

Aplikasi *Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]* Terhadap Permasalahan Distribusi di PT. Pertamina Medan

Muslim Harahap¹, Abil Mansyur²

¹ Mahasiswa Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan
e-mail: harahapmuslim@gmail.com

² Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan

ABSTRAK

Metode Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] merupakan satu dari sekian banyak metode yang digunakan dalam penentuan solusi layak dasar atau alokasi beban distribusi awal dalam proses penyelesaian masalah tentang model transportasi, khususnya yang berkaitan dengan masalah model transportasi yang tidak seimbang yang mana total suplai tidak sama dengan total permintaan. Setelah solusi layak dasar atau alokasi beban ditentukan dengan metode Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R], solusi layak dasar atau alokasi beban tersebut diuji optimalisasinya menggunakan Stepping stone. Data yang diperoleh dari PT. Pertamina Medan dianalisis dengan menggunakan implementasi Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]. Biaya alokasi pendistribusian PT. Pertamina Medan sebelum dianalisis dengan Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] akan dibandingkan dengan biaya alokasi pendistribusian PT. Pertamina Medan setelah dianalisis dengan Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] serta Stepping Stone untuk mengetahui biaya alokasi mana yang menghasilkan biaya yang minimum.

Kata kunci : *Transportasi, Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R], Stepping Stone*

ABSTRACT

Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] is one of among many other methods that used to determine Initial Basic Feasible Solution to solve Transportation Problem, in particular link to Transportation Problem on handling unbalanced case where total supply is different from total demand. After Initial Basic Feasible Solution is determined by using Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R], then it must be tested by using Stepping Stone to determine whether it's already optimum or it hasn't. Data from PT. Pertamina Medan will be analyzed with using the implementation of Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]. The total cost of distribution of PT. Pertamina Medan before using Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] will be compared with The total cost of distribution of PT. Pertamina Medan after using Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R] and Stepping Stone, then it's going to be found which one is more minimum.

Keywords: *Transportation, Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R], Stepping Stone*

PENDAHULUAN

Berdirinya suatu perusahaan di tengah-tengah kehidupan masyarakat mempunyai tujuan untuk menghasilkan suatu alat pemuas yang berupa barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Eksistensi perusahaan tersebut bergantung pada tanggapan masyarakat terhadap produk-produk yang dihasilkan dan berkaitan dengan program pemasaran produk yang dilakukan perusahaan.

Agar tujuan kegiatan pemasaran dapat tercapai maka salah satu program yang harus dijalankan bagi perusahaan yaitu menyalurkan/mendistribusikan produk-produk hasil produksi kepada konsumen. Sejalan dengan tujuan tersebut perusahaan memerlukan rencana pendistribusian produk yang tepat karena dengan ketidaktepatan dalam pendistribusian dapat menyebabkan tidak optimalnya pemasaran atau juga bisa menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

PT. PERTAMINA merupakan perusahaan negara yang bergerak di bidang usaha minyak dan gas bumi. Kegiatan usaha yang dilakukan perusahaan adalah menghasilkan produk-produk olahan minyak dan gas bumi serta kegiatan usaha lain yang terkait atau menunjang kegiatan usaha di bidang minyak dan gas bumi tersebut. Kegiatan produksi produk-produk olahan minyak dan gas bumi tidak terlepas dari kegiatan distribusi yaitu penyaluran pasokan minyak dan gas bumi dari sumbernya ke pabrik pengolahannya. Dalam penyaluran tersebut, khususnya penyaluran gas bumi di bagian pemasaran Sumatera, terdapat beberapa *Supply Point* yang bersaing dalam proses penyaluran pasokan gas bumi ke beberapa SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) yaitu *Supply Point* Kilang II Dumai dan Depot Pangkalan Susu. Sementara itu SPPBE yang menjadi tujuan dua *Supply Point* tersebut adalah PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya, PT. Cipta Karya Gemilang Mandira serta PT. Nasangga

Putra. Selain itu terdapat perbedaan biaya angkut per satuan unit gas dari masing-masing *Supply Point* ke SPPBE yang menjadi tujuan penyaluran pasokan gas bumi tersebut. Produksi gas bumi dari sumber gas/lapangan gas bumi setiap waktu bisa berubah. Perubahan tersebut bisa terjadi karena disebabkan oleh menurunnya kemampuan produksi secara alamiah (*natural decline*) maupun sebab lainnya. Perubahan suplai pasokan gas ini akhirnya juga akan berpengaruh terhadap permintaan masing-masing SPPBE yang bisa dipenuhi oleh masing-masing *Supply Point*. Hal ini berarti total suplai bisa lebih besar dari total permintaan atau total suplai lebih kecil dari total permintaan (Afriana, Staff PT. Pertamina bagian gas domestic region I Medan). Oleh karena itu diperlukan cara yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas tersebut diantara beberapa aktivitas yang bersaing sehingga diperoleh suatu solusi yang optimal.

Permasalahan di atas merupakan persoalan transportasi, karena memenuhi ciri-ciri persoalan transportasi. Ciri-ciri persoalan transportasi yaitu terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu; kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu; komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber; serta ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu (Dimiyanti, T dan Dimiyanti, A. 2010).

Permasalahan transportasi dapat diselesaikan dengan sebuah algoritma yang disebut algoritma transportasi. Pada algoritma transportasi ada tahapan yang menjadi bagian penting dari penyelesaian masalah transportasi yaitu penemuan solusi layak dasar. Satu dari metode yang

sangat baik untuk menentukan solusi layak dasar adalah *Vogel's Approximation Method* (VAM) diantara banyaknya metode lain yang tersedia di dalam literatur-literatur tentang masalah transportasi. Pada permasalahan transportasi PT. PERTAMINA, terdapat kasus dimana total suplai (penawaran) dari dua *Supply Point* tidak sama dengan total permintaan untuk tiga SPPBE yang menjadi tempat tujuan pendistribusian. Kasus ini merupakan kasus transportasi yang tidak seimbang. Pada kasus transportasi yang tidak seimbang diperlukan suatu baris dummy atau kolom dummy dalam proses penentuan solusi layak dasarnya. Penggunaan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) dan metode lainnya terhadap penentuan solusi layak dasar pada kasus permasalahan transportasi yang tidak seimbang memperhitungkan membuat alokasi di sel yang terletak di baris dummy atau kolom dummy sampai langkah terakhir. Biasanya sel-sel kosong pada baris atau kolom dummy diperlakukan sama seperti biaya sel sesungguhnya dan kemudian diselesaikan seperti masalah transportasi yang seimbang. Ketika menggunakan VAM dan metode lainnya untuk menemukan solusi layak dasar dari masalah transportasi yang tak seimbang, alokasi pertama yang dibuat adalah di sel dummy di matriks transportasi. Oleh karena itu, sesungguhnya kita pertama kali memulai solusi dengan pengalokasian di sel dummy (fiksi) yang kurang baik untuk membuat pengalokasian (Ghosh, D.K. dan Zaveri, Y. 2013). Sementara itu penggunaan *Proposed Algorithm*-[VAM-R] ini mengusulkan bahwa biaya kosong ataupun tidak kosong pada sel dummy lebih baik tidak diperlakukan seperti biaya sesungguhnya sampai pengalokasian yang terakhir. Itu juga lebih baik diperhatikan bahwa pada setiap tingkatan sel dummy tidak dipertimbangkan untuk menghitung penalti ketika menggunakan VAM-R untuk menemukan solusi layak dasar untuk

masalah transportasi yang tidak seimbang. Seluruh pengalokasian awal dilakukan di sel yang sesungguhnya dan pengalokasian di sel dummy dilakukan terakhir.

Metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) serta metode lainnya lebih lemah untuk menghasilkan solusi layak dasar yang berkualitas baik pada permasalahan transportasi yang tidak seimbang dibandingkan dengan penggunaan *Proposed Algorithm*-[VAM-R]. Ukuran masalah yang lebih besar menghasilkan solusi optimum dengan cepat serta membutuhkan sedikit usaha penghitungan serta sedikit waktu untuk mencapai keadaan optimal. VAM-R jauh lebih kompeten dalam menangani sel-sel dummy pada kasus transportasi tidak seimbang sehingga menghasilkan solusi awal dasar yang jauh lebih baik dari masalah transportasi yang tidak seimbang tersebut. VAM-R jauh lebih efisien dibandingkan dengan VAM dan metode lainnya dalam hal persentase solusi terbaik dan jumlah iterasi yang diperlukan untuk mencapai nilai optimum.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di divisi Domestic Gas Region I PT. Pertamina (Persero) Marketing Operasional Region I Medan yang berlokasi di Jl. K.L. Yos Sudarso 8-10 Medan.

Adapun tahapan atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menguraikan teori dasar yang menunjang terhadap pembahasan yang diperoleh dari jurnal, buku, dan internet.
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan dengan cara wawancara dengan staf perusahaan PT. Pertamina Medan di bagian domestic gas.
3. Membuat Tabel Transportasi sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Transportasi

SUMBER	TUJUAN				Kapasitas sumber per periode
	T_1	T_2	...	T_n	
S_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
S_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
.					.
S_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
Kebutuhan tujuan per periode	b_1	b_2	...	b_n	$\sum a_i$ $\sum b_i$

4. Penganalisisan data yang diperoleh dengan menggunakan pendekatan *Proposed Algorithm*-[VAM-R] untuk mencari solusi layak dasar dengan langkah sebagai berikut:

- a. Tentukan penalty cost untuk masing-masing baris dan kolom dengan mengurangi biaya sel terkecil di baris atau kolom dari biaya sel terkecil berikutnya di baris yang sama atau kolom yang sama.
- b. Pilih baris atau kolom dengan penalty cost yang tertinggi. Jika terdapat lebih dari satu penalty cost tertinggi di baris atau kolom tersebut, kemudian pilih sel dengan biaya terendah di baris atau kolom itu. Lebih jauh jika terdapat lebih dari satu sel dengan biaya terendah, pilih sel dengan kemungkinan alokasi maksimum pada biaya terendah. Jika terdapat lebih dari satu terhadap kemungkinan jumlah maksimum pengalokasian maka pilih sel di baris (kolom) dengan maksimum supply (demand).

- c. Hapus atau coret baris atau kolom yang mana supply atau demand terpenuhi.
 - d. Ulangi langkah a sampai c pada tabel yang tereduksi sehingga semua keperluan terpenuhi.
 - e. Hitung biaya total transportasi untuk alokasi yang layak menggunakan tabel biaya transportasi.
5. Melakukan pengujian optimalitas dengan metode Stepping Stone, prosesnya sebagai berikut:
- a. Pilih segi empat tak terpakai yang hendak dievaluasi
 - b. Cari jalur terdekat (gerakan hanya secara horizontal atau vertical) dari segi empat tak terpakai ini melalui pijakan segiempat itu kembali ke segi empat tak terpakai semula hanya ada satu jalur terdekat untuk setiap sel tak terpakai dalam suatu pemecahan tertentu. Meskipun kita bisa memakai jalur batu loncatan atau sel tak terpakai secara sembarang, jalur terdekat hanya ada pada sel yang kita jadikan batu loncatan dan sel tak terpakai yang dinilai.
 - c. Tanda tambah (+) dan kurang (-) muncul berganti pada tiap sudut sel dari jalur terdekat, dimulai dengan tanda tambah (+) pada sel kosong berilah tanda putaran secara jalur jam atau sebaliknya.
 - d. Jumlahkan unit biaya dalam segi empat dengan tanda tambah (+) sebagai tanda penambahan biaya. Penurunan biaya diperoleh dari penjumlahan unit biaya dalam setiap sel negatif (penurunan biaya yang paling besar) bila tak ada nilai negatif pada evaluasi sel kosong berarti pemecahan sudah optimal.
 - e. Ulangi langkah (a) s/d (d) untuk sel kosong lainnya, dan bandingkan hasil evaluasi sel kosong tersebut. Pilihan nilai evaluasi yang paling negatif

(artinya penurunan biaya yang paling besar), bila tak ada nilai negatif pada evaluasi sel kosong berarti pemecahan sudah optimal.

- f. Lakukan perubahan jalur pada sel terpilih dengan cara mengalokasikan sejumlah unit terkecil dari sel bertanda kurang (-) dan tambah (+) terhadap sel bertanda tambah.
 - g. Ulangi langkah (a) s/d (f) sampai diperoleh indeks perbaikan atau evaluasi sel kosong tidak ada yang bernilai negatif.
 - h. Semua sel kosong yang tidak bernilai negatif menunjukkan pemecahan masalah telah optimal.
1. Membuat kesimpulan dan saran terhadap permasalahan yang dihadapi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil berupa data rata-rata penerimaan bulk setiap bulan, data penawaran setiap bulan, data permintaan setiap bulan dan data biaya angkut per satuan kg.

Adapun data untuk Bulan Januari yang diperoleh dari perusahaan sebagai berikut :

1. Data rata-rata penerimaan bulk elpiji Bulan Januari

Tabel 2. Data rata-rata penerimaan bulk Bulan Januari

Plant	SPPBE	Penerimaan (kg)
Kilang II Dumai	PT Bangko Bakti Perdana Trijaya	493.827
	PT Cipta Karya Gemilang Mandiri	186.867
	PT Nasangga Putra	528.225
Depot Pangkalan Susu	PT Bangko Bakti Perdana Trijaya	-
	PT Cipta Karya Gemilang Mandiri	-

	PT Nasangga Putra	100.033
--	-------------------	---------

2. Data Penawaran Bulan Januari

Tabel 3. Data penawaran Bulan Januari

Plant	Penawaran
Kilang II Dumai	1.208.919
Depot Pangkalan Susu	100.033

3. Data Permintaan Bulan Januari

Tabel 4. Data permintaan Bulan Januari

SPPBE	Permintaan
PT Bangko Bakti Perdana Trijaya	493.827
PT Cipta Karya Gemilang Mandiri	186.867
PT Nasangga Putra	628.258

4. Data Biaya Angkut per satuan kg

Tabel 5. Biaya angkut per satuan kg

Plant	SPPBE	Biaya angkut per kg
Kilang II Dumai	PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya	434
	PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri	453
	PT. Nasangga Putra	362
Depot Pangkalan Susu	PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri	634
	PT. Nasangga Putra	583

Membuat Tabel Transportasi

Sebagai langkah pertama adalah menuangkan kasus dalam penelitian ini dalam sebuah tabel transportasi sebagai berikut.

Tabel 6. Tabel Transportasi Bulan Januari

Sumber	Tujuan			Kapasitas suplai
	PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya	PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri	PT. Nasangga Putra	
Kilang II Dumai	x_{11} 434	x_{12} 453	x_{13} 362	1.208.919
Depot Pangkalan Susu	x_{21} 0	x_{22} 634	x_{23} 583	100.033
Kebutuhan tujuan	493.827	186.867	628.258	1.308.952

Dalam kasus transportasi pertamina, Kilang II Dumai merupakan sumber utama (prioritas utama) dalam pendistribusian. Sehingga untuk matriks transportasi, biaya dari Kilang II Dumai ke PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya, PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri dan PT. Nasangga Putra menjadi 0. Sementara itu biaya dari Depot Pangkalan Susu ke PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya dirubah menjadi M yang merupakan notasi untuk bilangan yang sangat besar dikarenakan tidak adanya komoditi yang didistribusikan. Hal ini menyebabkan tabel transportasi menjadi seperti berikut.

Tabel 7. Tabel Transportasi Revisi Bulan Januari

Sumber	Tujuan			Kapasitas suplai
	PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya	PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri	PT. Nasangga Putra	
Kilang II Dumai	x_{11} 0	x_{12} 0	x_{13} 0	1.208.919
Depot Pangkalan Susu	x_{21} M	x_{22} 634	x_{23} 583	100.033

Kebutuhan tujuan	493.827	186.867	628.258	1.308.952
				1.308.952

Penerapan Proposed Algorithm-[VAM-R]

Langkah kedua adalah penerapan *Proposed Algorithm - [Vogel's Approximation Method-R]* yang hasil akhirnya seperti tabel berikut ini.

Tabel 8. Alokasi akhir VAM-R

Sumber	Tujuan			Kapasitas suplai
	PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya	PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri	PT. Nasangga Putra	
Kilang II Dumai	493.827 0	186.867 0	528.225 0	1.208.919
Depot Pangkalan Susu	x_{13} M	x_{23} 634	100.033 583	100.033
Kebutuhan tujuan	493.827	186.867	628.258	1.308.952

Biaya distribusi berdasarkan *Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]* adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Biaya total alokasi VAM-R

Sel	Biaya × Beban	Biaya
(1,1)	434,- × 493.827	214.320.918,-
(1,2)	453,- × 186.867	84.650.751,-
(1,3)	362,- × 528.225	191.217.450,-
(2,3)	583,- × 100.033	58.319.239,-
Total		548.508.358,-

Catatan: Pada tabel alokasi akhir, biaya masing-masing sel dikembalikan seperti semula.

Uji Stepping Stone

Pengujian stepping stone dilakukan dengan membuat jalur tertutup terhadap sel-sel kosong kemudian menghitung unit biaya yang dipindahkan. Jika nilai sel-sel kosong ini positif, maka tabel transportasi telah mencapai hasil yang optimum.

Berdasarkan uji stepping stone terhadap alokasi akhir VAM-R didapat bahwa sel-sel kosong bernilai positif. Ini menunjukkan telah tercapai hasil yang optimum.

Hasil Pembahasan

Hasil sebelum analisis *Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]* dan setelah analisis *Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]* dirangkum di tabel berikut.

Tabel 10. Hasil sebelum dan sesudah analisis *Proposed Algorithm-[Vogel's Approximation Method-R]*

Bulan	Sebelum Analisis VAM-R	Sesudah Analisis VAM-R
Januari	Rp. 548.508.358,-	Rp. 548.508.358,-
Februari	Rp. 584.974.339,-	Rp. 584.974.339,-
Maret	Rp. 584.839.797,-	Rp. 584.839.797,-
April	Rp. 620.746.019,-	Rp. 620.746.019,-
Mei	Rp. 729.911.437,-	Rp. 734.191.437,-
Juni	Rp. 607.596.401,-	Rp. 607.596.401,-
Juli	Rp. 759.944.596,-	Rp. 763.448.396,-
Agustus	Rp. 817.620.874,-	Rp. 823.940.130,-
September	Rp. 705.122.847,-	Rp. 709.110.087,-
Oktober	Rp. 716.472.832,-	Rp. 719.006.152,-
November	Rp. 869.327.688,-	Rp. 876.334.208,-
Desember	Rp. 815.327.682,-	Rp. 817.802.682,-

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan menggunakan model

Proposed-Algorithm –[*Vogel's Approximation Method-R*] dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu biaya total pendistribusian dengan metode *Proposed Algorithm-[VAM-R]* dan diuji menggunakan *Stepping Stone* setiap bulan adalah:

- Bulan Januari sebesar Rp. 548.508.358,-.
- Bulan Februari sebesar Rp. 584.974.339,-.
- Bulan Maret sebesar Rp. 584.839.797,-.
- Bulan April sebesar Rp. 620.746.019,-.
- Bulan Mei sebesar Rp. 734.191.437,-.
- Bulan Juni sebesar Rp. 607.596.401,-.
- Bulan Juli sebesar Rp. 763.448.396,-.
- Bulan Agustus sebesar Rp. 823.940.130,-.
- Bulan September sebesar Rp. 709.110.087,-.
- Bulan Oktober sebesar Rp. 719.006.152,-.
- Bulan November sebesar Rp. 876.334.208,-.
- Bulan Desember sebesar Rp. 817.802.682,-.

Biaya sesudah analisis VAM-R lebih besar dibandingkan sebelum analisis VAM-R karena mempertimbangkan beberapa kasus-kasus khusus dalam masalah transportasi yaitu prioritas dan isolasi. Pemberian prioritas distribusi berarti menetapkan biaya terkecil pada sel prioritas. Mengisolasi sebuah sel berarti menetapkan biaya terbesar pada sel yang diisolasi.

Pengalokasian suplai yang ada yang meminimumkan biaya distribusi Pertamina untuk setiap bulannya adalah sebagai berikut:

- Pengalokasian dari Kilang II Dumai ke PT. Bangko Bakti Perdana Trijaya.
- Pengalokasian dari Kilang II Dumai ke PT. Cipta Karya Gemilang Mandiri.
- Pengalokasian dari Kilang II Dumai ke PT. Nasangga Putra.
- Pengalokasian dari Depot Pangkalan Susu ke PT. Nasangga Putra

REFERENSI

- [1] Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta:Erlangga.

- [2] Dimiyati, T dan Dimiyati, A. 2010. *Operations Reaserch*. Bandung: Sinar Baru Algensindo. Yogyakarta: Penerbit BPFE Yogyakarta.
- [3] Ghosh, D.K. dan Zaveri, Y. 2013. Another Approach of Solving Unbalanced Transportation Problem Using Vogel's Approximation Method. *International Journal of Research in Commerce, IT and Management* **03**: 45-48.
- [4] Hakim, M.A. 2012. An Alternative Method to Find Initial Basic Feasible Solution of a Transportation Problem. *Annals of Pure and Applied Mathematics* **01**: 203-209.
- [5] Hiller, F.S. dkk. 1990. *Pengantar Riset Operasi(Edisi Kelima)*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Kakay, T.J. 2008. *Pemrograman Linier*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [7] Korukoglu, S dan Balli, S. 2011. An Improved Vogel's Approximation Method for the Transportation Problem. *Mathematical and Computational Applications* **16**: 370-381.
- [8] Mulyono, S. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [9] Prawirosentono, S. 2005. *Riset Operasi Dan Ekonofisika*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [10] Rao, K.C. dan Mishra, S.L. 2005. *Operations Reaserch*. New Delhi: Narosa Publishing House.
- [11] Siagian, P. 2006. *Penelitian Operasional*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- [12] Singh, S. dkk. 2012. Optimization and analysis of some variants through Vogel's approximation method (VAM), *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)* **02**: 20-30.
- [13] Siswanto. 2006. *Operation Research Jilid I*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [14] Subagyo, P. 2005. *Dasar-Dasar Operations Research Edisi 2*. Yogyakarta: Penerbit BPFE Yogyakarta.
- [15] Taylor, B.W. 2001. *Sains Manajemen*. Jakarta: Salemba Empat.