

Optimization of Transportation Cost Using Genetic Algorithm

Rizky Kusumawardani

Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5 Yogyakarta
rizky.kusumawardani@uii.ac.id

ABSTRACT

Transportation model is application of linear programming that is used to obtain optimum results from distribution issue, especially for minimize transportation cost. General transportation model requires two stages to obtain optimum results such as initial solution method and optimum solution method. These methods are not effective, because it need two stages. Moreover, selection of initial solution method will distinguish the number of iteration on optimum solution method. Therefore, in this study other method such as genetic algorithm that required one stage was used. Genetic algorithm was chosen as alternative method for transportation issue because this method didn't need two stages and proved to be nice to solve optimization problems. The goal of this study to got method that more effective between combination of *North West Corner* (NWC) and *Modified Distribution Method* (MODI) with genetic algorithm to solved two data transportation issues. Based on results, the combination NWC and MODI was more effective for minimize transportation cost than genetic algorithm for two data that solved in this study.

Keyword: optimization, transportation cost , genetic algorithm

ABSTRAK

Model transportasi merupakan aplikasi program linier yang digunakan untuk mendapatkan penyelesaian optimum dari persoalan pendistribusian, khususnya persoalan meminimumkan biaya pendistribusiannya atau biaya transportasi. Model transportasi pada umumnya memerlukan 2 tahapan untuk mendapatkan hasil yang optimum, yaitu tahapan untuk mendapatkan solusi awal dan tahapan untuk mendapatkan solusi optimum. Penggunaan metode solusi awal dengan metode solusi optimum ini kurang efektif karena terdapat 2 tahapan analisis. Selain itu perbedaan pemilihan metode solusi awal akan memberikan perbedaan pada jumlah iterasi yang yang dibutuhkan pada saat penggunaan metode solusi optimumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin dilakukan analisis persoalan model transportasi dengan menggunakan metode lain, yaitu menggunakan algoritma genetika. Metode Algoritma genetika dipilih sebagai metode alternatif untuk menyelesaikan persoalan transportasi karena metode ini tidak perlu dua tahapan untuk menyelesaikan persoalan transportasi dan terbukti bagus untuk menyelesaikan persoalan optimasi. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan metode penyelesaian persoalan transportasi yang lebih efektif, yaitu antara kombinasi metode *North West Corner* (NWC) dan *Modified Distribution Method* (MODI) dengan algoritma genetika yang diaplikasikan pada dua data persoalan transportasi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan informasi bahwa kombinasi metode NWC dan MODI lebih efektif dalam meminimumkan biaya transportasi dibandingkan metode algoritma genetika untuk kedua data persoalan transportasi yang telah dibahas.

Kata Kunci: optimasi, biaya transportasi , algoritma genetika

Pendahuluan

Model Transportasi merupakan salah satu model program linier yang mempunyai karakteristik khusus, yaitu: produk didistribusikan dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan biaya minimum yang mungkin; setiap sumber dapat memasok dengan pasti sejumlah produk; setiap tujuan memiliki permintaan yang pasti (Taylor, 2006). Permasalahan yang diselesaikan dari model transportasi adalah persoalan pendistribusian barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan biaya minimum, yang mana persoalan ini sering dijumpai pada industri manufaktur maupun jasa. Persoalan model transportasi pada umumnya dapat diselesaikan menggunakan 2 jenis metode, yaitu metode solusi awal dan metode solusi optimum.

Terdapat 8 metode solusi awal dan 2 metode solusi optimum menurut Taha (2007) yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan model transportasi. Metode solusi awal meliputi *Row Minimum Method*, *Modified Row Minimum Method*, *Column Minimum Method*, *Modified Column Minimum Method*, *Matrix Minimum Method*, *North West Corner Method* (NWC), *Russel Approximation Method*, *Vogel Approximation Method*. Metode solusi awal

belum tentu memberikan hasil yang optimum, oleh karena itu perlu dilanjutkan menggunakan metode solusi optimum yang meliputi *Stepping Stone Method* dan *Modified Distribution Method* (MODI).

Terdapat beberapa penelitian yang telah mengaplikasikan metode solusi awal dan metode optimum untuk menyelesaikan persoalan model transportasi, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Simbolon, Situmorang, & Napitupulu menggunakan metode solusi awal VAM dengan metode solusi optimum MODI untuk mendistribusikan beras pada PERUM BULOG sub drive Medan. Hasil yang didapatkan adalah pendistribusian beras menggunakan pendekatan perhitungan model transportasi akan meminimumkan biaya pendistribusian sebesar Rp 3.273.265,10. Penggunaan metode solusi awal dan solusi optimum dalam menyelesaikan persoalan model transportasi akan memberikan solusi biaya pendistribusian lebih minimum dibandingkan menggunakan perhitungan biasa. Soomro, Junaid, & Tularam (2015) dengan penelitian yang berjudul "*Modified Vogel's Approximation Method (MVAM) For Solving Transportation Problems*" memberikan hasil bahwa metode solusi awal MVAM menghasilkan biaya transportasi

paling minimum dan juga optimal dibandingkan metode *least cost* dan *North West Corner* sebagai metode solusi awal. Penelitian lain, yaitu penelitian Rosta & Tannady (2012) yang menggunakan metode solusi awal *Vogel Approximation Method* (VAM) dengan solusi optimum *stepping stone* memberikan hasil bahwa biaya pendistribusian produk optimal sebesar Rp 2.520.000. Penggunaan metode VAM sebagai metode solusi awal akan meminimumkan iterasi pada saat menggunakan metode solusi optimum *stepping stone* dibandingkan menggunakan metode solusi awal *least cost* dan NWC.

Penggunaan metode solusi awal dengan metode solusi optimum ini kurang efektif karena terdapat 2 tahapan analisis. Selain itu perbedaan pemilihan metode solusi awal akan memberikan perbedaan pada jumlah iterasi yang yang dibutuhkan pada saat penggunaan metode solusi optimumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin dilakukan analisis persoalan model transportasi dengan menggunakan metode lain, yaitu menggunakan algoritma genetika.

Algoritma genetika dipilih sebagai metode alternatif untuk menyelesaikan persoalan transportasi karena metode ini tidak perlu dua tahapan untuk

menyelesaikan persoalan transportasi dan terbukti bagus untuk menyelesaikan persoalan optimasi. Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan persoalan transportasi, diantaranya adalah penelitian milik Sulistiyorini & Mahmudy (2015) yang menggunakan algoritma genetika untuk optimasi distribusi barang dua tahap, tahap pertama dari pabrik menuju distributor dan tahap kedua dari distributor menuju agen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa rute terbaik untuk tahap 1 adalah 3-5-4-1-10-2-8-7-9-6 sedangkan untuk tahap 2 adalah 45-3-27-47-7-4-14-1-30-20-2-18-17-39-13-16-23-21-25-38-28-37-19-31-9-44-10-46-36-29-50-12-8-11-5-43-33-49-48-26-6-35-40-15-34-42-24-41-32-22.

Algoritma genetika sendiri merupakan suatu metode optimasi yang berbasis perulangan-perulangan dengan menggunakan konsep evolusi darwin. Terdapat 3 operasi yang digunakan dalam algoritma genetika untuk mendapatkan hasil yang optimum, yaitu: seleksi orang tua (*selection*), mutasi (*mutation*), dan pindah silang (*crossover*) (Coley, 1999). Pada penelitian ini diharapkan algoritma genetika dapat digunakan sebagai metode optimasi untuk persoalan model transportasi dengan

satu tahapan, sebagai pembandingnya pada penelitian ini digunakan metode NWC sebagai solusi awal dan MODI sebagai solusi optimum dalam menyelesaikan persoalan transportasi.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan metode yang lebih efektif antara NWC dan MODI dengan algoritma genetika dalam menyelesaikan persoalan transportasi

Metode Penulisan

Pada penelitian ini digunakan 2 data sekunder persoalan transportasi. Data yang pertama digunakan adalah data persoalan transportasi yang diambil dari Taylor (2006). Permasalahan transportasi yang digunakan adalah persoalan pendistribusian buah jeruk dari gudang di kota Tampa, Miami, dan Fresno menuju kota New York, Philadelphia, Chicago, dan Boston. Biaya pendistribusian ke masing-masing kota, jumlah permintaan, dan jumlah penawaran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Informasi Biaya Pengiriman, Jumlah Permintaan, Jumlah Penawaran

Gudang /Tujuan	New York	Phila- delphia	Chi- cago	Boston	Pena- waran
Tampa	\$900	\$1.400	\$1.200	\$1.700	200
Miami	\$1.100	\$1.000	\$600	\$1.000	200
Fresno	\$1.200	\$800	\$1.500	\$700	200
Permin- taan	130	170	100	150	

Variabel penelitian yang digunakan adalah jumlah jeruk yang dikirim dari gudang Tampa, Miami, dan Fresno menuju kota New York, Philadelphia, Chicago, Boston dengan tujuan meminimumkan biaya transportasi dengan batasan jumlah jeruk yang disediakan di gudang Tampa, Miami, Fresno serta jeruk yang diminta di kota New York, Philadelphia, Chicago, dan Boston jumlahnya terbatas. Jumlah variabel penelitiannya ada 12 apabila digambarkan dengan simbol huruf dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Gudang- /Tujuan	New York	Phila- delphia	Chicago	Boston
Tampa	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄
Miami	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄
Fresno	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄

Berdasarkan informasi yang ada pada Tabel 1 dan Tabel 2 persamaan fungsi tujuan dan batasan dari pemodelan persoalan model transportasi tersebut adalah sebagai berikut ini

fungsi tujuan

$$\min z = 9.000x_{11} + \dots + 17.000x_{14} + \dots + 12.000x_{31} + \dots + 7.000x_{34}$$

fungsi batasan

$$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}\leq 200$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}\leq 200$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}\leq 200$$

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}=130$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}=170$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33}=100$$

$$X_{14}+X_{24}+X_{34}=150$$

$$X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44} \geq 0$$

Data kedua yang digunakan diambil dari *OR-Library*. Persoalan transportasi yang digunakan adalah persoalan pendistribusian produk dari 16 gudang menuju ke 50 konsumen. Biaya pendistribusiannya disajikan pada Tabel 3 berikut ini. Data kedua memuat variabel keputusan sebanyak 800.

Tabel 3. Informasi Biaya Pengiriman, Jumlah Permintaan, Jumlah Penawaran

Gudang /Tujuan	Konsumen 1	Konsumen 50	Penawaran
Gudang 1	6739,725	7095,675	5000
Gudang 2	10355,050	11999,100	5000
Gudang 3	7650,400	7886,550	5000
Gudang 4	5219,500	4190,250	5000
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
Gudang 16	6051,700	7448,100	5000
Permintaan	146	222	

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan analisis, yaitu:

1. pengumpulan data
2. pendeskripsian data
3. pembuatan *syntax* untuk algoritma genetika
4. analisis data menggunakan metode NWC dan MODI, tahapan analisis

NWC dan MODI adalah sebagai berikut ini

NWC

- mengalokasikan penawaran setiap gudang ke konsumen mulai dari pojok kiri atas
- menghitung total biaya transportasi

MODI

metode ini menggunakan persamaan $c_{ij}=u_i+v_j$ untuk mengevaluasi penyelesaian awal persoalan transportasi

keterangan

- c_{ij} menunjukkan biaya transportasi dari sumber ke-i menuju tujuan ke-j
 - u_i menunjukkan elemen baris yang belum diketahui nilainya
 - v_j menunjukkan elemen kolom yang belum diketahui nilainya
- $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n.$

langkah-langkah analisis

menggunakan metode MODI adalah sebagai berikut ini

- menghitung nilai u_i dan v_j dengan cara mengumpamakan salah satu sembarang u_i bernilai 0 untuk semua variabel basis
- mengevaluasi variabel non basis dari nilai u_i dan v_j yang

- dihasilkan pada langkah 1 menggunakan rumus $u_i+v_j-c_{ij}$. Nilai yang dihasilkan ini menggambarkan kondisi baris ke-0 pada suatu metode simplek, jadi jika ada nilai yang positif artinya hasil yang didapatkan masih belum optimum karena tujuannya meminimumkan. Variabel non basis yang menghasilkan nilai positif paling besar akan dimasukkan menjadi variabel basis
- membuat lintasan berupa segiempat tertutup dimulai dan diakhiri pada variabel non basis terpilih yang melalui variabel basis
 - melakukan perbaikan dengan cara
 - a. membuat tanda +/- sepanjang lintasan yang telah dibuat pada langkah 3
 - b. mencari nilai alokasi paling minimum sepanjang lintasan yang bertanda -
 - c. mengurangi/menjumlahkan nilai dimasing-masing variabel basis dan non basis terpilih yang dilalui lintasan dengan nilai yang diperoleh dari poin b.
 - mengulangi langkah 1-4 sampai didapatkan hasil yang optimum.
5. analisis data menggunakan algoritma genetika, dan yang terakhir
 6. pengambilan kesimpulan. Metode algoritma genetika dikatakan lebih efektif dalam menyelesaikan persoalan transportasi jika hasil yang didapatkan lebih optimum dibandingkan hasil NWC dan MODI.

Pembahasan

Terdapat 2 persoalan transportasi yang dibahas pada penelitian ini. Persoalan transportasi yang pertama adalah persoalan pendistribusian jeruk dari gudang yang ada di kota Tampa, Miami, dan Fresno menuju kota New York, Philadelphia, Chicago, dan Boston. Jumlah jeruk yang ada di ketiga gudang adalah 600 truk, jumlah jeruk yang diminta dari keempat kota adalah 550 truk. Berdasarkan informasi tersebut dapat dikatakan bahwa jeruk yang ada di ketiga gudang dapat memenuhi seluruh permintaan jeruk di keempat kota. Apabila jumlah permintaan dan penawaran tidak sama maka persoalan model transportasi tergolong persoalan yang tidak seimbang, sehingga nantinya ada jeruk yang tersisa dari beberapa gudang. Persoalan pendistribusian jeruk ini akan dianalisis menggunakan 3

metode, yaitu metode NWC, MODI, dan menggunakan metode solusi awal NWC algoritma genetika. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini. penyelesaian persoalan model transportasi

Tabel 4. Hasil NWC

a. Iterasi 1

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	0	0	0	0	70
Miami	0	0	0	0	0	200
Fresno	0	0	0	0	0	200
Jumlah	0	170	100	150	50	

b. Iterasi 2

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	0	0
Miami	0	0	0	0	0	200
Fresno	0	0	0	0	0	200
Jumlah	0	100	100	150	50	

c. Iterasi 3

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	0	0
Miami	0	100	0	0	0	100
Fresno	0	0	0	0	0	200
Jumlah	0	0	100	150	50	

d. Iterasi 4

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	0	0
Miami	0	100	100	0	0	0
Fresno	0	0	0	0	0	200
Jumlah	0	0	0	150	50	

e. Iterasi 5

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	0	0
Miami	0	100	100	0	0	0
Fresno	0	0	0	150	0	50
Jumlah	0	0	0	0	50	

f. Iterasi 6

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chicago	Boston	Kota Semu	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	0	0
Miami	0	100	100	0	0	0
Fresno	0	0	0	150	50	0
Jumlah	0	0	0	0	0	

sehingga didapatkan pendistribusian jeruk

Gudang/Tujuan	New York	Philadelphia	Chi-cago	Boston	Jumlah
Tampa	130	70	0	0	200
Miami	0	100	100	0	200
Fresno	0	0	0	150	150
Jumlah	130	170	100	150	

Berdasarkan Tabel 4 dapat diperoleh informasi bahwa seluruh permintaan jeruk di keempat kota dapat dipenuhi oleh ketiga gudang, seluruh penawaran digudang Tampa dan Miami tersalurkan sedangkan penawaran jeruk di gudang Fresno terdapat sisa sebanyak 50 truk. Jeruk di gudang Tampa hanya disalurkan ke kota New York dan Philadelphia, jeruk di gudang Miami hanya disalurkan ke kota Philadelphia dan Chicago, serta jeruk di gudang Fresno hanya disalurkan ke kota Boston. Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk pendistribusian jeruk tersebut apabila menggunakan menggunakan metode NWC adalah \$480.000.

Hasil pendistribusian jeruk dan biayanya menggunakan metode NWC diduga masih belum optimum sehingga dilanjutkan analisisnya menggunakan metode optimum. Metode optimum yang digunakan adalah metode MODI. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 dapat diperoleh informasi bahwa seluruh permintaan jeruk di keempat kota dapat dipenuhi oleh ketiga

gudang, seluruh penawaran digudang Miami dan Fresno tersalurkan sedangkan penawaran jeruk di gudang Tampa terdapat sisa sebanyak 50 truk.

Tabel 5. Hasil MODI

Gudang- /Tujuan	New York	Phila- delphia	Chi- cago	Bos- ton	Jum- lah
Tampa	130	20	0	0	150
Miami	0	100	100	0	200
Fresno	0	50	0	150	200
Jumlah	130	170	100	150	

Jeruk dari gudang Tampa hanya disalurkan ke kota New York dan Philadelphia, jeruk dari gudang Miami hanya disalurkan ke kota Philadelphia dan Chicago, serta jeruk dari gudang Fresno hanya disalurkan ke kota Philadelphia dan Boston. Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk pendistribusian jeruk tersebut apabila menggunakan menggunakan metode MODI adalah \$450.000. berdasarkan hasil tersebut dapat diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan NWC dengan MODI jeruk dapat didistribusikan keseluruhan kota, namun harus melalui dua tahapan.

Tahapan selanjutnya setelah data dianalisis menggunakan NWC dan MODI

adalah diolah menggunakan algoritma genetika. Pada analisis algoritma genetika ini dilakukan 10 kali pengulangan perhitungan pendistribusian jeruk keempat kota. Variabel penelitian yang digunakan digambarkan sebagai kromosom. Ilustrasi kromosom dapat dilihat pada Gambar 1.

X_1	X_1	X_1	X_1	...	X_3	X_3	X_3	X_3
1	2	3	4		1	2	3	4
0	0	0	0	...	0	0	0	0

Gambar 1. Ilustrasi Kromosom

Gambar 1 memberikan informasi bahwa nilai awal variabel penelitian yang akan dicari nilai optimumnya menggunakan algoritma genetika adalah 0. Sebagai ilustrasi misalkan variabel X_{11} bernilai 0, artinya diawal nilai variabel X_{11} adalah 0. Berdasarkan 10 kali perulangan didapatkan satu hasil yang biaya distribusinya paling minimum. Hasil pendistribusian jeruk dan biayanya menggunakan metode algoritma genetika yang paling optimum dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 dapat diperoleh informasi bahwa seluruh permintaan jeruk dikeempat kota dapat dipenuhi oleh ketiga gudang, seluruh penawaran digudang Miami dan Fresno tersalurkan sedangkan penawaran jeruk di

gudang Tampa terdapat sisa sebanyak 50 truk.

Tabel 6. Hasil Algoritma Genetika

Gudang- /Tujuan	New York	Phila- delphia	Chi- cago	Bos- ton	Jum- lah
Tampa	130	20	0	0	150
Miami	0	99	100	1	200
Fresno	0	51	0	149	200
Jumlah	130	170	100	150	

Jeruk dari gudang Tampa hanya disalurkan ke kota New York dan Philadelphia, jeruk dari gudang Miami hanya disalurkan ke kota Philadelphia, Chicago, dan Boston, serta jeruk dari gudang Fresno hanya disalurkan ke kota Philadelphia dan Boston. Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk pendistribusian jeruk tersebut apabila menggunakan metode algoritma genetika adalah \$450.100.

Berdasarkan data pertama diperoleh informasi dengan menggunakan NWC biaya transportasi yang ditimbulkan sebesar \$ 480.000 setelah dioptimumkan menggunakan MODI menjadi \$ 450.000. Metode algoritma genetika ternyata dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan transportasi dan tahapan analisisnya hanya sekali. Biaya transportasi yang ditimbulkan berdasarkan metode algoritma genetika

lebih tinggi 0.022% dibandingkan hasil MODI.

Data persoalan kedua yang digunakan pada penelitian ini memuat variabel keputusan yang sangat banyak karena studi kasusnya adalah pendistribusian produk dari 16 gudang menuju ke 50 konsumen, sehingga dalam penulisannya sedikit diringkas. Langkah analisis data persoalan kedua sama dengan data persoalan pertama yaitu dianalisis menggunakan NWC dengan MODI dan dianalisis menggunakan algoritma genetika.

Langkah pertama yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan persoalan pendistribusian produk dari 16 gudang menuju 50 konsumen menggunakan metode NWC adalah mengalokasikan penawaran setiap gudang kepada konsumen dimulai dari pojok kiri atas. Hasil akhir yang diperoleh disajikan pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 memberikan informasi tentang hasil pendistribusian produk dari 16 gudang kepada 50 konsumen menggunakan metode NWC. Berdasarkan Tabel 7 semua permintaan konsumen telah dipenuhi dari 12 gudang. Sebagai ilustrasi interpretasi Tabel 7, misalkan saja permintaan

konsumen 1 semuanya dipenuhi dari gudang 1, permintaan konsumen 2 semuanya dipenuhi oleh gudang 1, dan seterusnya sampai permintaan konsumen 50 semuanya dipenuhi dari gudang 12

Tabel 7. Pengalokasian Produk Dari Gudang Menuju Konsumen Menggunakan Metode NWC

Konsumen /Gudang	G1	...	G12	...	G16
Konsumen 1	146	
Konsumen 2	87	
Konsumen 3	672	
Konsumen 4	1337	
Konsumen 5	31	
Konsumen 6	559	
:	:	:	:	:	:
Konsumen 46		...	733	...	
Konsumen 47		...	222	...	
Konsumen 48		...	49	...	
Konsumen 49		...	1464	...	
Konsumen 50		...	222	...	

Total biaya pendistribusian produk dari 16 gudang kepada 50 konsumen merupakan jumlahan dari hasil perkalian antara jumlah produk yang didistribusikan dan biaya pendistribusian per unitnya. Berdasarkan hasil pendistribusian produk dari 16 gudang ke 50 konsumen menggunakan metode NWC didapatkan perhitungan biaya pendistribusian produk sebesar 12.032.529.531. Penggunaan metode NWC dalam mendistribusikan

produk dari 16 gudang ke 50 konsumen belum mempertimbangkan masalah biaya yang terlibat, sehingga perlu dilakukan evaluasi menggunakan metode MODI karena hasil yang didapatkan belum tentu yang paling optimum. Tabel 8 berikut ini menyajikan hasil perbaikan metode MODI terhadap hasil pendistribusian produk menggunakan NWC.

Tabel 8. Hasil Perbaikan NWC Menggunakan MODI

Konsumen /Gudang	G1	G2	...	G15	G16
Konsumen 1			...		
Konsumen 2			...		
Konsumen 3	672		...		
Konsumen 4	1337		...		
Konsumen 5			...		
Konsumen 6	559		...		
:	:	:	:	:	:
Konsumen 46			...		
Konsumen 47			...		
Konsumen 48			...		
Konsumen 49	1281		...		
Konsumen 50			...		

Tabel 8 memberikan informasi bahwa hasil perbaikan pendistribusian produk dari 16 gudang ke 50 konsumen menggunakan MODI memberikan hasil pendistribusian yang berbeda dibandingkan hasil awal pendistribusian menggunakan metode NWC. Misalkan saja perbedaan

dapat dilihat pada hasil pendistribusian ke konsumen 49, hasil NWC adalah permintaan konsumen 49 semuanya dipenuhi oleh gudang 12 sedangkan hasil perbaikan MODI adalah permintaan konsumen 49 semuanya dipenuhi oleh gudang 1. Perbedaan hasil NWC dengan hasil perbaikan MODI selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Biaya total pendistribusian hasil perbaikan MODI juga berbeda dengan hasil NWC, menggunakan metode evaluasi MODI untuk pendistribusian akan menimbulkan biaya pendistribusian sebesar 4.368.534.685. Biaya ini 3 kali lebih kecil dibandingkan biaya yang ditimbulkan oleh pendistribusian menggunakan metode NWC

Tahapan selanjutnya setelah data dianalisis menggunakan NWC dan MODI adalah menganalisis data menggunakan algoritma genetika. Berdasarkan skema pendistribusian barang menggunakan metode algoritma genetika didapatkan biaya total pendistribusian sebesar 10.449.261.189. biaya transportasi yang dihasilkan metode algoritma genetika lebih besar 139,193% dibandingkan biaya yang dihasilkan menggunakan perhitungan NWC dengan MODI.

Berdasarkan persoalan transportasi pada data pertama dan kedua dapat dilihat bahwa metode algoritma genetika dapat digunakan untuk mengoptimasi biaya transportasi. Akan tetapi hasilnya tidak lebih baik daripada kombinasi metode solusi awal NWC dengan metode solusi optimum MODI. Pada data pertama dengan jumlah variabel keputusan sebanyak 12 dapat dilihat bahwa hasil biaya transportasi optimum metode algoritma genetika lebih besar 0,022% dibandingkan kombinasi metode NWC dengan MODI, sedangkan pada data kedua dengan jumlah variabel keputusan sebanyak 800 dapat dilihat bahwa hasil biaya transportasi optimum metode algoritma genetika lebih besar 139,193% dibandingkan kombinasi metode NWC dengan MODI.

Kesimpulan

Berdasarkan studi kasus data persoalan transportasi pertama dan kedua dapat dikatakan bahwa kombinasi metode NWC dengan MODI lebih efektif dibandingkan metode algoritma genetika, karena biaya transportasi yang dihasilkan lebih minimum meskipun tahapannya dua kali. Jika jumlah variabel keputusan yang diselesaikan pada persoalan transportasi berjumlah 12, hasil biaya transportasi

algoritma genetika hampir sama dengan hasil NWC dengan MODI. Akan tetapi jika jumlah variabel keputusannya sangat banyak, hasilnya akan jauh berbeda. Saran untuk penelitian selanjutnya sebaiknya digunakan data simulasi untuk melihat keefektifan metode algoritma genetika dengan kombinasi metode NWC dengan MODI untuk mengoptimalkan biaya transportasi.

Pustaka

- Coley, D. A., 1999, *An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers*. Singapore: World Scientific.
- Rosta, J., & Tannady, H., 2012, Pendistribusian Produk Yang Optimal Dengan Metode Transportasi. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*.
- Simbolon, L. D., Situmorang, M., dan Napitupulu, N., 2014, Aplikasi Metode Transportasi Dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Miskin (Raskin) Pada Perum BULOG Sub Drive Medan. *Saintia Matematika Vol.02, No.03*, 299-311.
- Soomro, A. S., Junaid, M., & Tularam, G. A., 2015, Modified Vogel's Approximation Method For Solving Transportation Problems. *Mathematical Theory and Modeling*.
- Sulistiyorini, R., & Mahmudy, W. F., 2015, Penerapan Algoritma Genetika untuk Permasalahan Optimasi Distribusi

Barang Dua Tahap, *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*.

Taha, H. A., *Operation Research an Introduction*, 8th Pearson Prentice Hall, 2007.

Taylor, B. W., *Introduction to Management Science*, 9th Prentice Hall, 2006.