah satu faktor penyebabnya adalah besarnya biaya angkut beban distribusi Raskin ke setiap tujuan yang dikeluarkan. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang matang untuk meminimumkan biaya pendistribusian Raskin yang dikeluarkan adalah seoptimal mungkin.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya distribusi adalah dengan metode transportasi [1]. Metode transportasi terdiri dari dua langkah utama, yaitu pencarian solusi awal dan pencarian solusi optimal. Untuk mencari solusi awal antara lain metode Pojok Barat Laut, Metode Biaya Terkecil, dan metode VAM (*Vogel's Approximation Method*). Metode *Stepping Stone* dan metode Modi digunakan untuk pencarian solusi optimal dari penyelesaian awal yang telah diperoleh sebelumnya menggunakan ketiga metode di atas. Seiring perkembangan waktu, metode untuk menyelesaikan masalah transportasi bisa diselesaikan secara langsung tanpa mencari solusi awal. Beberapa metode langsung yang telah berhasil dikembangkan diantaranya metode ASM, metode *Zero Neighbouring*, metode *Zero Suffix*, metode *Zero Point*, metode *Exponential Approach*.

Permasalahan pada penelitian ini adalah membandingkan hasil biaya pendistribusian Raskin Perum Bulog Divre Kalimantan Barat Tahun 2018 pada bulan Januari-September sesuai dengan persediaan dan permintaan dari perusahaan atau anak perusahaan. Penulisan ini dilakukan dengan menggumpulkan data yang terdiri dari data pendistribusian Raskin yang meliputi lokasi gudang serta biaya transportasi pendistribusian, jumlah permintaan Raskin, dan jumlah persediaan Raskin. Kemudian membuat tabel dari data yang telah ada. Mencari solusi optimal menggunakan metode ASM, metode *Stepping Stone*, dan metode Modi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode ASM, metode *Stepping Stone* dan Metode Modi untuk meminimumkan biaya angkut transportasi pendistribusian Raskin Perum Bulog Divre Kalimantan Barat.

METODE TRANSPORTASI

Metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan biaya pengangkutan dari berbagai daerah sumber menuju berbagai daerah tujuan. Metode transportasi juga dapat digunakan untuk perencanaan produksi [2]. Gambaran umum masalah transportasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran Umum Masalah Transportasi

Sumber(S_i)	Tujuan(D_j)				Persediaan (a_i)
	D_1	D_2	...	D_n	
S_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
\vdots	\vdots
S_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
b_j	b_1	b_2	...	b_n	

Sumber: Rangkuti, 2013

Keterangan :

- S_i adalah sumber ke $i, i = 1, 2, 3, \dots, m$
- D_j adalah tujuan ke $j, j = 1, 2, 3, \dots, n$
- a_i adalah persediaan ke $i, i = 1, 2, 3, \dots, m$
- b_j adalah permintaan ke $j, j = 1, 2, 3, \dots, n$
- c_{ij} adalah biaya transportasi per unit barang dari sumber i ke tujuan $j, i = 1, 2, 3, \dots, m, j = 1, 2, 3, \dots, n$
- x_{ij} adalah banyak unit yang diangkut dari sumber i ke tujuan $j, i = 1, 2, 3, \dots, m, j = 1, 2, 3, \dots, n$

Berdasarkan Tabel 1 dapat disusun model matematika sebagai berikut :

$$\text{Meminimumkan : } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_{mn}x_{mn}$$

$$\text{dengan kendala : } \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

METODE ASM

Metode ASM merupakan metode langsung untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan menitikberatkan pada sel hasil reduksi baris dan kolom. Langkah-langkah penyelesaian transportasi menggunakan metode ASM menurut [3] sebagai berikut :

- Membuat tabel transportasi.
- Mengurangi nilai tiap baris pada tabel transportasi dengan nilai minimum tiap baris. Kemudian mengurangi nilai tiap kolom dengan nilai minimum tiap kolom.

3. Memilih nilai nol pada baris dan kolom. Misalkan yang dipilih (i, j) , hitung jumlah nol (kecuali yang sudah dipilih) pada baris ke i dan kolom ke j . Kemudian memilih nol selanjutnya dan menghitung jumlah nol sesuai baris dan kolom dengan cara yang sama. Diperlakukan untuk baris dan kolom biaya.
4. Memilih nol dengan jumlah nol minimum dari hasil perhitungan langkah 3 dan memenuhi jumlah maksimum yang memungkinkan pada sel tersebut. Jika terjadi jika terjadi lebih dari satu untuk beberapa nol dari langkah 3, pilih salah satu nol dari beberapa nol tersebut kemudian mengalokasikan jumlah yang mungkin untuk sel tersebut.
5. Menghapus baris atau kolom dimana persediaan maksimum data telah habis dan permintaan sudah terpenuhi.
6. Mengecek apakah hasil perhitungan barisan dan kolom terdapat minimal satu nilai nol terdapat pada baris dan kolom? Jika tidak, maka kembali kelangkah 2, selain itu melanjutkan kelangkah 7.
7. Mengulangi langkah 3 dan 6 kecuali semua permintaan terpenuhi dan semua persediaan telah habis.

METODE STEPPING STONE

Metode *Stepping Stone* merupakan langkah lanjutan dari metode awal untuk mendapatkan solusi optimal. Metode *Stepping Stone* merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara coba-coba. Langkah-langkah metode *Stepping Stone* sebagai berikut [4]:

1. Isi tabel awal dengan metode solusi awal.
2. Pilih sebarang sel kosong untuk diisi dengan syarat akan membentuk loop yang berakhir dan berawal pada sel kosong, dimana sel yang masuk hanyalah sel yang akan diisi.
3. Beri tanda plus (+) pada sel kosong, tempatkan secara bergantian tanda plus (+) dan tanda minus (-) pada setiap kotak pada jalur tertutup yang baru saja dilalui.
4. Hitunglah indeks perbaikan dengan menambahkan biaya unit yang ditemukan setiap kotak berisi tanda plus (+) dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus (-).
5. Ulangi langkah 3 hingga 4 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 tercapai. Jika belum, dapat terus ditingkatkan untuk mengurangi biaya pengiriman total.

METODE MODI

Metode Modi merupakan perkembangan dari metode *Stepping Stone*, karena penentuan segi tempat sel kosong yang bisa menghemat biaya dilakukan dengan prosedur yang lebih pasti dan tepat. Adapun langkah-langkah metode Modi sebagai berikut [4]:

1. Penentuan sel masuk
Untuk setiap sel basis, hitung $u_i + v_j = c_{ij}$.
 u_i menunjukkan baris ke i , v_j menunjukkan kolom ke j dan c_{ij} adalah biaya pada sel ij , karena jumlah variabel yang tidak diketahui u_i dan v_j lebih banyak dibandingkan jumlah persamaan yang dibentuk, maka salah satu variabel diasumsikan bernilai 0. Untuk setiap sel non basis, hitung $\overline{c_{ij}} = u_i + v_j - c_{ij}$. $\overline{c_{ij}}$ adalah biaya yang baru yang akan dicari.
2. Penentuan sel keluar. Penentuan sel keluar dilakukan menggunakan loop tertutup. Awal dan akhir loop adalah sel masuk.
3. Periksa apakah sudah optimal. Syarat optimal untuk meminimalkan adalah jika $\overline{c_{ij}} \leq 0$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data dari Perum Bulog Divre Kalimantan Barat yang meliputi data kapasitas persediaan, permintaan dan banyaknya pendistribusian Raskin yang dikeluarkan dari gudang 1 (Serdam) dan gudang 2 (Wajo Hulu) kesetiap tujuan dapat dilihat dalam bentuk Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi Raskin (Kg) setiap Bulan dari Dua Gudang ke setiap tujuan pada Divre Kalimantan Barat Tahun 2018 pada Bulan Januari-September

Sumber(S_i)	Tujuan(D_j)						Persediaan(a_i)
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	
Gudang 1	377.375	207.705	180.930	180.580	94.590	64.150	1.105.330
Gudang 2	377.375	207.705	180.930	180.580	94.590	64.150	1.105.330
Permintaan(b_j)	754.750	415.410	361.860	361.160	189.180	128.300	2.210.660

Biaya distribusi yang dikeluarkan oleh Perum Bulog dari gudang setiap tujuan yang diperoleh dari wawancara salah satu karyawan gudang dapat dibentuk dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Distribusi Raskin (Rp/Kg) dari Dua Gudang ke setiap tujuan di Kalimantan Barat

Sumber Tujuan	Gedung Serdam	Gedung Wajo Hulu
Divre Kota Pontianak (D_1)	87	174
Subdivre Singkawang (D_2)	696	609
Subdivre Ketapang (D_3)	2088	2082
Subdivre Sintang (D_4)	1392	1392
Subdivre Sanggau (D_5)	783	870
Subdivre Putussibau (D_6)	2523	2610

Penyelesaian Menggunakan Metode ASM

Hasil perhitungan dari metode ASM dapat disajikan dalam bentuk Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Penyelesaian Menggunakan Metode ASM

Sumber(S_i)	Tujuan(D_j)						Persediaan(a_i)
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	
Gudang 1	754.750	0	0	33.100	189.180	128.300	0
Gudang 2	0	415.410	361.860	328.060	0	0	0
Permintaan(b_j)	0	0	0	0	0	0	0

Karena semua persediaan dan permintaan telah terpenuhi maka dapat dihitung menggunakan metode ASM pada tabel masalah transportasi tersebut yaitu sebesar

$$Z = 754.750(87) + 415.410(609) + 361.860(2082) + 33.100(1392) + 328.060(1392) + 189.180(783) + 128.300(2523) = 2.046.604.020$$

Jadi biaya angkut transportasi menggunakan metode ASM sebesar Rp. 2.046.604.020,-. Maka pengalokasian pada Divre Pontianak dari gudang Serdam sebanyak 754.750 kg, Subdivre Singkawang dari gudang Wajo Hulu sebanyak 415.410 kg, Subdivre Ketapang dari gudang Wajo Hulu sebanyak 361.860 kg, Subdivre Sintang dari gudang Serdam sebanyak 33.100 kg dan dari gudang Wajo Hulu sebanyak 328.060 kg, Subdivre Sanggau dari gudang Serdam sebanyak 189.180 kg, Subdivre Putussibau dari gudang Serdam sebanyak 128.300 kg.

Penyelesaian Menggunakan Metode Stepping Stone

Hasil dari solusi awal metode Vogel dapat disajikan dalam bentuk Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Penyelesaian Awal Menggunakan Metode Vogel

Sumber (S_i)	Tujuan(D_j)						Persediaan(a_i)
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	
Gudang 1	754.750			161.400	189.180		0
	87	696	2088	1392	783	2523	
Gudang 2		415.410	361.860	199.760		128.300	0
	174	609	2082	1392	870	2610	
Permintaan(b_j)	0	0	0	0	0	0	0

Karena persediaan dan permintaan telah habis maka dapat dihitung hasil menggunakan metode Vogel sebagai berikut:

$$Z = 754.750(87) + 415.410(609) + 361.860(2082) + 161.400(1392) + 199.760(1392) + 189.180(783) + 128.300(2610) = 2.046.965.880$$

Hasil perhitungan dari metode *Stepping Stone* solusi optimal dapat disajikan dalam bentuk Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6 Tabel Perbaikan Metode *Stepping Stone*

Sumber (S_i)	Tujuan (D_j)						Persediaan (a_i)
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	
Gudang 1	754.750 87	696	2088	33.100 1392	189.180 783	128.300 2523	0
Gudang 2	174	415.410 609	361.860 2082	328.060 1392	870	2610	0
Permintaan (b_j)	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel pilih sel-sel yang kosong untuk mencari indeks perbaikan. Cari jalur terdekat (gerakannya harus horizontal atau vertikal) dari sel yang kosong melalui pijakan sel kosong itu kembali ke sel kosong semula. Tanda (+) dan (-) muncul bergantian pada tiap sudut sel dari jalur terpendek, dimulai dengan tanda (+) pada sel kosong. Tanda putaran searah jarum jam. Hitunglah indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda (+), dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak yang berisi tanda (-). Semua indeks perbaikan untuk semua kotak sel kosong telah dihitung. Jika semua indeks yang dihitung lebih besar atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai. Jika tidak, maka solusi sekarang dapat ditingkatkan untuk mengurangi biaya pengiriman total.

Sel kosong:

$$c_{12} = 696 - 1392 + 1392 - 609 = 87$$

$$c_{13} = 2088 - 1392 + 1392 - 2082 = 6$$

$$c_{21} = 174 - 1392 + 1392 - 87 = 87$$

$$c_{25} = 870 - 1392 + 1392 - 783 = 87$$

$$c_{26} = 2610 - 1392 + 1392 - 2523 = 87$$

Karena indeks perbaikan dari sel-sel lebih besar atau sama dengan nol maka solusi optimal telah tercapai. Jadi solusi optimal menggunakan metode *Stepping Stone* adalah

$$Z = 754.750(87) + 415.410(609) + 361.860(2082) + 33.100(1392) + 328.060(1392) + 189.180(783) + 128.300(2523) = 2.046.604.020$$

Jadi biaya angkut transportasi menggunakan metode *Stepping Stone* sebesar Rp. 2.046.604.020,-. Maka pengalokasian pada metode ini sama seperti pengalokasian menggunakan metode ASM.

Penyelesaian Menggunakan Metode Modi

Hasil perhitungan dari metode Modi dapat disajikan dalam bentuk Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7 Penyelesaian Menggunakan Metode Modi

Sumber (S_i)	Tujuan (D_j)						Persediaan (a_i)
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	
Gudang 1	754.750 87	696	2088	33.100 1392	189.180 783	128.300 2523	0
Gudang 2	174	415.410 609	361.860 2082	328.060 1392	870	2610	0
Permintaan (b_j)	0	0	0	0	0	0	0

Untuk sel basis:

$$u_1 + v_1 = 87$$

$$u_1 + v_4 = 1329$$

$$u_1 + v_5 = 783$$

$$u_1 + v_6 = 2523$$

$$u_2 + v_2 = 609$$

$$u_2 + v_3 = 2082$$

$$u_2 + v_4 = 1392$$

$$u_1 = 0 \text{ maka } v_1 = 87, v_4 = 1392, v_5 = 783, v_6 = 2523$$

$$u_2 = 0; v_2 = 609; v_3 = 2082$$

Untuk sel non basis :

$$\bar{c}_{12} = u_1 + v_2 - c_{12} = 0 + 699 - 696 = 0$$

$$\bar{c}_{13} = u_1 + v_3 - c_{13} = 0 + 2082 - 2082 = 0$$

$$\bar{c}_{21} = u_2 + v_1 - c_{21} = 0 + 87 - 174 = -87$$

$$\bar{c}_{25} = u_2 + v_5 - c_{25} = 0 + 783 - 870 = -87$$

$$\bar{c}_{26} = u_2 + v_6 - c_{26} = 0 + 2523 - 2610 = -87$$

Karena semua nilai \bar{c}_{ij} lebih kecil atau sama dengan nol, maka tabel sudah optimal.

$$Z = 754.750(87) + 415.410(609) + 361.860(2082) + 33.100(1392) + 328.060(1392) + 189.180(783) + 128.300(2523) = 2.046.604.020.$$

Jadi biaya angkut transportasi menggunakan metode Modi sebesar Rp. 2.046.604.020,-. Maka pengalokasian pada metode ini sama seperti pengalokasian menggunakan metode ASM dan *Stepping Stone*.

PENUTUP

Sesuai pada pembahasan dan hasil yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Diperoleh biaya angkut transportasi pendistribusian Raskin Perum Bulog Divre Kalimantan Barat Tahun 2018 pada bulan Januari-September dengan metode ASM sebesar Rp. 2.046.604.020,-, dengan metode *Stepping Stone* sebesar Rp. 2.046.604.020,-, dan metode Modi biaya sebesar Rp. 2.046.604.020,-,
2. Berdasarkan data perusahaan menunjukkan total biaya yang dikeluarkan Perum Bulog Divre Kalimantan Barat Tahun 2018 pada bulan Januari-September adalah sebesar Rp. 2.236.337.070 untuk pendistribusian setiap bulannya.
3. Diperoleh solusi optimal pada biaya angkut pendistribusian Raskin dengan metode transportasi metode ASM, *Stepping Stone* dan Modi yang memiliki selisih biaya sebesar Rp. 189.733.050,- atau sama dengan 8.48 % berkurang dari biaya awal yang dikeluarkan Perum Bulog Divre Kalimantan Barat Tahun 2018 pada bulan Januari-September.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anugrah, M., *Pengantar Riset Operasional*, Gunadarma, Jakarta., 1993.
- [2] Rangkuti, A., *7 Model Riset Operasi dan Aplikasinya*, Brilian International, Surabaya. 2013.
- [3] Quddoos, A.; Javaid, S. and Khalid, M.M., 2012, A New Method for Finnding an Optimal Solution for Transportasi Problem, *IJCSE.*, 4: 1271 – 12.
- [4] Siringoringo, H., *Pemograman Linear.*, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2005.

FITRI : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN Pontianak
fitriasnawi1122@gmail.com

HELMI : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
helmi@math.untan.ac.id

MARIATUL KIFTIAH : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
kiftiahmariatul@math.untan.ac.id