Jurnal Matematika UNAND
Vol. **VIII** No. **2** Hal. 53 – 58
Edisi Agustus 2019
ISSN : 2303–291X

METODE LANGSUNG PENENTUAN SOLUSI OPTIMAL MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY*

HERA GUSRINA PUTRI, SUSILA BAHRI, MONIKA RIANTI HELMI
Program Studi S1 Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia.
email : heragusrinap@gmail.com

Diterima 22 Juni 2019   Direvisi 6 Juli 2019   Dipublikasikan 4 Agustus 2019

Abstrak. Masalah transportasi *fuzzy* adalah masalah transportasi dimana biaya transportasi, jumlah persediaan dan permintaan merupakan bilangan-bilangan *fuzzy*. Untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy*, parameternya yang berupa bilangan *fuzzy* dikonversi menjadi bilangan *crisp*. Teknik *Robust* Ranking merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengkonversi bilangan *fuzzy* tersebut. Selanjutnya, untuk memperoleh solusi optimal yang merupakan biaya total minimum dari masalah transportasi *fuzzy*, digunakan metode Langsung.

Kata Kunci: Masalah Transportasi *Fuzzy*, Teknik *Robust* Ranking, Metode Langsung.

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri, untuk membuat keputusan tentang suatu perencanaan yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan tidaklah mudah. Perusahaan perlu merencanakan strategi yang dapat mengoptimalkan hasil, baik itu berupa keuntungan maksimal ataupun biaya minimal. Berbagai cara telah ditemukan untuk mencapai tujuan itu, dan salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan mengaplikasikan metode pemrograman linier.

Dalam bukunya, Giordano (2004) menyatakan bahwa masalah transportasi merupakan masalah khusus dari masalah pemrograman linier, yang berhubungan dengan sumber dan destinasi. Selanjutnya, berkenaan dengan masalah transportasi ini, pada kenyataannya di lapangan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi transportasi tersebut, misalnya terjadi kerusakan mesin, kegagalan produksi, pemadaman listrik dan lain-lain. Hal ini tentu saja mengakibatkan ketidakpastian produksi dari suatu perusahaan sehingga jumlah produk yang tersedia dan yang akan diangkut tidak pasti/kabur (*fuzzy*). Oleh karena itu timbul masalah transportasi *fuzzy*. Untuk menentukan solusi optimal dari masalah transportasi *fuzzy* ini, digunakan metode Langsung.

2. Landasan Teori

2.1. *Himpunan* Fuzzy

Definisi 2.1. [7] *Misalkan X suatu himpunan semesta yang tak kosong. Himpunan* fuzzy *$\widetilde{A}$ atas X didefinisikan sebagai*

$$\widetilde{A} = \{(x, \mu_{\widetilde{A}}(x))|x \in X\},$$

dimana $\mu_{\widetilde{A}} : X \longmapsto [0,1]$, dan $\mu_{\widetilde{A}}(x)$ disebut nilai keanggotaan atas X pada himpunan fuzzy *$\widetilde{A}$.*

Definisi 2.2. [9] *Suatu himpunan* fuzzy *$\widetilde{A}$ atas X dinamakan himpunan* fuzzy *normal jika sekurang-kurangnya terdapat satu $x \in X$ sedemikian hingga $\mu_{\widetilde{A}}(x) = 1$.*

Definisi 2.3. 5 *Suatu himpunan* fuzzy *$\widetilde{A}$ dikatakan konvek jika untuk sebarang $x_1, x_2 \in X$, fungsi keanggotaan dari $\widetilde{A}$ memenuhi ketaksamaan*

$$\mu_{\widetilde{A}}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geqslant \min\{\mu_{\widetilde{A}}(x_1), \mu_{\widetilde{A}}(x_2)\} \quad ,0 \leqslant \lambda \leqslant 1.$$

Definisi 2.4. 7 *Misalkan $\widetilde{M}$ adalah himpunan* fuzzy *pada R. $\widetilde{M}$ disebut bilangan* fuzzy *jika $\widetilde{M}$ merupakan himpunan* fuzzy *normal dan konvek yang memenuhi:*

(1) Terdapat tepat satu $x \in R$ dengan $\mu_{\widetilde{M}}(x) = 1$ (x disebut nilai rata-rata dari $\widetilde{M}$).
(2) $\mu_{\widetilde{M}}(x)$ bersifat kontinu piecewise.

Definisi 2.5. 6 *Bilangan* fuzzy *$\widetilde{M} = (a,b,c)$ disebut bilangan* fuzzy *triangular jika memenuhi fungsi keanggotaan berikut:*

$$\mu_{\widetilde{M}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x-a}{b-a} & ,a \leq x \leq b \\ 1 & ,x = b \\ \dfrac{c-x}{c-b} & ,b \leq x \leq c \\ 0 & ,selainnya. \end{cases}$$

Definisi 2.6. 3 *Misalkan $\widetilde{P} = (a,b,c)$ dan $\widetilde{Q} = (d,e,f)$ adalah dua bilangan* fuzzy *triangular. Penjumlahan kedua bilangan tersebut dinyatakan sebagai berikut:*

$$\widetilde{P} + \widetilde{Q} = (a,b,c) + (d,e,f) = (a+d, b+e, c+f).$$

Definisi 2.7. 2 *$\alpha - cut$ dari bilangan* fuzzy *$\widetilde{M}$ dinyatakan sebagai*

$$\widetilde{M}(\alpha) = \{x|\mu_{\widetilde{M}}(x) \geqslant \alpha,\ \alpha \in [0,1]\}.$$

Jika $\widetilde{M}$ adalah bilangan fuzzy *triangular, maka $\alpha - cut$ dari $\widetilde{M}$ dinyatakan sebagai berikut:*

$$\widetilde{M}(\alpha) = \{m^l(\alpha), m^u(\alpha)\}$$

dimana,

$$m^l(\alpha) = (b-a)\alpha + a \quad dan \quad m^u(\alpha) = c - (c-b)\alpha.$$

2.2. *Teknik* Robust *Ranking*

Jika $\widetilde{M}$ adalah bilangan *fuzzy* triangular dengan $\widetilde{M}(\alpha) = \{m^l(\alpha), m^u(\alpha)\}$, maka *Robust* Ranking didefinisikan sebagai berikut [4,8]:

$$R(\widetilde{M}) = \int_0^1 0,5 \ \ (m^l(\alpha) + m^u(\alpha)) \ \ d\alpha.$$

2.3. *Formula Model Transportasi*

Fungsi objektif

$$Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}.$$

Kendala total persediaan untuk sumber ke i adalah

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = S_i \quad , x_{ij} \geqslant 0, \forall i, j.$$

Kendala total permintaan untuk destinasi ke j adalah

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = D_j \quad , x_{ij} \geqslant 0, \forall i, j.$$

Model transportasi dikatakan seimbang apabila jumlah total persediaan dan permintaan sama, secara matematika ditulis:

$$\sum_{i=1}^{m} S_i = \sum_{j=1}^{n} D_j$$

dimana

i : indeks untuk sumber , $i = 1, 2, \cdots, m$
j : indeks untuk destinasi , $j = 1, 2, \cdots, n$
Z : biaya total transportasi
c_{ij} : biaya transportasi per unit produk dari sumber i ke destinasi j
x_{ij} : banyak unit produk yang diangkut dari sumber i ke destinasi j
S_i : total persediaan pada sumber ke i
D_j : total permintaan pada destinasi ke j[1].

2.4. *Metode Langsung*

Metode Langsung adalah metode yang langsung memberikan solusi optimal dengan sedikit iterasi (perulangan) terhadap langkah-langkah dalam metode tersebut. Langkah-langkah metode Langsung adalah sebagai berikut [3]:

(1) Konstruksi tabel transportasi dari masalah transportasi *fuzzy* dengan menggunakan teknik *Robust* Ranking.
(2) Nilai-nilai biaya setiap baris pada tabel transportasi, dikurangi dengan nilai biaya minimum pada masing-masing baris dan selanjutnya nilai-nilai biaya setiap kolom, dikurangi dengan nilai biaya minimum pada masing-masing kolom.

(3) Hasil yang diperoleh pada langkah 2 memiliki setidaknya satu nol disetiap baris dan kolom biaya. Kemudian, pilih salah satu baris biaya dan pilih nol pertama dalam baris tersebut. Misalkan (i, j) adalah nol yang dipilih, selanjutnya dihitung banyak nol (kecuali nol yang dipilih) di baris i dan kolom j. Banyak nol yang telah dihitung dinyatakan dengan suatu indeks. Jika masih terdapat nol pada baris tersebut, lakukan kembali penghitungan banyak nol seperti sebelumnya.
(4) Nilai minimum antara nilai pada sel persediaan i dan permintaan j dialokasikan pada nilai biaya nol dengan indeks minimum, sehingga nilai pada sel persediaan i atau permintaan j menjadi nol setelah pengalokasian tersebut.
(5) Baris dengan persediaan nol atau kolom dengan permintaan nol di-abaikan dan kemudian langkah 2,3 dan 4 diulangi lagi untuk baris-baris berikutnya hingga semua nilai persediaan dan permintaan menjadi nol.
(6) Nilai-nilai biaya yang dihasilkan pada langkah 5 ditukar dengan nilai-nilai biaya pada tabel transportasi.
(7) Nilai-nilai yang dihasilkan pada langkah 6 disubstitusikan ke fungsi objektif model transportasi, sehingga diperoleh solusi optimal untuk masalah transportasi *fuzzy.*

3. Pembahasan

Masalah transportasi *fuzzy* adalah masalah meminimumkan biaya total transportasi dengan parameter; biaya transportasi, jumlah persediaan dan permintaan dinyatakan dalam bilangan *fuzzy.* Secara umum, tabel untuk masalah transportasi *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 1. dimana

Tabel 1. Masalah Transportasi *Fuzzy*

	1	2	$\cdots$	n	$\widetilde{S_i}$
1	$\widetilde{c_{11}}x_{11}$	$\widetilde{c_{12}}x_{12}$	$\cdots$	$\widetilde{c_{1n}}x_{1n}$	$\widetilde{S_1}$
2	$\widetilde{c_{21}}x_{21}$	$\widetilde{c_{22}}x_{22}$	$\cdots$	$\widetilde{c_{2n}}x_{2n}$	$\widetilde{S_2}$
$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
m	$\widetilde{c_{m1}}x_{m1}$	$\widetilde{c_{m2}}x_{m2}$	$\cdots$	$\widetilde{c_{mn}}x_{mn}$	$\widetilde{S_m}$
$\widetilde{D_j}$	$\widetilde{D_1}$	$\widetilde{D_2}$	$\cdots$	$\widetilde{D_n}$	$\sum_{j=1}^{n}\widetilde{D_j} = \sum_{i=1}^{m}\widetilde{S_i}$

$\widetilde{c_{ij}}$: biaya transportasi *fuzzy* per unit produk dari sumber i ke destinasi j
x_{ij} : banyak unit produk yang diangkut dari sumber i ke destinasi j
$\widetilde{S_i}$: total persediaan *fuzzy* pada sumber ke i
$\widetilde{D_j}$: total permintaan *fuzzy* pada destinasi ke j.

Pada Tabel 2 diberikan masalah transportasi *fuzzy* seimbang dengan biaya transportasi, jumlah persediaan dan permintaan dinyatakan dalam bilangan *fuzzy* triangular.

Tabel 2. Masalah Transportasi *Fuzzy*

	K	L	M	N	Persediaan
A	$(5, 10, 15)$	$(5, 10, 20)$	$(5, 15, 20)$	$(5, 10, 15)$	$(10, 15, 20)$
B	$(5, 10, 20)$	$(5, 15, 20)$	$(5, 10, 15)$	$(10, 15, 20)$	$(5, 10, 15)$
C	$(5, 10, 20)$	$(10, 15, 20)$	$(10, 15, 20)$	$(5, 10, 15)$	$(20, 30, 40)$
D	$(10, 15, 25)$	$(5, 10, 15)$	$(10, 20, 30)$	$(10, 15, 25)$	$(15, 20, 25)$
Permintaan	$(25, 30, 35)$	$(10, 15, 20)$	$(5, 15, 20)$	$(10, 15, 25)$	$(50, 75, 100)$

Setelah diaplikasikan dengan metode Langsung, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Langkah-langkah Metode Langsung

	K	L	M	N	Persediaan
A	10(15)	11,25	13,75	10	0
B	11,25	13,75	10(10)	15	0
C	11,25(10)	15	15(3,75)	10(16,25)	0
D	16,25(5)	10(15)	20	16,25	0
Permintaan	0	0	0	0	

Biaya total minimum transportasi adalah $Z = 812, 5$, dimana Z merupakan solusi optimal dari masalah transportasi *fuzzy*.

4. Kesimpulan

Metode Langsung dapat digunakan sebagai alat atau cara dalam menentukan pengalokasian barang dari beberapa sumber ke beberapa destinasi sehingga dapat memberikan solusi optimal pada masalah transportasi *fuzzy* seimbang.

Daftar Pustaka

[1] Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip RISET OPERASI.* Erlangga: Jakarta.

[2] A. Solairaju and R.Nagarajan. 2010. Computing Improved Fuzzy Optimal Hungarian Assignment Problems with Fuzzy Costs under Robust Ranking Techniques. *International Journal of Computer Applications* **6** (4)

[3] A. Srinivasan and G.Geetharamani. 2013. Direct Method for Finding an Optimal Solution for Fuzzy Transportation Problem. *International Journal of Computational Engineering Research*, Vol. **03**(11)

[4] Brunelli, Matteo and Jozsef Mezei. 2013. How different are ranking methods for fuzzy numbers? A numerical study. *International Journal of Approximate Reasoning*, **54**: 627 – 639

[5] Drewniak, Jozef. 1987. Convex and Strongly Convex Fuzzy Set. *Journal of Mathematical Analysis and Application* **126**: 292 – 300

[6] Fegade, M.R, Jadhav, V.A, Muley A.A. 2012. Solving Fuzzy Transportation Problem using Zero Suffix and Robust Ranking Methodology. *IOSR Journal of Engineering* **2**: 36 – 39

[7] H.J Zimmermann. 2001. *Fuzzy set theory and its Applications*, Fourth Edition. Kluwer Academic: Boston

[8] Hunwisai and Kumam. 2017.A method for solving a fuzzy transportation problem via Robust ranking technique and ATM. *Applied and Interdisciplinary Mathematics.*

[9] Kadhirvel.K, Balamurugan.K,. 2012. Method For Solving Hungarian Assignment Problems Using Triangular And Trapezoidal Fuzzy Number. *International Journal of Engineering Research and Applications* (IJERA), Vol. **2**(5) : 399 – 403

[10] Palash Dutta, Hrishikesh Boruah, Tazid Ali. 2011. Fuzzy Arithmetic with and without using $\alpha - cut$ method: A Comparative Study. *International Journal of Latest Trends in Computing*, Vol. **2**(1): 99 – 107