MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY* BILANGAN *TRAPEZOIDAL* DENGAN METODE *ZERO POINT*

Endang Listyanti Pratiwi[1], Bambang Irawanto, S.Si, M.Si[2] ,
Drs. Bayu Surarso, M.Sc, Ph.D[3]
Program Studi Matematika FSM Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang

listy_pratiwi@yahoo.com, b_irawanto@yahoo.co.id

ABSTRACT. A fuzzy transportation problem is a transportation problem in which the transportation cost, supply and demand quantities are fuzzy numbers. For solving fuzzy transportation problem, the parameter in fuzzy number must be converted to a crisp number. This thesis explores Zero Point method for finding a fuzzy optimal solution for a fuzzy transportation problem where the parameters are trapezoidal fuzzy numbers. Roubast Ranking is used for assertion of trapezoidal fuzzy numbers. To determine the optimal solution of fuzzy transportation problem with Zero Point method can be solved in two ways and from that will be obtained the same solution.

Keywords : Fuzzy Transportation Problem, Trapezoidal Fuzzy Numbers, Roubast Ranking, Zero Point Method

I. PENDAHULUAN

Secara umum model transportasi digunakan untuk mendistribusikan produk dari *supplier* ke *demand*. Persoalan yang ingin dipecahkan oleh model transportasi adalah penentuan distribusi barang yang akan meminimumkan biaya total distribusi. Beberapa parameter dapat digunakan pada model transportasi, yaitu biaya, nilai permintaan dan persediaan (baik produk maupun kapasitas penyimpanannya). Terjadinya ketidaktepatan permasalahan di lapangan tidak bisa dihindari karena beberapa situasi yang tak terduga. Terdapat kasus bahwa koefesien biaya, jumlah persediaan dan jumlah permintaan dari masalah transportasi tidak pasti karena beberapa faktor tak terkendali. Selain itu, dalam beberapa kasus jumlah persediaan tidak sama dengan jumlah permintaan. Untuk menangani ketidaktepatan informasi dalam membuat keputusan, Bellman dan

Zadeh memperkenalkan konsep ketidakjelasan. Masalah transportasi *fuzzy* adalah masalah transportasi dimana biaya transportasi, jumlah persediaan dan jumlah permintaan dalam jumlah yang belum pasti (*fuzzy*). Tujuan dari masalah transportasi *fuzzy* untuk menentukan jadwal pengiriman yang meminimalkan total biaya *fuzzy* sementara tetap memenuhi jumlah persediaan dan batas permintaan *fuzzy*[**1**]. Masalah transpotasi *fuzzy* dibagi menjadi dua jenis, yaitu masalah transportasi *fuzzy* penuh (*Fully Fuzzy Transportation Problem*) dan masalah transportasi *fuzzy* tidak penuh (*Not Fully Fuzzy Transportation Problem*). Kedua jenis masalah transportasi *fuzzy* tersebut masing-masing bisa bersifat masalah transportasi yang seimbang dan tidak seimbang. Dalam tulisan ini hanya difokuskan pada penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* seimbang dan tidak seimbang menggunakan bilangan *trapezoidal fuzzy*, metode penegasan dari bilangan *trapezoidal fuzzy* menggunakan *Roubast Ranking* dan metode *Zero Point* untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy*. Untuk menentukan solusi optimal dari masalah transportasi *fuzzy* menggunakan metode *Zero Point* dapat diselesaikan dengan dua cara pengerjan dan dari kedua cara pengerjaan tersebut akan diperoleh solusi yang sama.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Bilangan *Fuzzy* Trapesium

Definisi 2.1 [12] Suatu fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan trapesium jika mempunyai empat buah parameter, yaitu $a_1, b_1, c_1, d_1 \in \mathbb{R}$ dimana $\mathbb{R}$ adalah bilangan real dengan $a_1 < b_1 < c_1 < d_1$, dan dinyatakan dengan $\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, b_1, c_1, d_1)$ dengan aturan:

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, b_1, c_1, d_1) = \begin{cases} 0 & ,\text{untuk} \quad x \leq a_1 \\ \dfrac{x - a_1}{b_1 - a_1} & ,\text{untuk} \quad a_1 \leq x \leq b_1 \\ 1 & ,\text{untuk} \quad b_1 \leq x \leq c_1 \\ \dfrac{d_1 - x}{d_1 - c_1} & ,\text{untuk} \quad c_1 \leq x \leq d_1 \\ 0 & ,\text{untuk} \quad x \geq d_1 \end{cases}$$

Definisi 2.2 [10] Jika Ã adalah bilangan *trapezoidal fuzzy* maka *roubast ranking* dapat didefinisikan sebagai berikut

$$R(\tilde{A}) = \int_0^1 (0,5)(a_\alpha^L, a_\alpha^U)d\alpha$$

dengan:

$R(\tilde{A})$: Roubast ranking untuk himpunan bilangan *trapezoidal fuzzy* Ã

Ã dapat berupa himpunan permintaan *fuzzy*, himpunan persediaan *fuzzy*, atau himpunan biaya *fuzzy* per unit barang,

$\int_0^1$: *integral* dengan batas 0 sampai 1,

(0,5) : nilai tengah dari interval [0,1],

(a_α^L, a_α^U) : perhitungan batas atas dan batas bawah dari himpunan *fuzzy* Ã,

α : potongan α pada himpunan *fuzzy* Ã dengan nilai interval [0,1].

Misalkan terdapat himpunan permintaan *trapezoidal fuzzy*, himpunan persediaan *trapezoidal fuzzy* atau himpunan biaya *trapezoidal fuzzy* dan $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1, d_1)$ adalah bilangan *trapezoidal fuzzy* dengan:

$$(a_\alpha^L, a_\alpha^U) = \{(b_1 - a_1)\alpha + a_1,\ d_1 - (d_1 - c_1)\alpha\}.$$

Definisi 2.3 [4] Operasi aritmatika antara dua buah bilangan *trapezoidal fuzzy*.

Diberikan $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1, d_1)$ dan $\tilde{B} = (a_2, b_2, c_2, d_2)$ adalah dua bilangan *trapezoidal fuzzy*, maka:

(i) $\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, b_1, c_1, d_1) \oplus (a_2, b_2, c_2, d_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2)$,

(ii) $\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, b_1, c_1, d_1) \ominus (a_2, b_2, c_2, d_2) = (a_1 - d_2, b_1 - c_2, c_1 - b_2, d_1 - a_2)$.

Jika diberikan *k* merupakan bilangan skalar dan $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1, d_1)$ maka:

(iii) $k\tilde{A} = k\ (a_1, b_1, c_1, d_1) = (ka_1, kb_1, kc_1, kd_1)$, untuk $k \geq 0$ dan

(iv) $k\,\tilde{A} = k\ (a_1, b_1, c_1, d_1) = (kd_1, kc_1, kb_1, ka_1)$, untuk $k < 0$.

(v) $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1, b_1, c_1, d_1) \otimes (a_2, b_2, c_2, d_2) = (t_1, t_2, t_3, t_4)$

Dimana $t_1 =$ minimum $\{a_1a_2, a_1d_2, d_1a_2, d_1d_2\}$;

$t_2 =$ minimum $\{b_1b_2, b_1c_2, c_1b_2, c_1c_2\}$;

$t_3 =$ maksimum $\{b_1b_2, b_1c_2, c_1b_2, c_1c_2\}$; dan

$t_4 =$ maksimum $\{a_1a_2, a_1d_2, d_1a_2, d_1d_2\}$.

Lemma 2.1 Diberikan $\widetilde{A}, \widetilde{B} \in F(\mathbb{R})$ dan skalar $k \in \mathbb{R}$, dengan $\widetilde{A} = (a_1, b_1, c_1, d_1)$ dan $\widetilde{B} = (a_2, b_2, c_2, d_2)$. Maka berlaku:

1. $R(\widetilde{A} \oplus \widetilde{B}) = R(\widetilde{A}) + R(\widetilde{B})$
2. $R(\widetilde{A} \ominus \widetilde{B}) = R(\widetilde{A}) - R(\widetilde{B})$
3. $R(k\widetilde{A}) = k\, R(\widetilde{A})$, untuk $k \geq 0$
4. $R(k\widetilde{A}) = k\, R(\widetilde{A})$, untuk $k < 0$

Definisi 2.4 [13] Diberikan dua bilangan *trapezoidal fuzzy* $\widetilde{A}$ dan $\widetilde{B}$. $F(\mathbb{R})$ merupakan himpunan bilangan *fuzzy* yang didefinisikan pada himpunan bilangan real sehingga perbandingan relasi yang digunakan untuk mengurutkan bilangan *fuzzy* didefinisikan sebagai berikut:

(i). $\widetilde{A} \succcurlyeq \widetilde{B}$ jika dan hanya jika $R(\widetilde{A}) > R(\widetilde{B})$

(ii). $\widetilde{A} \preccurlyeq \widetilde{B}$ jika dan hanya jika $R(\widetilde{A}) < R(\widetilde{B})$

(iii). $\widetilde{A} \approx \widetilde{B}$ jika dan hanya jika $R(\widetilde{A}) = R(\widetilde{B})$

dimana untuk setiap $\widetilde{A}, \widetilde{B} \in F(\mathbb{R})$.

2.2 Masalah Transportasi *Fuzzy*[13]

Secara matematik formulasi masalah transportasi *fuzzy* dapat dinyatakan sebagai berikut **[13]:**

Meminimumkan

$$\tilde{Z} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \tilde{c}_{ij}\, \tilde{x}_{ij}$$

dengan,

$$\sum_{j=1}^{n} \tilde{x}_{ij} \approx \tilde{a}_i \qquad i = 1,2, \ldots, m$$

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{ij} \approx \tilde{b}_j \qquad j = 1,2, \ldots, n$$

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{a}_i \approx \sum_{j=1}^{n} \tilde{b}_j, \quad i = 1,2,\ldots,m, \quad j = 1,2,\ldots,n$$

dengan $x_{ij} \geq 0$ dan integer merupakan variabel keputusan berbentuk matriks berukuran $m \times n$, $\tilde{a}_i$ adalah persediaan ke-i (dalam bilangan *fuzzy*), $\tilde{b}_j$ adalah permintaan ke-j (dalam bilangan *fuzzy*), dan $\tilde{c}_{ij}$ adalah biaya transportasi per unit barang dari sumber i ke tujuan j.

2.3 Metode *Zero Point*[6]

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* (FTP) adalah metode *Zero Point*. Metode *Zero Point* digunakan untuk mencari solusi *feasible* tanpa harus menentukan solusi awal terlebih dahulu dari suatu masalah transportasi *fuzzy* baik masalah transportasi seimbang maupun tidak seimbang.

1. Langkah 1
   Tentukan u_i yaitu biaya transportasi terkecil c_{ij} pada masing-masing sumber baris ke-i, kemudian mengurangi setiap elemen dalam baris ke-i dengan biaya transportasi terkecil u_i pada setiap baris tersebut.
2. Langkah 2
   Dari tabel tereduksi baris tersebut, pilih v_j yaitu biaya transportasi terkecil c_{ij} pada masing-masing tujuan kolom ke-j, kemudian mengurangi setiap elemen dalam kolom ke-j dengan biaya transportasi terkecil v_j pada setiap kolom tersebut.
3. Langkah 3
   Mengecek apakah setiap $b_j \leq a_i$ dengan melihat pada kolom yang biaya tereduksi bernilai nol $c_{ij} = 0$. Cek apakah setiap $a_i \leq b_j$ dengan melihat pada baris yang biaya tereduksi bernilai nol $c_{ij} = 0$. Apabila syarat tersebut terpenuhi langsung menuju langkah 6. Jika tidak, lanjut ke langkah 4.

4. Langkah 4

   Tarik garis horizontal dan garis vertikal seminimum mungkin untuk menutupi semua elemen nol $c_{ij} = 0$ sehingga beberapa elemen dari kolom atau baris c_{ij} yang tidak memenuhi syarat pada langkah 3 tidak tertutup oleh garis.

5. Langkah 5

   Membentuk tabel transportasi perbaikan dengan cara:

   5.1 Menemukan nilai w_{ij} yaitu biaya tereduksi yang terkecil c_{ij} pada tabel yang tidak tertutup garis,

   5.2 Mengurangkan biaya tereduksi yang terkecil w_{ij} tersebut ke semua elemen nilai c_{ij} yang tidak tertutup garis dan menambahkan nilai w_{ij} ke semua elemen nilai c_{ij} yang tertutup oleh dua garis, kemudian kembali ke langkah 3.

6. Langkah 6

   Memilih sel c_{ij} pada tabel transportasi hasil langkah-langkah diatas yang memiliki biaya tereduksi terbesar dan dinamakan (α, β), jika terdapat lebih dari satu sel maka dipilih salah satu.

7. Langkah 7

   Memilih sel pada baris α atau kolom β pada tabel transportasi yang memiliki biaya tereduksi nol $c_{ij} = 0$ dan mengisikan semaksimal mungkin pada sel tersebut sehingga memenuhi persediaan dan permintaan.

8. Langkah 8

   Mengulangi langkah 3 sampai langkah 7 sampai baris persediaan a_i dan kolom permintaan b_j terpenuhi.

9. Langkah 9

   Permintaan ini menghasilkan solusi.

2.4 Masalah Transportasi *Fuzzy* dengan metode *Zero Point* dan *Roubast Ranking*

Terdapat dua cara pengerjaan untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* seimbang dan tidak seimbang. Untuk kasus seimbang dan tidak seimbang cara pengerjaan nya hampir sama, hanya saja pada kasus tidak seimbang terdapat penambahan langkah yaitu mengkontruksikan menjadi seimbang dengan melakukan penambahan baris atau kolom *dummy*. Dari kedua cara pengerjaan tersebut akan diperoleh solusi yang sama.

Cara Pengerjaan Pertama

1. Langkah 1

   Formulasikan masalah transportasi ke dalam bentuk matematika dan mengkontruksikan kedalam bentuk tabel transportasi.
2. Langkah 2

   Transformasikan $\tilde{c}_{ij}$, $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ menjadi bilangan real yang tegas c_{ij} , a_i, b_j dengan menggunakan metode *Roubast Ranking*.
3. Langkah 3

   Konstruksikan menjadi seimbang $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$, dengan melakukan penambahan kolom semu (kolom *dummy*) atau baris semu (baris *dummy*) yang berfungsi untuk menampung kelebihan barang yang tidak terdistribusi.
4. Langkah 4

   Gunakan Metode *Zero Point.*
5. Langkah 5

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

Cara Pengerjaan Kedua

1. Langkah 1

   Formulasikan masalah transportasi ke dalam bentuk matematika dan mengkontruksikan ke dalam bentuk tabel transportasi.

2. Langkah 2

   Konstruksikan menjadi seimbang $\sum_{i=1}^{m} \tilde{a}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{b}_j$, dengan melakukan penambahan kolom semu (kolom *dummy*) atau baris semu (baris *dummy*) yang berfungsi untuk menampung kelebihan barang yang tidak terdistribusi.
3. Langkah 3

   Gunakan Metode *Zero Point.*
4. Langkah 4

   Transformasikan $\tilde{c}_{ij}$, $\tilde{x}_{ij}$, $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ menjadi bilangan real yang tegas c_{ij} , x_{ij}, a_i , b_j dengan menggunakan metode *Roubast Ranking.*
5. Langkah 5

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

Contoh 1. Seorang pengusaha pabrik beras di Indramayu mempunyai 3 buah pabrik yang masing-masing berlokasi di Cirebon, Majalengka, dan Indramayu. Untuk pabrik yang berlokasi di Cirebon rata-rata persediaan beras dalam satu minggu sebanyak 576 karung sampai 768 karung, persediaan minimal tidak pernah mencapai 191 karung dan persediaan maksimal tidak pernah mencapai 961 karung. Untuk pabrik yang berlokasi di Majalengka rata-rata persediaan beras dalam satu minggu sebanyak 576 karung sampai 960 karung, persediaan minimal tidak pernah mancapai 383 karung dan persediaan maksimal tidak pernah mencapai 1153 karung. Untuk pabrik yang berlokasi di Indramayu rata-rata persediaan beras dalam satu minggu sebanyak 960 karung sampai sampai 1152 karung, persediaan minimal tidak pernah mancapai 575 karung dan persediaan maksimal tidak pernah mencapai 1345 karung. Dimana kapasitas maksimal 1 truk sebanyak 192 karung. Beras tersebut didistribusikan ke tiga tempat pemasaran yaitu Depok, Jatibening, dan Bogor dalam seminggu sekali. Dalam pengirimannya beras-beras tersebut di kemas dalam karung, masing-masing karung berisi 50kg beras. Permintaan masing-masing daerah tidak menentu tergantung dari persediaan yang ada dan pemintaan pelanggan masing-masing daerah pemasaran.

Untuk daerah Depok rata-rata permintaan beras sebanyak 576 karung sampai 768 karung, permintaan minimal tidak pernah mancapai 383 karung dan permintaan maksimal tidak pernah mancapai 961 karung. Untuk daerah Jatibening rata-rata permintaan beras sebanyak 384 karung sampai 576 karung, permintaan minimal tidak pernah mancapai 191 karung dan permintaan maksimal tidak pernah mencapai 769 karung. Untuk daerah Bogor rata-rata permintaan beras sebanyak 768 karung sampai 960 karung, permintaan minimal tidak pernah mencapai 575 karung dan permintaan maksimal tidak pernah mencapai 1153 karung. Masing-masing pabrik mengirimkan permintaan beras menggunakan truk menuju daerah-daerah pemasaran tersebut. Berikut tabel spesifikasi biaya transportasi dari masing-masing pabrik ke masing-masing tujuan pemasaran.

Biaya transportasi dalam ribu rupiah			
Dari/Ke	Depok	Jatibening	Bogor
Cirebon	6500	6250	6800
Majalengka	6800	6500	7000
Indramayu	5700	5200	6000

Dari data-data tersebut maka diperoleh permintaan masing-masing daerah dan persediaan beras dari ketiga pabrik dapat disajikan dalam bentuk bilangan *trapezoidal fuzzy* sebagai berikut

- Permintaan :
  Depok : (383,576,768,961)
  Jatibening : (191,384,576,769)
  Bogor : (575,768,960,1153)
- Persediaan :
  Cirebon : (191,576,768,961)
  Majalengka : (383,576,960,1153)
  Indramayu : (575,960,1152,1345)

Berdasarkan kondisi tersebut bagaimanakah seharusnya ketiga pabrik menentukan pengalokasian beras pada truk untuk dikirim ke ketiga daerah pemasaran tersebut agar jumlah seluruh biaya angkut menjadi minimum?

Penyelesaian menggunakan metode *Zero Point*:

Variabel keputusan:

x_{11}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Cirebon ke Depok

x_{12}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Cirebon ke Jatibening

x_{13}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Cirebon ke Bogor

x_{21}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Majalengka ke Depok

x_{22}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Majalengka ke Jatibening

x_{23}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Majalengka ke Bogor

x_{31}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Indramayu ke Depok

x_{32}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Indramayu ke Jatibening

x_{33}= banyaknya beras (karung) yang dikirim dari Indramayu ke Bogor

Minimumkan

$$Z = 6500x_{11} + 6250x_{12} + 6800x_{13} + 6800x_{21} + 6500x_{22} + 7000x_{23} + 5700x_{31} + 5200x_{32} + 6000x_{33}$$

Dengan batasan:

$x_{11} + x_{12} + x_{13} \approx (191,576,768,961)$

$x_{21} + x_{22} + x_{23} \approx (383,576,960,1153)$

$x_{31} + x_{32} + x_{33} \approx (575,960,1152,1345)$

$x_{11} + x_{21} + x_{31} \approx (383,576,768,961)$

$x_{12} + x_{22} + x_{32} \approx (191,384,576,769)$

$x_{13} + x_{23} + x_{33} \approx (575,768,960,1153)$

$x_{\mathrm{ij}} \geq 0.$

I. Penyelesaian Cara Pengerjaan Pertama:

Langkah 1, formulasikan masalah transportasi ke dalam bentuk matematika dan mengkontruksikan ke dalam bentuk tabel transportasi.

Sumber	Tujuan			Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	
Cirebon	6500	6250	6800	(191,576,768,961)
Majalengka	6800	6500	7000	(383,576,960,1153)
Indramayu	5700	5200	6000	(575,960,1152,1345)
Permintaan	(383,576,768,961)	(191,384,576,769)	(575,768,960,1153)	

Langkah 2, transformasikan $\tilde{c}_{ij}$, $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ menjadi bilangan real yang tegas c_{ij} , a_i, b_j dengan menggunakan metode *Roubast Ranking*.

Sumber	Tujuan			Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	
Cirebon	6500	6250	6800	624
Majalengka	6800	6500	7000	768
Indramayu	5700	5200	6000	1008
Permintaan	672	480	864	

Langkah 3, konstruksikan menjadi seimbang $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$.

Sumber	Tujuan				Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	*Dummy*	
Cirebon	6500	6250	6800	0	624
Majalengka	6800	6500	7000	0	768
Indramayu	5700	5200	6000	0	1008
Permintaan	672	480	864	384	

Langkah 4, gunakan Metode *Zero Point.*

Sumber	Tujuan				Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	*Dummy*	
Cirebon	144	250	480	200	-
Majalengka	100	300	384	384	-
Indramayu	528	480	0	1000	-
Permintaan	-	-	-	-	

Diperoleh solusi optimal yaitu

$x_{11} = 144,\ x_{13} = 480,\ x_{23} = 384,\ x_{24} = 384,\ x_{31} = 528$, dan $x_{32} = 480$.

Langkah 5, biaya transportasi minimumya adalah $Z = 12.393.600$.

II. Penyelesaian Cara Pengerjaan yang Kedua:

Langkah 1, formulasikan masalah transportasi ke dalam bentuk matematika dan mengkontruksikan ke dalam bentuk tabel transportasi.

Sumber	Tujuan			Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	
Cirebon	6500	6250	6800	(191,576,768,961)
Majalengka	6800	6500	7000	(383,576,960,1153)
Indramayu	5700	5200	6000	(575,960,1152,1345)
Permintaan	(383,576,768,961)	(191,384,576,769)	(575,768,960,1153)	

Langkah 2, konstruksikan menjadi seimbang $\sum_{i=1}^{m} \tilde{a}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{b}_j$.

Sumber	Tujuan				Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	*Dummy*	
Cirebon	6500	6250	6800	0	(191,576,768,961)
Majalengka	6800	6500	7000	0	(383,576,960,1153)
Indramayu	5700	5200	6000	0	(575,960,1152,1345)
Permintaan	(383,576, 768,961)	(191,384, 576,769)	(575,768, 960,1153)	(-1734,-192, 1152,2310)	

Langkah 3, gunakan Metode *Zero Point.*

Sumber	Tujuan				Persediaan
	Depok	Jatibening	Bogor	*Dummy*	
Cirebon	(-771,-192, 384,1155)	250	(-2312,-384, 1536,3080)	200	-
Majalengka	100	300	(-1927,-576, 1152,2887)	(-1734,-192, 1152,2310)	-
Indramayu	(-194,384, 768,1154)	(191,384, 576,769)	0	1000	-
Permintaan	-	-	-	-	

Langkah 4, transformasikan $\tilde{c}_{ij}$, $\tilde{x}_{ij}$, $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ menjadi bilangan real yang tegas c_{ij} , x_{ij}, a_i , b_j dengan menggunakan metode *Roubast Ranking*. Diperoleh solusi optimal yaitu

$x_{11} = 144,\ x_{13} = 480,\ x_{23} = 384,\ x_{24} = 384,\ x_{31} = 528,$ dan $x_{32} = 480.$

Langkah 5, biaya trasportasi minimumya adalah $Z = 12.393.600$.

Dapat disimpulkan bahwa masalah transportasi *fuzzy* dapat diselesaikan dengan dua cara pengerjaan dan dari kedua cara pengerjaan tersebut diperoleh solusi yang sama yaitu $Z = 12.393.600$.

III. KESIMPULAN

Metode *Zero Point* dapat digunakan untuk menemukan semua solusi optimum dari masalah transportasi seimbang maupun tidak seimbang. Terdapat dua cara pengerjaan untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* agar diperoleh solusi optimal dalam bentuk *crisp*. Cara pengerjaan yang pertama yaitu terlebih dahulu mengkonversikan biaya transportasi, jumlah permintaan dan persediaan yang berbentuk bilangan *fuzzy* kedalam bilangan *crisp* menggunakan metode *Roubast Ranking* kemudian diselesaikan dengan metode *Zero Point* dan diperoleh solusi optimal dalam bentuk bilangan *crisp*, dan cara pengerjaan yang kedua yaitu terlebih dahulu menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* menggunakan metode *Zero Point*, setelah diperoleh tabel solusinya kemudian mengkonversikan variabel keputusan dan biaya transportasi yang berbentuk bilangan *fuzzy* kedalam bilangan *crisp* menggunakan metode *Roubast Ranking* dan diperoleh solusi optimal dalam bentuk bilangan *crisp.* Dari kedua cara pengerjaan tersebut akan diperoleh hasil yang sama.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Jayaraman, P. dan Jahirhussian, R. *Fuzzy Optimal Transportation Problems by Improved Zero Suffix Method via Robust Rank Techniques*. International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems, (2013), Vol 3, pp 303-311.

[2] Kusumadewi, S. dan Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*; Ed ke-2. Yogyakarta. Graha Ilmu.

[3] Mohanaselvi, S. *Fuzzy Optimal Solution to Fuzzy Transportation Problem: A New Approach*. International Journal on Computer Science and Engineering, (2012), Vol 4, No 03, pp 367 – 375.

[4] Pandian, P. dan Natarajan. 2010. *A New Algorithm for Finding a Fuzzy Optimal Solution for Fuzzy Transportation Problems*. Applied Mathematical Sciences, (2010), Vol 4, Issue 2, pp 79-90

[5] Saini, R., K., Sangal, A. dan Prakash, O. *Unbalanced Transportation Problems in Fuzzy Environment using Centroid Ranking Technique*. International Journal of Computer Applications, (2015), Vol 110.

[6] Samuel, A.,E. *Improved Zero Point Method (IZPM) for the Transportation Problem*. Applied Mathematical Sciences, (2012), Vol 6, pp 5421-5426.

[7] Samuel, A.,E. dan Venkatachalapathy, M. *A New Dual Based Approach for the Unbalanced Fuzzy Transportation Problem*. Applied Mathematical Sciences, (2012), Vol 6, pp 4443 – 4455.

[8] Shugani, P, Abbas, S, H, Gupta, V. 2012. *Unbalanced Fuzzy Transportation Problem With Roubast Ranking Technique*. pp 94-97

[9] Siswanto. 2006. *Operations Research*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga

[10] Srinivas, B, Ganesan, G. 2013. *Optimal Solution for Degeneracy Fuzzy Transportation Problem Using Zero Termination and Roubast ranking Methods*. pp 2319-7064

[11] Subagyo, P., Asri, M. dan Handoko, T.,H. 1983. *Dasar-Dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPFE

[12] Susilo, Frans. 2006. *Himpunan Logika Kabur*. Yogyakarta: Graha Ilmu

[13] Zimmermann, H. 1991. *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. Boston: Kluwer Academic Publishers.