

**OPTIMASI MASALAH TRANSPORTASI FUZZY MENGGUNAKAN
METODE FUZZY MODIFIED DISTRIBUTION UNTUK MEMPREDIKSI
BIAYA ANGKUTAN TOTAL DAN ALOKASI BARANG (PAKAN
TERNAK)
(Studi Kasus : CV. Mentari Nusantara Feedmill)**

Ahmad Jufri, Akhmad Yusuf, Thresye

Program Studi Matematika Fakultas MIPA

Universitas Lambung Mangkurat

Email : ahmdjufri@gmail.com

ABSTACT

Parameters in transportation problems include transport of cost, supply and demand not always ascertainable for sure and alterable over time. Because, uncertainty mentioned so can use fuzzy numbers. The use of fuzzy numbers on transport of costs, supply and demand resulted in the formation of fuzzy transportation problem. By using fuzzy transportation problem the total transport cost and commodity allocation can be predicted. Purpose of this study is to predict the total transport cost and commodity allocation. This study is a case study which collects data parameters from CV. Mentari Nusantara Feedmill. From the data research , obtained the initial solution total transport cost in February use Fuzzy North West Corner amounted Rp.33.136.709. And to determine the optimality of the initial solutions obtained use the Fuzzy Modied Distribution to obtain the total transport cost prediction in February amounted Rp.31.965.025. And also obtained the prediction allocation of commodity in February for Depo Cash Martapura amounted 6.192 kg, Depo Nalem Sembiring amounted 51.400 kg, Depo Siti Kamilah amounted 18.792 kg and Depo Tjou Tjie amounted 33.200 kg

Keyword : Transportation Problems, Fuzzy Number, Fuzzy Transportation Problem, Fuzzy North West Corner Method, Fuzzy Modied Distrubution Method.

ABSTRAK

Parameter dalam masalah transportasi antara lain biaya angkutan, jumlah persediaan dan jumlah permintaan tidak dapat selalu diketahui dengan pasti dan dapat berubah dari waktu ke waktu. Karena ketidakpastian tersebut maka dapat digunakan bilangan *fuzzy* . Penggunaan bilangan *fuzzy* pada biaya angkut, jumlah persediaan dan jumlah permintaan mengakibatkan terbentuknya masalah transportasi *fuzzy*. Dengan menggunakan masalah transportasi *fuzzy* biaya angkut total dan alokasi barang (pakan ternak) dapat diprediksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi biaya angkut total dan alokasi barang (pakan ternak). Penelitian ini bersifat *study* kasus yaitu mengumpulkan data parameter dari CV. Mentari Nusantara Feedmill. Dari data penelitian, diperoleh solusi awal biaya angkut total pada bulan Februari 2017 menggunakan metode *Fuzzy North West Corner* sebesar Rp. 33.136.709. Dan untuk menentukan optimalitas dari solusi awal yang diperoleh menggunakan metode *fuzzy modied distribution*, sehingga diperoleh prediksi biaya angkutan total bulan february 2017 sebesar Rp. 31.965.025. Dan untuk prediksi alokasi barang (pakan ternak) pada bulan february 2017 untuk depo cash martapura sebesar 6.192 kg, depo nalembiring sebesar 51.400 kg, depo siti kamilah sebesar 18.792 kg dan depo tjou tjie sebesar 33.200 kg.

Kata Kunci : Masalah Transportasi, Bilangan *Fuzzy*, Masalah Transportasi *Fuzzy*, Metode *Fuzzy North West Corner*, Metode *Fuzzy Modied Distrubution*.

1. PENDAHULUAN

Dalam aplikasi di dunia nyata, parameter dari masalah transportasi yang berupa nilai biaya angkutan, jumlah persediaan pada sumber dan jumlah permintaan pada tujuan terhadap suatu barang tidak selalu dapat diketahui dengan pasti dan dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu. Karena permasalahan tersebut memiliki ketidakpastian maka masalah transportasi dapat diselesaikan dengan menggunakan bilangan *fuzzy* [1]. Masalah transportasi *fuzzy* diselidiki dengan bantuan bilangan *fuzzy trapezoidal* dan menggunakan metode *Fuzzy Modified Distribution* untuk mencari solusi optimal [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

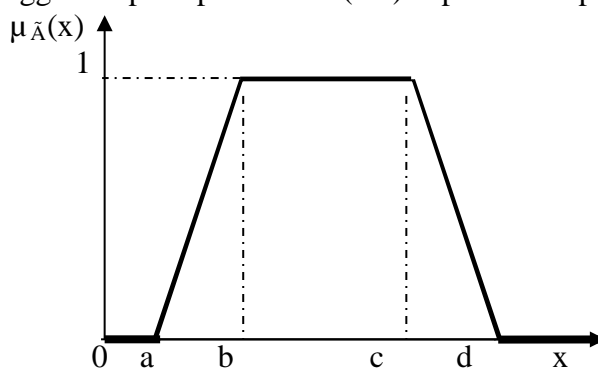
2.1 Himpunan *Fuzzy*

Definisi 2.1.1 [1]

Bilangan *fuzzy* $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ disebut bilangan *fuzzy trapezoidal* jika fungsi keanggotaan diberikan sebagai berikut :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)}{(b-a)}, & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{(x-d)}{(c-d)}, & c < x \leq d \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \dots (2.1)$$

Grafik fungsi keanggotaan pada persamaan (2.1) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Grafik fungsi keanggotaan

Definisi 2.1.2 [4]

Jika $\tilde{a} = (a, b, c, d)$ adalah bilangan *fuzzy trapezoidal*, maka nilai defuzzifikasi atau nilai tegas (*crisp*) dari \tilde{a} sebagai berikut

$$a = \frac{a+2b+2c+d}{6} \dots (2.2)$$

Diperlukan definisi *magnitude* (besar) dari bilangan fuzzy. *Magnitude* (besar) dari bilangan fuzzy trapezoidal $\tilde{u} = (a, b, c, d)$ adalah

$$\text{Mag}(\tilde{u}) = \frac{a + 5b + 5c + d}{12} \quad \dots (2.3)$$

Definisi 2.1.3 [4]

Misalkan \tilde{u} dan \tilde{v} merupakan dua bilangan fuzzy trapezoidal. Rangking dari \tilde{u} dan \tilde{v} oleh *Magnitude*, didefinisikan sebagai berikut :

- i. $\text{Mag}(\tilde{u}) > \text{Mag}(\tilde{v})$ jika dan hanya jika $\tilde{u} > \tilde{v}$
- ii. $\text{Mag}(\tilde{u}) < \text{Mag}(\tilde{v})$ jika dan hanya jika $\tilde{u} < \tilde{v}$ dan
- iii. $\text{Mag}(\tilde{u}) = \text{Mag}(\tilde{v})$ jika dan hanya jika $\tilde{u} \approx \tilde{v}$

2.2 Operasi Aritmatika Pada Bilangan Fuzzy Trapezoidal

Aturan umum operasi – operasi aritmatika untuk bilangan fuzzy trapezoidal yaitu :

Definisi 2.2.1 [4]

Misalkan (a, b, c, d) dan (e, f, g, h) adalah dua bilangan fuzzy trapezoidal, maka :

- 1. $(a, b, c, d) + (e, f, g, h) = (a + e, b + f, c + g, d + h)$
- 2. $(a, b, c, d) - (e, f, g, h) = (a - h, b - g, c - f, d - e)$
- 3. $k(a, b, c, d) = (ka, kb, kc, kd)$, untuk $k \geq 0$
- 4. $k(a, b, c, d) = (kd, kc, kb, ka)$, untuk $k < 0$
- 5. $(a, b, c, d) * (e, f, g, h) = (t_1, t_2, t_3, t_4)$
 Dimana t_1 : minimum (ah, ah, de, dh) ;
 t_2 : minimum (bf, bg, cf, cg) ;
 t_3 : minimum (ah, ah, de, dh) , dan
 t_4 : minimum (bf, bg, cf, cg)

2.3 Transportasi Fuzzy [4]

Fungsi tujuan dari masalah transportasinya adalah sebagai berikut

$$\tilde{z} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \tilde{c}_{ij} \tilde{x}_{ij} = \tilde{c}_{11}\tilde{x}_{11} + \dots + \tilde{c}_{mn}\tilde{x}_{mn} \quad \dots (2.4)$$

Dengan fungsi kendala :

$$\sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \approx \tilde{a}_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad \dots (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^m \tilde{x}_{ij} \approx \tilde{b}_j, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots (2.6)$$

$$\tilde{x}_{ij} \geq \tilde{0}$$

Jadi, agar masalah konsisten harus memiliki persamaan konsistensi berikut:

$$\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i \approx \sum_{j=1}^n \tilde{b}_j \quad \dots (2.7)$$

Jika masalahnya tidak konsisten, persamaan berikut ini berlaku:

$$\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i \approx \sum_{j=1}^n \tilde{b}_j \quad \dots (2.8)$$

Jika kondisi konsisten (2.7) berlaku, maka masalah transportasi dikatakan seimbang. Sebaliknya jumlah persediaan tidak sama dengan jumlah permintaan maka masalah tersebut dikatakan masalah transportasi tidak seimbang.

Keterangan

m = jumlah dari titik persediaan

n = jumlah dari titik permintaan

\tilde{x}_{ij} = jumlah tidak pasti dari unit barang yang dikirimkan dari titik persediaan i ke titik permintaan j, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

\tilde{c}_{ij} = biaya tidak pasti per unit barang yang didistribusikan dari titik persediaan i ke titik permintaan j, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

\tilde{a}_i = persediaan tidak pasti pada titik persediaan ke i, $i = 1, 2, \dots, m$

\tilde{b}_j = permintaan tidak pasti pada permintaan ke j, $j = 1, 2, \dots, n$

Bila masalah transportasi *fuzzy* tidak memenuhi persamaan (2.7), maka harus ditambah dengan variabel *dummy* dengan ketentuan sebagai berikut [6]:

$\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i = (a, b, c, d)$ dan $\sum_{j=1}^n \tilde{b}_j = (e, f, g, h)$

- 1) Jika $a - c \leq e - g, c \leq g, b - a \leq f - e$ dan $d \leq h$ maka sumber untuk variabel dummy dengan ketersediaan adalah $(e - a, f - b, g - c, h - d)$.
- 2) Jika $a - c \geq e - g, c \geq g, b - a \geq f - e$ dan $d \geq h$ maka tujuan untuk variabel dummy dengan permintaan adalah $(a - e, b - f, c - g, d - h)$.
- 3) Jika 1 dan 2 tidak terpenuhi maka :
 - a) Sumber untuk variabel dummy dengan ketersediaan adalah $(\text{maksimum}\{0, (e - g) - (a - c)\} + \text{maksimum}\{0, (g - c)\}, (\text{maksimum}\{0, (e - g) - (a - c)\} + \text{maksimum}\{0, (g - c)\} + \text{maksimum}\{0, (f - e) - (b - a)\}, \text{maksimum}\{0, (g - c)\}, \text{maksimum}\{0, (h - d)\})$.
 - b) Tujuan untuk variabel dummy dengan permintaan adalah $(\text{maksimum}\{0, (a - c) - (e - g)\} + \text{maksimum}\{0, (c - g)\}, (\text{maksimum}\{0, (a - c) - (e - g)\} + \text{maksimum}\{0, (c - g)\} + \text{maksimum}\{0, (b - a) - (f - e)\}, \text{maksimum}\{0, (c - g)\}, \text{maksimum}\{0, (d - h)\})$.

2.4 Metode *Fuzzy North West Corner* [5]

Berikut adalah langkah – langkah pengerjaan menggunakan metode *Fuzzy North West Corner* :

1. Pilih sel kiri atas atau sel (1,1) dari tabel transportasi *fuzzy* dan alokasikan permintaan yang dilihat kapasitas minimum dari baris dan kolom pertama. Atau dapat disimbolkan dengan $\tilde{x}_{11} = \min(\tilde{a}_1, \tilde{b}_1)$.
2. Jika $\tilde{a}_1 < \tilde{b}_1$, maka pindah secara vertikal ke baris kedua dan buat untuk alokasi kedua dengan magnitude $\tilde{x}_{21} = \min(\tilde{a}_2, \tilde{b}_1 - \tilde{x}_{11})$. Jika $\tilde{a}_1 > \tilde{b}_1$, maka pindah secara horizontal ke kolom kedua dan buat untuk alokasi kedua dengan magnitude $\tilde{x}_{12} = \min(\tilde{a}_1 - \tilde{x}_{11}, \tilde{b}_2)$.
3. Ulangi prosedur sampai sel kanan bawah atau sel (m,n) terpenuhi.

2.5 Metode Fuzzy Modified Distribution [3]

Berikut adalah langkah – langkah pengerjaan menggunakan metode *Fuzzy Modified Distribution* :

1. Mencari solusi awal layak.
2. Mengitung sel yang terisi dengan rumus $\tilde{U}_i + \tilde{V}_j = \tilde{C}_{ij}$. Ditetapkan bilangan fuzzy nol untuk setiap baris atau kolom yang teralokasi untuk mencari \tilde{U}_i dan \tilde{V}_j .
3. Mencari nilai / index perbaikan setiap sel kosong dengan rumus $\tilde{\Delta}_{ij} = \tilde{C}_{ij} - (\tilde{U}_i + \tilde{V}_j)$.
4. Memilih sel kosong yang memiliki nilai paling negatif dari $\tilde{\Delta}_{ij}$. Dari sel ini tergambar lintasan tertutup dengan menggambar garis horizontal dan vertikal pada sel yang terisi. Tetapkan tanda positif dan negatif bergantian. Alokasi ini akan ditambahkan ke alokasi memiliki tanda positif dan dikurangkan dari alokasi yang memiliki tanda negatif.
5. Mengulangi langkah 2 - 4 tidak ada nilai negatif dari $\tilde{\Delta}_{ij}$. Sehingga biaya optimal akan diperoleh

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilakukan secara studi kasus yaitu mengumpulkan data pendukung yang berkaitan dengan data penelitian. Data yang digunakan adalah biaya angkutan, jumlah persediaan dan jumlah permintaan. Data tersebut akan digunakan untuk memprediksi biaya angkut total dan alokasi barang (pakan ternak) di CV. Mentari Nusantara Feedmill.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Studi Kasus

Dalam kasus ini perusahaan CV. Mentari Nusantara Feedmill ingin memprediksi rencana pengalokasian barang dan biaya pengeluaran pada bulan Februari 2017 sehingga diperlukan data biaya angkut, data jumlah persediaan dan data jumlah permintaan pada bulan Oktober 2016 sampai Januari 2017. Adapun data tersebut yang telah dibentuk kedalam tabel transportasi *fuzzy* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel awal masalah transportasi *fuzzy* pada CV. Mentari Nusantara Feedmill

	CASH MARTAP URA	NALEM SEM BIRING	SITI KAMILAH	TJOU TJIE	SUPPLY
GUDANG (SUNGGAI SIPAI)	(360, 370, 390, 410)	(365, 373, 390, 415)	(360, 370, 395, 413)	(365, 375, 400, 415)	(14.050, 26.800, 28.000, 35.200)
PABRIK (JAWA TIMUR)	(360, 370, 390, 410)	(300, 310, 330, 350)	(360, 370, 395, 413)	(310, 315, 340, 355)	(65.750, 67.300, 102.450, 149.900)
DEMAND	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)	(9.950, 15.600, 33.150, 89.950)	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	

Karena diperoleh $\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i \approx \sum_{j=1}^n \tilde{b}_j$, maka menurut persamaan (2.8) dikatakan masalah transportasi tidak seimbang. Sehingga dengan menambahkan variabel *dummy* menggunakan ketentuan Shugani (2012) masalah tersebut menjadi seimbang [6]. Dari hal tersebut Tabel 1 menjadi

Tabel 2. Masalah Transportasi *Fuzzy* Seimbang

	CASH MARTA PURA	NALEM SEM BIRING	SITI KAMILAH	TJOU TJIE	DUMMY	SUPPLY
GUDANG (SUNGAI SIPAI)	(360, 370, 390, 410)	(365, 373, 390, 415)	(360, 370, 395, 413)	(365, 375, 400, 415)	(0, 0, 0, 0)	(14.050, 26.800, 28.000, 35.200)
PABRIK (JAWA TIMUR)	(360, 370, 390, 410)	(300, 310, 330, 350)	(360, 370, 395, 413)	(310, 315, 340, 355)	(0, 0, 0, 0)	(65.750, 67.300, 102.450, 149.900)
DEMAND	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)	(9.950, 15.600, 33.150, 89.950)	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	(33.500, 34.700, 28.750, 7.100)	(79.800, 94.100, 130.450, 185.100)

Langkah selanjutnya yaitu mencari solusi awal menggunakan metode *fuzzy north west corner* yang hasil solusi awalnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Solusi awal masalah transportasi *fuzzy*

	CASH MARTA PURA	NALEM SEM BIRING	SITI KAMILAH	TJOU TJIE	DUMMY	SUPPLY
GUDANG (SUNGAI SIPAI)	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)	(1.050, 20.100, 23.950, 32.250)				(14.050, 26.800, 28.000, 35.200)
PABRIK (JAWA TIMUR)		-22.600, -8.350, 13.050, 88.900	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	(-98.200, -7.600, 71.050, 138.800)	(65.750, 67.300, 102.450, 149.900)
DEMAND	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)	(9.950, 15.600, 33.150, 89.950)	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	(33.500, 34.700, 28.750, 7.100)	(79.800, 94.100, 130.450, 185.100)

Dari Tabel 3 dapat dihitung menggunakan persamaan (2.4), yaitu :

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= \sum_i^m \sum_j^n \tilde{c}_{ij} \tilde{x}_{ij} \\ &= \{((360, 370, 390, 410) * (2.650, 4.050, 6.700, 13.000)) + \\ &\quad ((365, 373, 390, 415) * (1.050, 20.100, 23.950, 32.250)) + \\ &\quad ((300, 310, 330, 350) * (-22.600, -8.350, 13.050, 88.900)) + \\ &\quad ((360, 370, 395, 413) * (10.000, 15.000, 20.100, 32.550)) + \\ &\quad ((310, 315, 340, 355) * (23.700, 24.750, 41.750, 42.500)) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & ((0, 0, 0, 0) * (-98.200, -7.600, 71.050, 138.800)) \\ & = (4.374.250, 19.586.550, 38.394.500, 78.483.900) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{a + 2b + 2c + d}{6} \\ &= \frac{4.374.250 + (2*19.586.550) + (2*38.394.500) + 78.483.900}{6} \\ &= \text{Rp. } 33.136.708.33 \approx \text{Rp. } 33.136.709 \end{aligned}$$

Jadi prediksi biaya pengeluaran total bulan february menggunakan Metode *Fuzzy North West Corner* sebesar Rp. 33.136.709.

Setelah diperoleh solusi awal pada Tabel 4. Langkah selanjutnya adalah uji tes optimalisasi menggunakan metode *fuzzy modied distribution*

ITERASI 1

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_1 = (360, 370, 390, 410) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_3 = (360, 370, 395, 413)$$

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_2 = (365, 373, 390, 415) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_4 = (310, 315, 340, 355)$$

$$\tilde{U}_2 + \tilde{V}_2 = (300, 310, 330, 350) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_5 = (0, 0, 0, 0)$$

Dari rincian diatas dapat dicari U_i dan V_j , misalkan $\tilde{U}_1 = (0, 0, 0, 0)$ maka

$$\tilde{V}_1 = (360, 370, 390, 410)$$

$$\tilde{V}_2 = (315, 353, 410, 465)$$

$$\tilde{U}_2 = (-115, -80, -43, -15)$$

$$\tilde{V}_3 = (375, 413, 475, 528)$$

$$\tilde{V}_4 = (325, 358, 420, 470)$$

$$\tilde{V}_5 = (15, 43, 80, 115)$$

Menghitung jumlah dari \tilde{U}_i dan \tilde{V}_j dari setiap sel kosong

$$\tilde{U}_2 + \tilde{V}_1 = (360, 370, 390, 410) \quad \tilde{U}_1 + \tilde{V}_4 = (365, 375, 400, 415)$$

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_3 = (360, 370, 395, 413) \quad \tilde{U}_1 + \tilde{V}_5 = (0, 0, 0, 0)$$

Index perbaikan (delta) untuk setiap sel kosong lainnya

$$\tilde{\Delta}_{21} = (-35, 23, 100, 165) \quad \tilde{\Delta}_{14} = (-105, -45, 42, 90)$$

$$\tilde{\Delta}_{13} = (-168, -105, -18, 40) \quad \tilde{\Delta}_{15} = (-115, -80, -43, -15)$$

Sehingga diperoleh solusi pada iterasi pertama yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Iterasi pertama menggunakan metode *Fuzzy Modified Distribution*

	CASH MARTA PURA	NALEM SEM BIRING	SITI KAMILAH	TJOU TJIE	DUMMY	SUPPLY
GUDANG (SUNGAI SIPAI)	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)				(1.050, 20.100, 23.950, 32.250)	(0,0,0,0)
PABRIK (JAWA TIMUR)		(-21.550, 11.750, 37.000, 121.450)	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	(-130.750, -31.550, 50.950, 137.750)	(0,0,0,0)
DEMAND	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	

ITERASI 2

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_1 = (360, 370, 390, 410) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_3 = (360, 370, 395, 413)$$

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_5 = (0, 0, 0, 0) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_4 = (310, 315, 340, 355)$$

$$\tilde{U}_2 + \tilde{V}_2 = (300, 310, 330, 350) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_5 = (0, 0, 0, 0)$$

Dari rincian diatas dapat dicari \tilde{U}_i dan \tilde{V}_j , misalkan $\tilde{U}_1 = (0, 0, 0, 0)$ maka

$$\begin{aligned} \tilde{V}_1 &= \tilde{C}_{11} - \tilde{U}_1 \\ &= (360, 370, 390, 410) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (360, 370, 390, 410) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_5 &= \tilde{C}_{15} - \tilde{U}_1 \\ &= (0, 0, 0, 0) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (0, 0, 0, 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{U}_2 &= \tilde{C}_{25} - \tilde{V}_5 \\ &= (0, 0, 0, 0) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (0, 0, 0, 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_2 &= \tilde{C}_{22} - \tilde{U}_2 \\ &= (300, 310, 330, 350) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (300, 310, 330, 350) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_3 &= \tilde{C}_{23} - \tilde{U}_2 \\ &= (360, 370, 395, 413) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (360, 370, 395, 413) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_4 &= \tilde{C}_{24} - \tilde{U}_2 \\ &= (310, 315, 340, 355) - (0, 0, 0, 0) \\ &= (310, 315, 340, 355) \end{aligned}$$

Menghitung jumlah dari U_i dan V_j dari setiap sel kosong

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_2 = (365, 373, 390, 415) \quad \tilde{U}_1 + \tilde{V}_4 = (365, 375, 400, 415)$$

$$\tilde{U}_1 + \tilde{V}_3 = (360, 370, 395, 413) \quad \tilde{U}_2 + \tilde{V}_1 = (360, 370, 390, 410)$$

Index perbaikan (delta) untuk setiap sel kosong lainnya

$$\tilde{\Delta}_{12} = (15, 43, 80, 115) \quad \tilde{\Delta}_{14} = (10, 35, 85, 105)$$

$$\tilde{\Delta}_{13} = (-53, -25, 25, 53) \quad \tilde{\Delta}_{21} = (-50, -20, 20, 50)$$

Karena tidak ada nilai yang paling negatif sehingga masalah transportasi fuzzy tersebut telah optimal. Dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 6. Solusi optimal masalah transportasi fuzzy

	CASH MARTA PURA	NALEM SEM BIRING	SITI KAMILAH	TJOU TJIE	DUMMY	SUPPLY
GUDANG (SUNGAI SIPAI)	(2.650, 4.050, 6.700, 13.000)				(1.050, 20.100, 23.950, 32.250)	(0,0,0,0)
PABRIK (JAWA TIMUR)		(-21.550, 11.750, 37.000, 121.450)	(10.000, 15.000, 20.100, 32.550)	(23.700, 24.750, 41.750, 42.500)	(-130.750, -31.550, 50.950, 137.750)	(0,0,0,0)
DEMAND	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	

Dari Tabel 6 dapat dihitung pengeluaran total menggunakan persamaan

(2.4). yaitu :

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= \sum_i^m \sum_j^n \tilde{c}_{ij} \tilde{x}_{ij} \\ &= \{((360, 370, 390, 410) * (2.650, 4.050, 6.700, 13.000)) + \\ &\quad ((0, 0, 0, 0) * (1.050, 20.100, 23.950, 32.250)) + \\ &\quad ((300, 310, 330, 350) * (-21.550, 11.750, 37.000, 121.450)) + \\ &\quad ((360, 370, 395, 413) * (10.000, 15.000, 20.100, 32.550)) + \\ &\quad ((310, 315, 340, 355) * (23.700, 24.750, 41.750, 42.500)) + \\ &\quad ((0, 0, 0, 0) * (-130.750, -31.550, 50.950, 137.750))\} \\ &= (4.358.500, 18.487.250, 36.957.500, 76.368.150) \\ z &= \frac{a + 2b + 2c + d}{6} \\ &= \frac{4.358.500 + (2*18.487.250) + (2*36.957.500) + 76.368.150}{6} \\ &= \text{Rp. 31.936.025} \end{aligned}$$

Jadi diperoleh prediksi biaya pengeluaran total bulan februari menggunakan Metode *Fuzzy Modified Distribution* sebesar Rp. 31.936.025

Adapun prediksi perencanaan alokasi pada bulan februari adalah sebagai berikut :

1. Dari Gudang ke Depo Cash Martapura sebesar (2.650, 4.050, 6.700, 13.000)

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{2.650 + 2*4.050 + 2*6.700 + 13.000}{6} = \frac{37.150}{6} = 6.191,17 \text{ kg} \approx 6.192 \text{ kg.}$$

2. Dari Pabrik ke Depo Nalem Sembiring sebesar (-21.550, 11.750, 37.000, 121.450),

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{-21.550 + 2*11.750 + 2*37.000 + 121.450}{6} = \frac{197.400}{6} = 32.900 \text{ kg.}$$

3. Dari Pabrik ke Depo Siti Kamilah sebesar (10.000, 15.000, 20.100, 32.550)

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{10.000 + 2*15.000 + 2*20.100 + 32.550}{6} = \frac{112.750}{6} = 18.791,667 \text{ kg} \approx 18.792 \text{ kg.}$$

4. Dari Pabrik ke Depo Tjou Tjie sebesar (23.700, 24.750, 41.750, 42.500)

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{23.700 + 2*24.750 + 2*41.750 + 42.500}{6} = \frac{199.200}{6} = 33.200 \text{ kg.}$$

5. Dari Gudang ke Variabel *Dummy* sebesar (1.050, 20.100, 23.950, 32.250)

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{1.050 + 2*20.100 + 2*23.950 + 32.250}{6} = \frac{121.400}{6} = 20.233,33 \text{ kg} \approx 20.234 \text{ kg.}$$

6. Dari Gudang ke Variabel *Dummy* sebesar (-130.750, -31.550, 50.950, 137.750)

Karena nilai alokasi masih berbentuk bilangan *fuzzy* maka perlu dirubah ke dalam bentuk bilangan crisp (tegas).

$$a = \frac{(-130.750 + 2*(-31.550) + 2*50.950 + 137.750)}{6} = \frac{45.800}{6} = 7.633,33 \text{ kg} \approx 7.634 \text{ kg.}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Masalah transportasi *fuzzy* dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi biaya pengeluaran total dan alokasi barang (pakan ternak) pada bulan selanjutnya.
2. Metode *North West Corner* merupakan metode untuk memperoleh solusi awal dan solusi ini sangat efektif bila dilihat dari segi pengerjaan. Namun hasil yang diperoleh menggunakan metode ini belum optimal.
3. Metode *Modified Distribution* merupakan metode yang bertujuan untuk menguji apakah solusi awal yang diperoleh sudah optimal atau belum.
4. Dengan menggunakan Metode *Modified Distribution* pada penelitian ini diperoleh prediksi biaya angkutan total dan alokasi barang (pakan ternak) pada bulan februari:
 1. Alokasi barang (pakan ternak) ke Depo Cash Martapura sebesar 6.192 Kg.
 2. Alokasi barang (pakan ternak) ke Depo Nalem Sembiring sebesar 33.200 Kg.
 3. Alokasi barang (pakan ternak) ke Depo Siti Kamilah sebesar 18.792 Kg.
 4. Alokasi barang (pakan ternak) ke Depo Tjou Tjie sebesar 33.200 Kg.
 5. Biaya angkutan total sebesar Rp. 31.936.025,-

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amarpreet, K. and Amit, K. 2012. *A new approach for solving fuzzy transportation problems using generalized trapezoidal fuzzy numbers*. Applied for Computing, 8, 1201-1213.
- [2] Dinagar, D.S, Palanivel, K. 2009. *The transportation problem in fuzzy environment*, Int. J. Algorithms Comput. Math, 65–71.
- [3] Nareshkumar, S and Kumaraghuru, S. 2015. *Solving the Transportation Problem Using Fuzzy Modified Distribution Method*, International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 2 Issue 2.
- [4] Pandian, P and Natarajan, G. 2010. *A new algorithm for finding a fuzzy optimal solution for fuzzy transportation problems*, Appl. Math. Sci, 79–90.
- [5] Poonam, K. 2014. *A Comperative Study of Optimization Methods for Fuzzy Transportation Problem*, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 5 Issue 5.
- [6] Poonam, S, Abbas S.H, and Gupta, V. 2012. *Unbalanced Fuzzy Transportation Problem with Roubast Ranking Technique*, Asian Journal of Current Engineering and Maths, 94-97.