

Penyelesaian Model *Transshipment* dengan Metode *Least Cost*, *North West Corner* dan *Vogel's Approximation Method* (Studi Kasus: PT. Subur Bangun Transport)

Sri Basriati¹, Reni Andriati², Elfira Safitri³

^{1,2,3} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: sribasriati@uin-suska.ac.id, reniandriati1@gmail.com

Abstrak

Permasalahan transportasi sering dijumpai salah satunya terdapat pada PT. Subur Bangun Transport yang bergerak dibidang bahan bangunan. Perusahaan tersebut mendistribusikan barangnya dengan tepat waktu dan biaya yang minimum, namun sering kali dijumpai barang tidak langsung sampai ke toko melainkan transit digudang atau tempat lain. Oleh karena itu, diperlukan penyelesaian permasalahan transportasi menggunakan model *transshipment*. Penyelesaian masalah transportasi dimulai dengan mengubah tabel transportasi ke tabel *transshipment* dengan menambahkan kolom dan baris penghubung serta kolom *dummy*. Solusi awal menggunakan metode *least cost*, *north west corner* dan *Vogel's approximation method*. Selanjutnya, solusi optimal akan diselesaikan dengan metode *stepping stone*. Metode *stepping stone* merupakan metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial error* (coba-coba). Hasil penelitian diperoleh bahwa biaya pendistribusian bahan bangunan adalah sebesar Rp3.275.500, sehingga biaya penghematan yang diperoleh PT. Subur Bangun Transport adalah Rp1.022.000.

Kata Kunci: *Least cost*, *model transshipment*, *north west corner*, *stepping stone*, *Vogel's approximation method*

Abstract

Transportation problems are often found one of them is in PT. Subur Bangun Transport engaged in building materials. The company distributes its goods in a timely manner and a minimum cost, but it is often found that the goods do not go directly to the store but in the warehouse transit or else where. Therefore, it is necessary to solve transportation problems using the *transshipment model*. Solving the transport problem begins by changing the transport table to the *transshipment table* by adding columns and connecting rows and *dummy columns*. The initial solution uses the method of *least cost method*, *north west corner* and *Vogel's approximation method*. Furthermore, the optimal solution will be completed by *stepping stone method*. *Stepping stone method* is a method that changes the allocation of products to obtain optimal production allocation using the way of *trial error* (trial and error). The results obtained that the cost of distribution of building materials amounted to Rp 3.275.500, so the cost savings obtained by PT. Subur Bangun Transport is Rp 1.022.000.

Keywords: *Least cost*, *north west corner*, *stepping stone*, *transshipment model*, *Vogel's approximation method*

1. Pendahuluan

Aminudin [1] Model *transshipment* merupakan suatu masalah transportasi dimana sebagian atau seluruh barang yang diangkut dari sumber tidak langsung dikirim ke tempat tujuan tetapi melalui transit. Dengan demikian tujuan utama masalah *transshipment* adalah untuk menentukan jumlah barang yang akan dikirim dari suatu sumber ke tempat tujuan akhir meskipun melalui tempat transit dengan ketentuan kebutuhan pada tempat tujuan akhir bisa terpenuhi, dengan total biaya yang seminimum mungkin. Model *transshipment* dapat diselesaikan dengan beberapa metode yaitu metode *least cost*, metode *north west corner* dan metode *Vogel's approximation method*. Menurut Taha [7] metode *north west corner* atau metode sudut barat laut memulai dengan mengalokasikan jumlah maksimum yang dapat diijinkan oleh penawaran dan permintaan. Metode *least cost* atau biaya terkecil adalah metode yang pengalokasiannya dimulai pada kotak yang biaya terendah selanjutnya yang belum terpenuhi nilai *demand* dan *supply*-nya. Metode *Vogel's approximation method* metode ini lebih sederhana dan lebih cepat mengatur alokasi dari beberapa sumber ke tujuan dibandingkan metode lain. penyelesaian akhir atau penyelesaian optimalnya menggunakan metode batu loncatan (*stepping stone*)

Metode *stepping stone* merupakan metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial error* (coba-coba). Penelitian ini telah dilakukan oleh Syaripuddin [6] tentang "*Penyelesaian Masalah Transshipment Menggunakan Vogel's Approximation Method*". Selain itu, penelitian yang sama dilakukan oleh M. Safir dkk [5] tentang "*Optimalisasi Pendistribusian Pupuk di Wilayah Sulawesi Tengah Melalui Model Transshipment dengan Menggunakan Metode Vogel's Approximation*". Selanjutnya ada juga penelitian yang dilakukan oleh Hadi Muhammad, Candra. Dwijanto, & Abidin, Zaenal [4] tentang "*Optimalisasi Model Transshipment di PT. Primatexco Menggunakan Program Solver*". Berdasarkan beberapa penelitian di atas maka penelitian ini akan menggabungkan keduanya menjadi "*Penyelesaian Model Transshipment dengan Metode Biaya Terkecil Least Cost, North West Corner dan Vogel's Approximation Method*" dengan penyelesaian optimal dengan metode *stepping stone*.

2. Metode dan Bahan Penelitian

2.1 Model Transshipment

Dimiyati [2] Model *transshipment* merupakan perluasan dari masalah transportasi. Model *transshipment* adalah model transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang (komoditas) secara tidak langsung, dimana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain atau tujuan lain sebelum mencapai tujuan akhirnya. Ekren dan Heragu [3] menyatakan bahwa penyatuan proses pendistribusian telah banyak digunakan yang bertujuan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan layanan kepada konsumen sehingga dikembangkan proses pendistribusian lanjutannya itu pendistribusian dengan model *transshipment*. Model *transshipment* merupakan suatu masalah transportasi dimana sebagian atau seluruh barang yang diangkut dari sumber tidak langsung dikirim ketempat tujuan tetapi melalui transit. Selanjutnya, mengubah tabel *transshipment* ke model transportasi umum. Kemudian menyelesaikan model *transshipment* dengan metode *least cost*, *north west corner* dan *Vogel's approximation method* untuk penyelesaian awalnya.

2.2 Metode Least Cost

Metode *least cost* metode yang pengalokasiannya dimulai pada kotak yang biaya terendah selanjutnya yang belum terpenuhi nilai *demand* dan *supply*-nya. Adapun langkah-langkah metode *least cost* :

- Menampilkan permasalahan kedalam matriks.
- Memeriksa bahwa $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$.
- Pilih biaya atau nilai terkecil pada kotak kecil dari kotak tabel transportasi. Bila terdapat kesamaan pada nilai kotak kecil maka pilih total terbanyak dari persediaan dan permintaan dengan memperhatikan alokasi transport yang seimbang.
- Setelah biaya atau nilai terkecil pada kotak kecil tabel transportasi dipilih maka isi nilai alokasi pada kotak transport yang didalamnya terdapat kotak kecil tersebut.
- Kembali pada langkah kedua dengan memilih biaya atau nilai terkecil pada kotak-kotak transport yang tersisa dimana garis lurus pada garis atau kolom belum ada.
- Menghitung total biaya yang diperoleh, biaya dikatakan optimal jika tabel telah terpenuhi sesuai dengan baris persediaan dan kolom permintaan.

2.3 Metode North West Corner

Metode *north west corner* atau metode sudut barat laut dimulai dengan mengalokasikan jumlah maksimum yang dapat diijinkan oleh penawaran dan permintaan serta perhitungan dimulai dari kotak sudut paling kiri. Langkah-langkah metode *north west corner*: Menampilkan permasalahan kedalam matriks.

- Memeriksa bahwa $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$
- Selalu memulai pengisian yang pertama kali pada jalur yang berada pada pojok kiri atas. Pengisian atau pengalokasian barang pada jalur ini harus berpedoman pada kapasitas yang ada dan jumlah permintaan yang ada.
- Lakukan gerakan zig-zag dari pojok kiri atas ke arah kanan bawah, sampai semua permintaan yang ada.
- Menghitung total biaya yang diperoleh, biaya dikatakan optimal jika tabel telah terpenuhi sesuai dengan baris persediaan dan kolom permintaan.

2.4 Metode Vogel's Approximation Method

Metode *Vogel's approximation method* metode ini lebih sederhana dan lebih cepat mengatur alokasi dari beberapa sumber ke tujuan dibandingkan metode lain. Langkah-langkah metode *Vogel's approximation method*:

- Menampilkan permasalahan kedalam matriks.
- Memeriksa bahwa $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$
- Menghitung selisih dari dua biaya paling kecil dan terkecil setelah biaya tersebut diantara beberapa biaya yang ada baik sebaris atau sekolom.
- Pilih selisih terbesar dari langkah (3) lalu pilih kotak yang bernilai ongkos terkecil yang sejajar dengan nilai selisih terbesar yang dipilih.
- Menghitung total biaya yang diperoleh, biaya dikatakan optimum jika tabel telah terpenuhi sesuai dengan baris persediaan dan kolom permintaan.

2.5 Metode Batu Loncatan (Stepping Stone)

Metode *stepping stone* merupakan metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial error* (coba-coba). Walaupun merubah alokasi dengan cara coba-coba, namun ada syarat yang harus diperhatikan yaitu dengan melihat pengurangan biaya per unit yang lebih besar dari pada penambahan biaya per unitnya. Langkah-langkah penyelesaian akhir metode *stepping stone* adalah setelah mendapatkan penyelesaian awal biaya total dari metode *least cost*, *north west corner*, dan *Vogel's approximation method*, maka selanjutnya menghitung dengan menggunakan cara *trial error* (coba-coba) untuk ke tiga metode yang digunakan masing-masing sebanyak tujuh kali iterasi dengan cara *trial error* (coba-coba) dengan melihat pengurangan biaya di setiap iterasinya dan mendapatkan hasil yang sama atau alokasi sudah optimal untuk masing-masing metode yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

PT. Subur Bangun Transport (PT. SBT) merupakan PT yang dibentuk pada tahun 1999 di jalan Riau Ujung Pekanbaru yang bergerak dalam pendistribusian barang bahan bangunan. Bahan bangunan yang di distribusikan oleh PT. Subur Bangun Transport diantaranya besi, keramik, triplek dan cat. PT. Subur Bangun Transport memiliki beberapa gudang sebagai tempat transit barang sebelum barang di distribusikan ke tokotujuan diantaranya, di kota Kerinci, Sorek, Lipat Kain, Teluk Kuantan, Kandis, Duri, dan Dumai. Wilayah yang menjadi penelitian penulis yaitu Kandis, Duri dan Dumai yang pendistribusian nya melalui jalur darat dengan mobil colt diesel berkapasitas 10 ton yang kurang lebih ada sekitar 40 mobil yang dimiliki. PT. Subur Bangun Transport bekerja sama juga dengan beberapa PT yang lain seperti PT. Sumber Peni Karya, PT. Dekorindo dan PT. Rutin Bangunan dalam memenuhi persediaan barang. Persediaan barang untuk semua tersebut tidak sama, hal ini disebabkan oleh manajemen gudang dan kapasitas gudang yang berbeda. PT. Subur Bangun Transport mendistribusikan barang ke beberapa wilayah melalui jalur darat. Biaya transportasi yang dikeluarkan oleh masing-masing pabrik ke masing-masing tujuan berbeda. Berikut adalah data pendistribusian PT. Subur Bangun Transport disajikan dalam bentuk model *Transshipment*.

Tabel 1. Model *Transshipment*

Ke Dari	Penghubung			Tujuan			Persediaan	
	E	F	G	H	I	J		
Sumber	A	150	200	250	600	750	800	282
	B	100	150	200	650	700	750	194
	C	100	150	200	500	650	850	250
	D	250	300	350	550	700	900	209
Penghubung	E	0	100	100	250	300	400	187

	F	50	0	150	150	200	300	187
	G	100	150	0	300	250	200	187
Permintaan		187	187	187	247	246	255	1,496 1,309

Keterangan:

Sumber A : PT. Sumber Peni Karya
 Sumber B : PT. Dekorindo
 Sumber C : PT. Dekorindo
 Sumber D : PT. Rutin Bangunan
 Penghubung E: Kandis

Penghubung F: Duri
 Penghubung G: Dumai
 Tujuan H : Toko Trio Jaya
 Tujuan I : Toko Sabako Jaya
 Tujuan J : Toko Dumai Ghipsund

Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa jumlah persediaan lebih besar dari jumlah permintaan, sehingga mengakibatkan model transportasi pada Tabel 1. tersebut tidak seimbang. Agar model transportasi seimbang maka ditambahkan tujuan *dummy* pada kolom permintaan. Adapun bentuk model transportasi setelah penambahan *dummy* dapat dilihat sebagai berikut:

Permasalahan pendistribusian barang di PT. Subur Bangun Transport yang menjadi tujuan utamanya adalah meminimumkan biaya distribusi.

$$\begin{aligned}
 Z = & 150x_{AE} + 200x_{AF} + 250x_{AG} + 600x_{AH} + 750x_{AI} + 800x_{AJ} + 0x_{AK} + 100x_{BE} + 150x_{BF} \\
 & + 200x_{BG} \\
 & + 650x_{BH} + 700x_{BI} + 750x_{BJ} + 0x_{BK} + 100x_{CE} + 150x_{CF} + 200x_{CG} \\
 & + 500x_{CH} + 650x_{CI} + 850x_{CJ} + 0x_{CK} + 250x_{DE} + 300x_{DF} + 350x_{DG} \\
 & + 550x_{DH} + 700x_{DI} + 900x_{DJ} + 0x_{DK} + 0x_{EE} + 100x_{EF} + 100x_{EG} + 250x_{EH} \\
 & + 300x_{EI} + 400x_{EJ} + 0x_{EK} + 50x_{FE} + 0x_{FF} + 150x_{FG} + 150x_{FH} + 200x_{FI} \\
 & + 300x_{FJ} + 0x_{FK} + 100x_{GE} + 150x_{GF} + 0x_{GG} + 300x_{GH} + 250x_{GI} + 200x_{GJ} \\
 & + 0x_{GK}
 \end{aligned}$$

Fungsi kendala merupakan kendala yang dihadapi sehingga tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarangan. Oleh karena itu fungsi kendala untuk distribusi barang di PT. Subur Bangun Transport sebagai berikut:

1. Sumber

$$\begin{aligned}
 x_{AE} + x_{AF} + x_{AG} &= 282; x_{BE} + x_{BF} + x_{BG} = 194 \\
 x_{CE} + x_{CF} + x_{CG} &= 250; x_{DE} + x_{DF} + x_{DG} = 209
 \end{aligned}$$

2. Transit

$$\begin{aligned}
 -x_{AE} - x_{BE} - x_{CE} - x_{DE} + x_{EH} + x_{EI} + x_{EJ} + x_{EK} &= 0 \\
 -x_{AF} - x_{BF} - x_{CF} - x_{DF} + x_{FH} + x_{FI} + x_{FJ} + x_{FK} &= 0 \\
 -x_{AG} - x_{BG} - x_{CG} - x_{DG} + x_{GH} + x_{GI} + x_{GJ} + x_{GK} &= 0
 \end{aligned}$$

3. Tujuan

$$\begin{aligned}
 x_{EH} + x_{FH} + x_{GH} &= 247; x_{EI} + x_{FI} + x_{GI} = 246 \\
 x_{EJ} + x_{FJ} + x_{GJ} &= 255; x_{EK} + x_{FK} + x_{GK} = 187
 \end{aligned}$$

Selanjutnya permasalahan diatas diselesaikan dengan metode *Least Cost*, *North West Corner* dan *Vogel's Approximation Method*. Sehingga hasil biaya dari masing-masing metode adalah

Tabel 2. Pemecahan Awal dengan Metode *Least Cost*

Ke Dari	Penghubung			Tujuan				Persediaan	
	E	F	G	H	I	J	K		
Sumber	A	150	200	250	600	750	800	0	282
		187	95						
	B	100	150	200	650	700	750	0	194
			92	102					
	C	100	150	200	500	650	850	0	250
				85	165				
	D	250	300	350	550	700	900	0	209
					82	127			
Penghubung	E	0	100	100	250	300	400	0	187
						119	68		
	F	50	0	150	150	200	300	0	187
							187		
	G	100	150	0	300	250	200	0	187
								187	
Permintaan		187	187	187	247	246	255	187	1,496

Total biaya angkutan (Z)

$$Z_0 = x_{AE}c_{AE} + x_{AF}c_{AF} + x_{BF}c_{BF} + x_{BG}c_{BG} + x_{CG}c_{CG} + x_{CH}c_{CH} + x_{DH}c_{DH} + x_{DI}c_{DI} + x_{EI}c_{EI} + x_{EJ}c_{EJ} + x_{FJ}c_{FJ} + x_{GK}c_{GK}$$

$$Z_0 = (187)(1.500) + (95)(2.000) + (92)(1.500) + (102)(2.000) + (85)(2.000) + (165)(5.000) + (82)(5.500) + (127)(7.000) + (119)(3.000) + (68)(4.000) + (187)(3.000) + (187)(0)$$

$$Z_0 = Rp 4.337.500$$

Dengan demikian, penyelesaian diperoleh dengan total biaya angkutan dengan menggunakan metode Metode *Least Cost*

$$Z_0 = Rp 4.337.500$$

Selanjutnya dengan cara yang sama maka akan dilakukan perhitungan dengan metode *North West Corner*

Tabel 3. Pemecahan Awal dengan Metode *North West Corner*

Ke Dari	Penghubung			Tujuan				Persediaan	
	E	F	G	H	I	J	K		
Sumber	A	150	200	250	600	750	800	0	282
		187	95						
	B	100	150	200	650	700	750	0	194
			92	102					
	C	100	150	200	500	650	850	0	250
				85	165				
	D	250	300	350	550	700	900	0	209

					82	127			
Penghubung	E	0	100	100	250	300	400	0	187
	F	50	0	150	150	200	300	0	187
	G	100	150	0	300	250	200	0	187
Permintaan		187	187	187	247	246	255	187	1,496

Penyelesaian perhitungan metode ini sama dengan metode sebelumnya sehingga diperoleh $Z_0 = Rp 4.337.500$.

Selanjutnya dengan cara yang sama maka akan dilakukan perhitungan dengan metode *Vogel's Approximation Method*.

Tabel 4. Pemecahan Awal dengan *Vogel's Approximation Method*

Ke Dari	Penghubung			Tujuan				Per sedi aan	Penal ty	
	E	F	G	H	I	J	K			
Sumber	A	150	200	250	600	750	800	0	282	(-)
	B	100	150	200	650	700	750	0	194	(-)
	C	100	150	200	500	650	850	0	250	(-)
	D	250	300	350	550	700	900	0	209	(-)
Penghubung	E	0	100	100	250	300	400	0	187	(-)
	F	50	0	150	150	200	300	0	187	(-)
	G	100	150	0	300	250	200	0	187	(0)
Permintaan		187	187	187	247	246	255	187	1,496	
Penalty		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(0)		

Setelah selesai melakukan penalty maka selanjutnya hitung biaya angkutan diperoleh dengan total biaya angkutan $Z_0 = Rp 4.150.500$.

Setelah mendapatkan biaya angkutan dari pemecahan awal dari ketiga metode maka selanjutnya mencari biaya optimal dengan metode *stepping stone* atau batu loncatan dengan 7 kali iterasi, diperoleh biaya optimalnya adalah:

Tabel 5. Optimal dengan Metode *Stepping Stone*

Ke Dari	Penghubung			Tujuan				Persediaan	
	E	F	G	H	I	J	K		
Sumber	A	150 120	200	250	600	750	800	0 162	282
	B	100 7	150 187	200	650	700	750	0	194
	C	100 60	150	200 187	500 3	650	850	0	250
	D	250	300	350	550 184	700	900	0 25	209
Penghubung	E	0	100	100	250 50	300 137	400	0	187
	F	50	0	150	150 10	200 109	300 68	0	187
	G	100	150	0	300	250	200 187	0	187
Permintaan		187	187	187	247	246	255	187	1,496

Penyelesaian perhitungan metode ini sama dengan metode sebelumnya sehingga diperoleh dengan total biaya angkutan dengan menggunakan metode *Stepping Stone* $Z_7 = Rp 3.275.500$. Berdasarkan Tabel 5., Maka diperoleh pendistribusian bahan bangunan pada masing-masing tujuan yaitu :

- PT. Subur Bangun Transport dapat mengalokasikan barang dari PT. Sumber Peni Karya (A) mengirim 120 batang besi ke kota Kandis (E) sebagai kota penghubung (transit), dan dari kota Kandis mendistribusikan sebanyak 50 besi ke toko Trio Jaya (H), 137 besi ke toko Sabako Jaya (I) dan sebanyak 162 besi dikirim ke *dummy*(K).
- PT. Dekorindo (B) mengirim 7 ember cat ke kota Kandis (E) dan 187 ember cat kota Duri (F) yang mana keduanya sebagai kota penghubung (transit), dan dari kota Duri mendistribusikan sebanyak 10 ember cat ke toko Trio Jaya (H), 109 ember cat ke toko Sabako Jaya dan 68 ember cat ke toko Dumai Ghipsund (J).
- PT. Dekorindo (keramik) (C) mengirim sebanyak 60 kotak keramik ke kota Kandis (E) dan 187 kotak keramik ke kota Dumai (G), dan dari kota Dumai mendistribusikan sebanyak 187 kotak keramik ke toko Sabako Jaya (I) dan sebanyak 3 kotak keramik dikirim ke *dummy* (K).
- PT. Rutin Bangunan (D) mengirim sebanyak 184 lembar triplek langsung ke toko Trio Jaya (H) yang ada di kota Kandis dan sebanyak 25 lembar triplek di kirim *dummy*(K).

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas maka penyelesaian masalah transportasi PT. Subur Bangun Transport dimulai dari mengubah model transportasi linear ke model *transshipment*, maka untuk penyelesaian awal menggunakan metode *Least Cost* dengan biaya yang diperoleh Rp 4.337.500, *north west corner* biaya yang diperoleh Rp 4.337.500 dan *Vogel's approximation method* dengan biaya yang diperoleh Rp 4.150.500. Selanjutnya dicari pendistribusian yang optimal dengan menggunakan metode *stepping stone* sehingga diperoleh biaya yang minimum adalah sebesar Rp 3.275.500.

Daftar Pustaka

- [1] Aminudin. " *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*". Jakarta: Erlangga. 2005
- [2] Dimiyati, T.T & Dimiyati, A. " *Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan*". Bandung: Sinar Baru Algesindo. 2004.
- [3] Ekran, B.Y & Heragu, S.S. " *Simulation Based Optimization of Multi-Location Transshipment Problem with Capacitated Transportation*". Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Louisville: University of Louisville. 2008.
- [4] Hadi Muhammad, Candra. Dwijanto, & Abidin, Zaenal. "Optimalisasi Model *Transshipment* Di PT. Primatexco Menggunakan Program Solver". *UNNES Journal of Mathematics*. Vol. 2, Nomor 1. 2013.
- [5] Safir, M. Musdalifah, S. & Lusiyanti, D. "Optimalisasi Pendistribusian Pupuk Diwilayah Sulawesi Tengah Melalui Model *Transshipment* Dengan Menggunakan Metode *Vogel Approximation*". *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*. Vol. 12 No. 2 (Hal 211-221). 2016.
- [6] Syaripuddin. "Penyelesaian Masalah *Transshipment* Menggunakan *Vogel's Approximation Method*" (*Jurnal EKSPONENSIAL*. Vol. 3, No. 1. 2012.
- [7] Taha, H.A. " *Riset Operasi Jilid 1*". Tangerang: Binarupa Aksara. 1997.