

Analisis kinerja metode *NMD* dalam menyelesaikan masalah transportasi fuzzy dan linier

***Angga Rizky Tri Budianti**

****Sapti Wahyuningsih**

*****Darmawan Satyananda**

**Program Studi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang**

Abstrak: Masalah transportasi fuzzy dan linier ini adalah suatu masalah bagaimana untuk mengangkut barang produksi dari berbagai sumber ke berbagai tujuan dengan biaya angkut seminimal mungkin. Metode Vogel–MODI merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan masalah transportasi fuzzy dan linier. Metode ini melalui dua tahap pengerjaan, tahap pertama dikerjakan dengan Vogel sebagai metode pencari solusi awal. Tahap kedua dikerjakan dengan menggunakan MODI untuk mengecek keoptimuman dari solusi awal, sehingga dapat diperoleh hasil yang optimum. Karena melalui dua tahap pengerjaan dan iterasinya yang banyak, maka metode Vogel–MODI sedikit rumit untuk diterapkan. Hal inilah yang mendasari adanya metode penyelesaian masalah transportasi fuzzy dan linier yaitu metode *NMD*.

Kata kunci : Masalah Transportasi Fuzzy dan Linier, Metode *NMD*, Lintasan tertutup

Abstract: Fuzzy and linear transportation problem are the problems of how to allocate the right goods to the customer in order to obtain the minimum cost of distribution. One method used to solve fuzzy transportation problems and linear is Vogel method – MODI. It has two stages of construction, the first phase worked with Vogel as the initial solution search method. The second phase is done by using the MODI to check optimality of initial solutions, to obtain optimum results. Because this method have two phases of work and a lot of iterations, it is crucial to be applied. This fact underlies the fuzzy and linear transportation problem-solving method that is the *NMD* method.

Keywords : Fuzzy Transportation and Linear problem, *NMD* method, Iteration.

Masalah transportasi biasanya dimodelkan ke dalam suatu tablo, yang berisi kapasitas permintaan, kapasitas persediaan, biaya pengiriman barang dari sumber ke tujuan, banyaknya tujuan dan banyaknya sumber. Masalah transportasi menjelaskan masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) ke sejumlah tujuan (*demand*) dengan tujuan meminimumkan biaya pengangkutan. Ada dua macam masalah transportasi, pertama adalah masalah transportasi linier, yaitu suatu masalah untuk mendapatkan biaya pendistribusian optimum, dimana permintaan, persediaan dan biayanya sudah diketahui nominalnya secara pasti. Kedua adalah masalah transportasi fuzzy, yaitu masalah untuk mendapatkan biaya pendistribusian optimum, dimana permintaan, persediaan dan biaya terletak antara selang tertentu, sehingga mengakibatkan ketidakpastian dalam menentukan nominalnya. Untuk menyelesaikan dua permasalahan ini diperlukan suatu metode yaitu tahapan sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah transportasi. Salah satu metode dalam

*Angga Rizky Tri Budianti adalah Mahasiswi Program Studi Matematika Universitas Negeri Malang, ** Sapti Wahyuningsih dan ***Darmawan Satyananda adalah Dosen Universitas Negeri Malang

riset operasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah metode Vogel – MODI.

Secara umum kinerja metode Vogel – MODI, dibagi menjadi dua tahap. Yang pertama, untuk menentukan solusi awal maka digunakan metode Vogel dengan mencari biaya yang paling minimum pada tablo transportasi, lalu mengalokasikan persediaan ke permintaan sehingga menjadi seimbang. Setelah itu digunakan metode MODI untuk mengecek keoptimuman solusi awal yang didapatkan oleh metode Vogel. Dua tahap metode ini memang mendapatkan solusi yang optimum, tetapi jika membuat lintasan tertutup ini terjadi secara berulang maka membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh jawaban dari permasalahan yang diinginkan. Hal inilah yang mendasari adanya suatu metode untuk mengatasi permasalahan yang ada pada metode Vogel – MODI. Salah satu metode yang dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah metode inovatif atau yang biasa disebut dengan *NMD method*. Tujuan dari artikel ini adalah mendiskripsikan langkah-langkah metode *NMD*, mengetahui hasil perhitungan metode *NMD* pada kasus permintaan dan persediaan yang bervariasi dibandingkan dengan metode Vogel-MODI pada transportasi fuzzy dan linier, dan menganalisis kelebihan dan kekurangan metode *NMD*.

PEMBAHASAN

Untuk menyelesaikan masalah transportasi linier ataupun fuzzy, digunakan metode Vogel untuk menentukan solusi awal, setelah itu diuji keoptimumannya dengan menggunakan metode MODI, jika terdapat kasus pencarian lintasan tertutup secara berulang – ulang akan memperlambat dalam mencari hasil yang optimum. Permasalahan seperti ini dapat diselesaikan dengan metode inovatif yang ditemukan oleh N. M. Desmukh yang disebut dengan *NMD method*.

Metode *NMD* ini termasuk metode yang mudah untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah transportasi baik transportasi fuzzy atau transportasi linier. Langkah – langkah metode *NMD* sebagai berikut :

1. Menyusun tabel transportasi untuk masalah transportasi yang diberikan.
2. Memilih biaya ganjil minimum dari semua biaya yang ada di dalam tablo.
3. Mengurangi semua biaya ganjil dengan biaya paling minimum yang terpilih. Kemudian akan ada sedikitnya satu nol dan sisa semua biaya menjadi genap.
4. Mengalikan dengan $\frac{1}{2}$ untuk masing-masing kolom (misal $\frac{1}{2} C_{ij}$) atau untuk mendapatkan biaya minimum 1 pada sebarang kolom, jika memungkinkan dengan membagi biaya dalam kolom itu.
5. Ulangi langkah 2, memilih biaya ganjil minimum di kolom yang tersisa kecuali nol di kolom.
6. Kembali ke langkah 3, Kemudian akan ada setidaknya satu nol dan sisa semua biaya menjadi genap.
7. Ulangi langkah 4 dan 5, untuk sumber dan tujuan yang tersisa hingga $(m + n - 1)$ sel teralokasikan.
8. Memulai mengalokasikan dari persediaan dan permintaan yang terkecil. Mengalokasikan persediaan atau permintaan pada biaya 0 untuk yang pertama dan kemudian biaya 1.

9. Akhirnya, nilai minimum total dihitung sebagai jumlah dari biaya hasil dan hubungan nilai alokasi dari persediaan atau permintaan.

$$Biaya\ total = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$$

(N.M. Desmukh, 2012 : 88)

Dalam artikel ini dibahas 2 contoh permasalahan transportasi linier dan 2 contoh permasalahan transportasi fuzzy. Pada transportasi linier hasil yang diperoleh dengan perhitungan dengan metode *NMD* sama dengan metode Vogel-MODI. Sedangkan pada masalah transportasi fuzzy hasil perhitungan yang diperoleh juga sama.

Untuk menguji keoptimuman dari solusi awal dengan menggunakan metode MODI, iterasi yang dibutuhkan cukup lama apabila terdapat kasus pencarian lintasan tertutup secara berulang untuk mendapatkan solusi yang optimum. Jika terjadi hal seperti itu, lebih mudah menerapkan metode *NMD* karena iterasinya yang mudah dimengerti, tanpa mencari solusi awal sudah mendapatkan hasil yang optimum selain itu juga mudah untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah transportasi linier maupun dalam masalah transportasi fuzzy. Secara umum ide dasar dari metode *NMD* adalah mencari nilai nol pada baris dan kolom, sedangkan untuk metode Vogel- MODI adalah mengalokasikan barang dari biaya terkecil ke biaya terbesar dan setelah itu menentukan $C'_{ij} \leq 0$.

Contoh Penerapan Metode NMD dalam Masalah Transportasi Fuzzy :

Perusahaan P, Q dan R adalah perusahaan pembuatan gelas. Produk tersebut dikirim ke empat agen A, B, C, D. Perusahaan tersebut membutuhkan data – data baik data permintaan, data biaya, ataupun data persediaan dari bulan – bulan sebelumnya, disini akan diambil 4 bulan terakhir yang akan meramalkan biaya transportasi yang akan dikeluarkan untuk bulan selanjutnya. Diberikan permasalahan transportasi fuzzy sebagai berikut :

	A	B	C	D	a_i
P	(-2,0,8,10)	(-2,0,2,8)	(-2,0,8,10)	(-1,0,1,4)	(0,5,4,11)
Q	(0,2,8,2)	(4,7,9,12)	(2,4,6,8)	(1,3,5,7)	(2,4,9,13)
R	(8,8,12,16)	(2,4,9,13)	(0,14,8,10)	(10,7,9,14)	(6,4,10,8)
b_j	(5,3,5,7)	(0,6,4,6)	(1,11,5,7)	(1,3,5,7)	

Karena terdapat empat buah himpunan fuzzy, maka digunakan Metode “New Approach” untuk bilangan fuzzy trapezoidal. Berdasarkan yang telah disebutkan dari bilangan fuzzy trapezoidal, $M(Q)$, dapat dicari sebagai berikut :

$$M^{Tra}(Q) = \frac{1}{4}[a + b + c + d]$$

(Fegade, 2012 : 37)

Maka tablo masalah transportasi fuzzy yang baru sebagai berikut :

	A	B	C	D	a_i
P	4	2	4	1	5
Q	3	8	5	4	7
R	11	7	8	10	7
b_j	5	4	6	4	19

Langkah-langkah menggunakan metode *NMD* :

1. Biaya paling minimum adalah 1. Mengurangi semua biaya ganjil dengan 1.

	A	B	C	D	a_i
P	4	2	4	0	5
Q	2	8	4	4	7
R	10	6	8	10	7
b_j	5	4	6	4	19

Alokasikan $(1,4) \min(5,4)=4$, kita mendapatkan $x_{14} = 4$ dan hapus kolom D, permintaan di P menjadi $(5-4)=1$ yang akan ditunjukkan pada tabel berikut:

	A	B	C	a_i
P	4	2	4	1
Q	2	8	4	7
R	10	6	8	7
b_j	5	4	6	15

2. Mengalikan dengan $\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}B, \frac{1}{2}C$

	A	B	C	a_i
P	2	1	2	1
Q	1	4	2	7
R	5	3	4	7
b_j	5	4	6	15

3. Biaya paling minimum di dalam tablo adalah 1. Mengurangi semua biaya ganjil dengan 1.

	A	B	C	a_i
P	2	0	2	1
Q	0	4	2	7
R	5	3	4	7
b_j	5	4	6	15

Alokasikan $(1,2) \min(1,4) = 1$, kita mendapatkan $x_{12} = 1$ dan hapus baris P.

Maka persediaan di B menjadi $(4-1)=3$.

Alokasikan $(2,1) \min(7,5) = 5$, kita mendapatkan $x_{21} = 5$ dan hapus kolom A.

Maka permintaan di Q menjadi $(7-5)=2$.

Tablo akan menjadi sebagai berikut :

	B	C	a_i
Q	4	2	2
R	2	4	7
b_j	3	6	9

Ulangi langkah 2 dan 3 sampai semua permintaan terpenuhi. Solusi dari metode

NMD adalah $x_{12} = 1, x_{14} = 4, x_{21} = 5, x_{23} = 2, x_{32} = 3, \text{ dan } x_{33} = 4$.

Jadi diperoleh biaya yang minimum yang diubah menjadi biaya sebenarnya, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 f_{min} &= (1 \times 2) + (4 \times 1) + (5 \times 3) + (2 \times 5) + (3 \times 7) + (4 \times 8) \\
 &= (1 \times \text{Rp. } 2.000,00) + (4 \times \text{Rp. } 1.000,00) + (5 \times \text{Rp. } 3.000,00) \\
 &\quad + (2 \times \text{Rp. } 5.000,00) + (3 \times \text{Rp. } 7.000,00) + (4 \times \text{Rp. } 8.000,00)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 2.000,00 + \text{Rp. } 4.000,00 + \text{Rp. } 15.000,00 + \text{Rp. } 10.000,00 \\
 &\quad + \text{Rp. } 21.000,00 + \text{Rp. } 32.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 84.000,00
 \end{aligned}$$

Dengan metode *NMD* diperoleh hasil *Rp. 84.000,00*, sedangkan dengan metode Vogel-MODI juga diperoleh hasil *Rp. 84.000,00*, tetapi pada metode Vogel-MODI untuk mencari hasil yang optimal harus menguji solusi awal dengan MODI, apabila terdapat pencarian lintasan tertutup akan memperlambat pencarian solusi yang optimal. Perhitungan dengan alat bantu WinQSB diperoleh hasil *Rp. 84.000,00*.

PENUTUP

Pada metode *NMD* jika jumlah nol yang minimum hanya satu akan lebih mudah untuk mengalokasikan persediaan dan permintaan, tetapi jika terdapat jumlah nol yang minimum lebih dari satu maka akan dihitung satu persatu agar memperoleh total biaya yang minimum. Pada metode Vogel – MODI, apabila pembuatan lintasan tertutup secara berulang untuk mendapatkan solusi yang optimum, maka akan membutuhkan waktu yang lama sehingga dapat menggunakan metode alternatif yaitu metode *NMD*. Keunggulan dari metode *NMD* ini adalah jumlah iterasinya yang sedikit apabila dibandingkan dengan metode Vogel – MODI, selain itu mudah diterapkan dalam menyelesaikan masalah transportasi linier dan masalah transportasi fuzzy sehingga dapat dengan cepat diketahui solusi yang optimum atau yang mendekati optimum dari permasalahan transportasi yang diberikan.

Setelah diuraikan penjelasan mengenai metode *NMD* yaitu berdasarkan langkah – langkah metode *NMD* dan contoh penerapannya apabila pada saat menyelesaikan masalah transportasi linier maupun masalah transportasi fuzzy ditemui pencarian lintasan tertutup secara berulang – ulang pada metode MODI maka dapat menggunakan metode *NMD* untuk menyelesaikannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazirzadeh, Hadi. ' *An Approach for Solving Fuzzy Transportation Problem* ', Applied Mathematical Sciences, (2011), Vol 5, No 32, Page 1549 – 1566.
- Desmukh, N.M. ' *An Innovative Method for Solving Transportation Problem* ', International Journal of Physics and Mathematical Sciences, (2012), Vol 2(3), Page 86-91.
- Fegade, M.R, Jadhav, V.A, Muley A.A. ' *Solving Fuzzy Transportation Problem using Zero Suffix and Robust Ranking Methodology* ', IOSR Journal of Engineering, (2012), Vol 2, Page 36 – 39.
- Mohanaselvi, S. ' *Fuzzy Optimal Solution to Fuzzy Transportation Problem: A New Approach* ', International Journal on Computer Science and Engineering, (2012), Vol 4, No 03, Page 367 – 375.

Narayanamoorthy,S., Saranya,S. and Maheswari,S. '*A Method for Solving Fuzzy Transportation Problem (FTP) using Fuzzy Russell's Method*', International Journal of Inteligent System and Applications, (2013), Vol 02, Page 71 – 72.

*Angga Rizky Tri Budianti adalah Mahasiswi Program Studi Matematika Universitas Negeri Malang, ** Sapti Wahyuningsih dan ***Darmawan Satyananda adalah Dosen Universitas Negeri Malang