PENERAPAN METODE *ZERO SUFFIX* DALAM MENYELESAIKAN MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY* DAN LINIER

Studi Kasus : Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak

Lidwina Evi Purwanti, Mariatul Kiftiah, Fransiskus Fran

INTISARI

Masalah transportasi merupakan bagian khusus dari program linier yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam meminimumkan biaya transportasi sehingga dapat memperoleh keuntungan yang maksimum. Salah satu metode transportasi yang dapat digunakan adalah metode Zero Suffix dengan parameter yang digunakan yaitu biaya, persediaan dan permintaan dalam keadaan tertentu parameter tersebut tidak selalu dapat diketahui dengan pasti karena permasalahan dilapangan yang tidak bisa dihindari, maka solusi untuk ketidakpastian ini menggunakan pendekatan himpunan fuzzy. Pada masalah transportasi dicari pengalokasian yang tepat yang diterapkan pada Perum BULOG Divisi Regional Kalbar Pontianak untuk memperoleh biaya yang minimum. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, pengalokasian beras yang berada di Gudang Wajok Hulu didistribusikan ke Kabupaten Mempawah dan Kabupaten Landak sedangkan pengalokasian beras yang berada di Gudang Sungai Raya Kubu Raya didistribusikan ke Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya. Metode transportasi yang diterapkan pada Perum BULOG dapat menghemat biaya sebesar Rp 36.851.355. Keadaan dimana jumlah persediaan dan permintaan beras tidak diketahui dengan pasti pada transportasi fuzzy memperoleh biaya minimum sebesar Rp 252.530.278,6.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Robust Rangking, Suffix Value.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan komponen penting dalam operasional perusahaan karena sangat berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam mendistribusikan produk dari sumber ke tujuan pemasaran. Pada masalah transportasi, dalam keadaan tertentu nilai dari 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. Sebuah cara yang sering kali digunakan untuk menyatakan ketidakpastian ini adalah bilangan *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Zadeh [1]. Pada umumnya permasalahan yang mengandung unsur ketidakpastian diterapkan dalam kajian logika *fuzzy*. Masalah transportasi yang dikaitkan dengan logika *fuzzy* inilah yang disebut masalah transportasi *fuzzy*. Sebagai objek dalam penelitian ini adalah Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik (Perum BULOG) Divisi Regional Kalbar Pontianak. Untuk memecahkan masalah transportasi *fuzzy* maupun transportasi linier digunakan metode langsung yang dapat memperoleh solusi optimal tanpa harus menentukan solusi awal, yaitu Metode *Zero Suffix*. Metode *Zero Suffix* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan biaya minimum dari masalah transportasi dengan menggunakan nilai maksimum dari *suffix value* pada masalah transportasi.

Pada masalah transportasi terbagi menjadi dua yaitu masalah transportasi seimbang dan tidak seimbang. Masalah transportasi *fuzzy* menjelaskan tentang logika *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan dengan membentuk kurva segitiga, diperolehlah bilangan *fuzzy* segitiga. Kemudian

melinierkan bilangan *fuzzy* segitiga menjadi bilangan tegas menggunakan metode *Robust Ranking*. Selanjutnya mencari solusi optimal menggunakan metode *Zero Suffix*.

MASALAH TRANSPORTASI

Masalah transportasi merupakan masalah yang sering dihadapi dalam pendistribusian barang. Masalahnya adalah bagaimana menentukan pendistribusian barang dari sumber sehingga semua kebutuhan tujuan terpenuhi tetapi dengan biaya yang seminimal mungkin[2].

Tabel 1 Masalah Transportasi

Tujuan Sumber	T_1	T_2	...	T_n	Persediaan a_i
S_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
S_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
S_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
Permintaan b_j	b_1	b_2	...	b_n	$\sum_{j=1}^n b_j$ / $\sum_{i=1}^m a_i$

Sumber : Siang 2011

Fungsi tujuan dari masalah transportasi adalah sebagai berikut,[2]

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Fungsi batasan:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i, & i &= 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j, & j &= 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\geq 0, & i &= 1, \dots, m \\ & & j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

Keterangan :

x_{ij} : Banyak unit barang yang diangkut dari asal i ke tujuan j

c_{ij} : Biaya transportasi per unit barang dari asal i ke tujuan j

a_i : Persediaan ke $i = 1, 2, \dots, m$

b_j : Permintaan ke $j = 1, 2, \dots, n$

Suatu masalah transportasi dikatakan seimbang apabila jumlah persediaan pada sumber i sama dengan jumlah permintaan pada tujuan j yang dapat dituliskan sebagai berikut[3].

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Masalah transportasi dikatakan tidak seimbang apabila jumlah persediaan pada sumber i lebih besar dari jumlah permintaan pada tujuan j ataupun sebaliknya. Setiap masalah transportasi tidak seimbang harus diseimbangkan dengan menambahkan kolom *dummy* atau baris *dummy*. *Dummy* adalah variabel yang ditambahkan pada kolom maupun baris untuk menyeimbangkan persediaan dan permintaan dengan biaya nol[2].

MASALAH TRANSPORTASI FUZZY

Masalah transportasi *fuzzy* adalah masalah transportasi yang terjadi apabila jumlah persediaan dan jumlah permintaan adalah bilangan *fuzzy*, sedangkan untuk nilai biaya yang digunakan adalah bilangan tegas. Pada sistem transportasi *fuzzy*, dicari suatu nilai $\tilde{Z}$ yang merupakan fungsi tujuan yang akan dioptimalkan pada batasan tertentu dan dimodelkan dalam himpunan *fuzzy* [5]. Fungsi tujuan untuk masalah transportasi *fuzzy* dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

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

dengan batasan :

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

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

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

$$\tilde{x}_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

untuk mempelajari masalah transportasi *fuzzy*, maka terlebih dahulu harus mempelajari fungsi keanggotaannya.

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya atau derajat keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu fungsi yang bisa digunakan adalah representasi kurva segitiga yaitu kurva yang ditandai dengan adanya tiga parameter (a, b, c) yang menentukan koordinat x dari tiga sudut[4].

Gambar 1 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

METODE ROBUST RANGKING

Metode *Robust Rangking* adalah metode untuk mengubah bilangan *fuzzy* menjadi bilangan tegas. Jika Q adalah himpunan *fuzzy*, maka *Robust Rangking* dapat didefinisikan sebagai berikut [6],

$$R(Q) = \int_0^1 \frac{1}{2} (L, U) d\alpha$$

Keterangan :

$R(Q)$: *Robust Rangking* untuk himpunan *fuzzy* segitiga Q

Q : Himpunan permintaan *fuzzy*, persediaan *fuzzy*, dan biaya *fuzzy*

(L, U) : Perhitungan batas atas dan batas bawah dari himpunan *fuzzy* Q

Misalkan terdapat himpunan *fuzzy* segitiga berupa himpunan permintaan *fuzzy*, himpunan persediaan *fuzzy* atau himpunan biaya *fuzzy* dengan $Q = (a, b, c)$ *triangular*, maka $(L, U) = \{(b-a)\alpha + a, c - (c-b)\alpha\}$.

METODE ZERO SUFFIX

Metode *Zero Suffix* merupakan salah satu metode optimalisasi masalah transportasi yang menguji keoptimuman dari tabel transportasi tanpa harus menentukan solusi awal. Hal yang paling inti dari metode ini adalah mencari *suffix value*, yaitu penambahan biaya dalam kolom yang paling dekat dengan biaya bernilai nol yang lebih besar dari nol dibagi jumlah biaya yang ditambahkan. Setelah memperoleh *suffix value* terbesar sel'anjutnya dibuat menjadi acuan kolom mana yang harus dialokasikan terlebih dahulu dengan mengisi kolom biaya yang bernilai nol. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam metode *Zero Suffix* yaitu sebagai berikut:

1. Menyusun tabel transportasi untuk masalah transportasi yang diberikan.
2. Kurangi entri biaya setiap baris pada tabel transportasi dengan c_{ij} masing- masing baris yang paling minimum dan setelah dihasilkan tabel yang baru, lanjutkan dengan mengurangi entri biaya setiap kolom dari tabel transportasi yang dihasilkan dengan c_{ij} dari kolom yang paling minimum.
3. Pada tabel biaya yang telah dikurangi akan ada setidaknya biaya bernilai nol disetiap baris dan kolom, kemudian cari nilai *suffix value* dari semua nol dalam matriks biaya yang dikurangi dengan penyerdehanaan berikut. *Suffix value* dinotasikan dengan S , yaitu penambahan biaya dari sisi terdekat dari nol yang lebih besar dari nol dibagi jumlah biaya yang ditambahkan.
4. Pilih maksimum dari S , jika memiliki satu nilai maksimum maka terlebih dahulu pasokan untuk permintaan yang sesuai dengan sel. Jika memiliki dua atau lebih biaya yang bernilai sama' maka pilih salah satu $\{a_i, b_j\}$ dan berikan permintaan semaksimal mungkin dengan memperhatikan persediaan.
5. Setelah langkah 4, permintaan (kolom) atau persediaan (baris) yang sudah dialokasikan harus dikurangi dan tidak dapat dialokasikan lagi. Untuk kolom persediaan dan permintaan yang belum dialokasikan harus memiliki setidaknya satu nol dalam setiap baris dan kolom, jika tidak ada yang bernilai nol, ulangi langkah 2.
6. Ulangi langkah 3 sampai langkah 5 hingga diperoleh biaya yang optimum[6].

PENERAPAN METODE *ZERO SUFFIX* UNTUK MASALAH TRANSPORTASI LINIER

Data yang digunakan dalam masalah transportasi ini adalah data biaya, data total keseluruhan permintaan, dan data total keseluruhan jumlah persediaan dalam pendistribusian beras pada bulan Mei sampai bulan Desember 2017 di Perum BULOG Divisi Regional Kalbar Pontianak. Berikut tabel permintaan beras dari Bulan Mei sampai Desember 2017 di Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak.

Tabel 2 Permintaan Beras pada Bulan Mei-Desember 2017

Kabupaten/ Kota Bulan	Kota Pontianak (Kg)	Kabupaten Mempawah (Kg)	Kabupaten Kubu Raya (Kg)	Kabupaten Landak (Kg)
Mei	638.850	436.140	333.570	671.895
Juni	515.265	300.900	1.366.545	1.115.430
Juli	191.340	179.490	184.200	465.360
Agustus	438.330	115.830	488.580	453.915
September	284.385	274.920	368.535	652.110
Oktober	290.265	293.295	550.425	207.870
November	269.565	148.320	747.000	688.140
Desember	98.325	168.420	213.285	357.960
Total	2.726.325	1.917.315	4.252.140	4.612.680

Sumber: Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak 2017

Pada Tabel 2 dapat dilihat jumlah total permintaan beras dari kota Pontianak, dari Kabupaten Mempawah, dari Kabupaten Kubu Raya, dan dari Kabupaten Landak. Berikut tabel persediaan beras dari Bulan Mei sampai Desember 2017 di Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak.

Tabel 3 Persediaan Beras pada Bulan Mei-Desember 2017

Gudang Bulan	Wajok Hulu (Kg)	Sungai Raya (Kg)
Mei	7.399.670	13.319.421
Juni	6.809.791	6.793.531
Juli	5.658.495	4.574.816
Agustus	4.780.330	7.392.991
September	3.887.030	5.906.616
Oktober	3.698.995	4.554.426
November	920.945	3.875.284
Desember	1.620.383	3.535.026
Total	34.775.636	49.952.110

Sumber: Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak 2017

Pada Tabel 3 dapat dilihat jumlah persediaan beras di Gudang Wajok Hulu dan Gudang Sungai Raya dari bulan Mei sampai Bulan Desember 2017. Adapun biaya transportasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Biaya Transportasi Beras dari Gudang ke Tujuan 2017

Tujuan Sumber	Kota Pontianak (Rp/Kg)	Kabupaten Mempawah (Rp/Kg)	Kabupaten Kubu Raya (Rp/Kg)	Kabupaten Landak (Rp/Kg)
Wajok Hulu	87	136	98	228
	78	145	89	237

Sungai Raya				
-------------	--	--	--	--

Sumber: Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak 2017

Tabel 4 menunjukkan biaya transportasi per kg beras dari gudang ke tujuan pendistribusian. Adapun variabel keputusan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Variabel Keputusan

Variabel	Dari	Ke
x_{11}	Gudang Wajok Hulu	Kota Pontianak
x_{12}	Gudang Wajok Hulu	Kabupaten Mempawah
x_{13}	Gudang Wajok Hulu	Kabupaten Kubu Raya
x_{14}	Gudang Wajok Hulu	Kabupaten Landak
x_{21}	Gudang Sungai Raya	Kota Pontianak
x_{22}	Gudang Sungai Raya	Kabupaten Mempawah
x_{23}	Gudang Sungai Raya	Kabupaten Kubu Raya
x_{24}	Gudang Sungai Raya	Kabupaten Landak

Fungsi tujuan :

$$\text{Min } Z = 87x_{11} + 136x_{12} + 98x_{13} + 228x_{14} + 78x_{21} + 145x_{22} + 89x_{23} + 237x_{24}$$

Fungsi batasan :

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 49.952.110$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 34.775.636$$

$$x_{11} + x_{21} = 2.726.325$$

$$x_{12} + x_{22} = 1.917.315$$

“

$$x_{14} + x_{24} = 4.612.680$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Menyusun data-data yang digunakan ke dalam tabel transportasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Masalah Transportasi Linier pada Perum BULOG

Sumber	Tujuan				Persediaan (a_i)
	Kota Pontianak	Kabupaten Mempawah	Kabupaten Kubu Raya	Kabupaten Landak	
Wajok Hulu	87 x_{11}	136 x_{12}	98 x_{13}	228 x_{14}	34.775.636
Sungai Raya	78 x_{21}	145 x_{22}	89 x_{23}	237 x_{24}	49.952.110
Permintaan (b_j)	2.726.325	1.917.315	4.252.140	4.612.680	84.727.746 13.508.460

Masalah transportasi linier yang telah disusun dalam Tabel 6 selanjutnya dikurangi biaya paling minimum pada baris dan kolom dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengurangan Biaya Paling Minimum pada Baris dan Kolom

Sumber	Tujuan					Persediaan (a_i)
	Kota Pontianak	Kabupaten Mempawah	Kabupaten Kubu Raya	Kabupaten Landak	Dummy	
Wajok Hulu	9	0	9	0	0	34.775.636
Sungai Raya	0	9	0	9	0	49.952.110
Permintaan	2.726.325	1.917.315	4.252.140	4.612.680	71.219.286	

(b_j)						84.727.746
---------	--	--	--	--	--	------------

Mencari *suffix value*. *Suffix value* dinotasikan dengan S , yaitu penambahan biaya dari sisi terdekat dari nol yang lebih besar dari nol dibagi jumlah biaya yang ditambahkan,

$$c_{21} = \frac{9+9}{2} = 9 \quad c_{12} = \frac{9+9+9}{3} = 9 \quad c_{23} = \frac{9+9+9}{3} = 9$$

$$c_{14} = \frac{9+9}{2} = 9 \quad c_{25} = \frac{9}{1} = 9 \quad c_{15} = 0$$

Pilih maksimum dari *suffix value*. Jika memiliki satu nilai maksimum maka terlebih dahulu alokasikan untuk permintaan yang sesuai dengan sel, jika memiliki dua atau lebih biaya yang bernilai sama maka pilih salah satu. Pilih minimum $\{49.952.110, 2.726.325\}$ lalu alokasikan ke dalam tabel transportasi pada sel x_{21} dan seterusnya sampai semua permintaan terpenuhi maka tabel sudah optimum.

Tabel 8 Hasil Pengalokasian dengan Metode *Zero Suffix*

Sumber	Tujuan					Persediaan (a_i)
	Kota Pontianak	Kabupaten Mempawah	Kabupaten Kubu Raya	Kabupaten Landak	Dummy	
Wajak Hulu	87	136	98	228	0	34.775.636
		1.917.315		4.612.680	28.245.641	
Sungai Raya	78	145	89		0	49.952.110
	2.726.325		4.252.140		42.973.645	
Permintaan (b_j)	2.726.325	1.917.315	4.252.140	4.612.680	71.219.286	84.727.746

Tabel 8 menunjukkan tabel sudah optimum dan semua permintaan sudah terpenuhi, sehingga membentuk fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_{min} &= c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{14}x_{14} + c_{15}x_{15} + \\ &\quad c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} + c_{24}x_{24} + c_{25}x_{25} \\ &= (Rp\ 87,00 \times 0) + (Rp\ 136,00 \times 1.917.315) + (Rp\ 98,00 \times 0) + \\ &\quad (Rp\ 228,00 \times 4.612.680) + (Rp\ 0,00 \times 28.245.641) + \\ &\quad (Rp\ 78,00 \times 2.726.325) + (Rp\ 145,00 \times 0) + (Rp\ 89,00 \times \\ &\quad 4.252.140) + (Rp\ 237,00 \times 0) + (Rp\ 0,00 \times 42.973.645) \\ &= Rp\ 260.754.840 + Rp\ 1.051.691.040 + Rp\ 212.653.350 + \\ &\quad Rp\ 378.440.460 \\ &= Rp\ 1.903.539.690 \end{aligned}$$

jumlah total keseluruhan biaya minimum transportasi dengan menggunakan metode transportasi pada bulan Mei sampai bulan Desember 2017 di Perum BULOG Divisi Regional Kalbar Pontianak sebesar Rp 1.903.539.690.

PENERAPAN METODE *ZERO SUFFIX* PADA MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY*

Data yang digunakan pada masalah transportasi *fuzzy* adalah data perbulan pada bulan Mei sampai bulan Desember 2017. Dimana data persediaan dan data permintaan dalam bentuk bilangan *fuzzy* segitiga sedangkan data biaya dalam bilangan tegas. Data permintaan masing-masing daerah dan persediaan masing-masing gudang dalam bentuk bilangan *fuzzy* segitiga. Pada masalah transportasi *fuzzy* untuk variabel yang digunakan sama dengan variabel pada masalah transportasi linier dengan $x_{ij} = \tilde{x}_{ij}$.

Fungsi tujuan :

$$\tilde{Z}_{min} \approx 87\tilde{x}_{11} + 136\tilde{x}_{12} + 98\tilde{x}_{13} + 228\tilde{x}_{14} + 78\tilde{x}_{21} + 145\tilde{x}_{22} + 89\tilde{x}_{23} + 237\tilde{x}_{24}$$

Fungsi batasan :

$$\begin{aligned}
\tilde{x}_{11} + \tilde{x}_{12} + \tilde{x}_{13} + \tilde{x}_{14} &\approx (920.945, 4.333.680, 7.399.670) \\
\tilde{x}_{21} + \tilde{x}_{22} + \tilde{x}_{23} + \tilde{x}_{24} &\approx (3.535.026, 5.240.716, 13.319.421) \\
\tilde{x}_{11} + \tilde{x}_{21} &\approx (98.325, 287.325, 638.850) \\
\tilde{x}_{12} + \tilde{x}_{22} &\approx (115.830, 227.205, 437.140) \\
\tilde{x}_{13} + \tilde{x}_{23} &\approx (184.200, 428.557,5, 1.366.545) \\
\tilde{x}_{14} + \tilde{x}_{24} &\approx (207.870, 558.735, 1.115.430) \\
\tilde{x}_{ij} &\geq 0
\end{aligned}$$

Masalah transportasi *fuzzy* pada Perum BULOG Divisi Regional Kalbar Pontianak disusun dalam tabel transportasi.

Tabel 9 Masalah Transportasi *Fuzzy* pada Perum BULOG

Sumber	Tujuan				Persediaan ($\tilde{a}_i$)
	Kota Pontianak	Kabupaten Mempawah	Kabupaten Kubu Raya	Kabupaten Landak	
Wajok Hulu	$\tilde{x}_{11}$	$\tilde{x}_{12}$	$\tilde{x}_{13}$	$\tilde{x}_{14}$	(920.945, 4.333.680, 7.399.670)
Sungai Raya	$\tilde{x}_{21}$	$\tilde{x}_{22}$	$\tilde{x}_{23}$	$\tilde{x}_{24}$	(3.535.026, 5.240.716, 13.319.421)
Permintaan ($\tilde{b}_j$)	(98.325, 287.325, 638.850)	(115.830, 227.205, 437.140)	(184.200, 428.557,5, 1.366.545)	(207.870,5 58.735,1.1 15.430)	$\sum_{j=1}^n \tilde{b}_j$ / $\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i$

Variabel untuk permintaan beras di Kota Pontianak dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

x dikatakan sedikit apabila $x \leq 98.325$

x dikatakan sedang apabila $98.325 < x < 638.850$

x dikatakan banyak apabila $x \geq 638.850$

Gambar 2 Kurva Segitiga Permintaan Kota Pontianak

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(x-98.325)}{(287.325-98.325)}; & 98.325 \leq x \leq 287.325 \\ \frac{(638.850-x)}{(638.850-287.325)}; & 287.325 \leq x \leq 638.850 \\ 0; & x \leq 98.325, x \geq 638.850 \end{cases}$$

berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan diatas, maka diperoleh bilangan *fuzzy* segitiga (a,b,c) untuk nilai permintaan beras dari Kota Pontianak, yaitu: (98.325, 287.325, 638.850). Dengan cara yang sama cari rangking untuk kabupaten selanjutnya sehingga diperoleh hasil pada Tabel 7.

1. R untuk permintaan dari Kota Pontianak

$R(98.325, 287.325, 638.850)$

Diperoleh : $a = 98.325, b = 287.325, c = 638.850$

$(L, U) = \{(b-a) \propto +a, c-(c-b) \propto\}$

$L = (b-a) \propto +a$

$= 189.000 \propto + 98.325$

$$\begin{aligned}
 U &= c - (c - b) \alpha \\
 &= 638.850 - 351.525 \alpha \\
 (L, U) &= \{(189.000 \alpha + 98.325, 638.850 - 351.525 \alpha)\} \\
 R(98.325, 287.325, 638.850) &= \int_0^1 \frac{1}{2} (L, U) d \alpha \\
 &= \int_0^1 \frac{1}{2} (-162.525 \alpha + 737.175) d \alpha \\
 &= -40.631,25 + 368.587,5 \\
 &= 327.956,25.
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dicari nilai rangking untuk permintaan Kabupaten Mempawah, Kabupaten Kubu Raya, Kabupaten Landak serta persediaan Gudang Wajok Hulu dan Gudang Sungai Raya. Hasil dari pendekatan metode Robust Rangking dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Pendekatan Metode Robust Rangking

Sumber	Tujuan				Persediaan ($\tilde{a}_i$)
	Kota Pontianak	Kabupaten Mempawah	Kabupaten Kubu Raya	Kabupaten Landak	
Wajok Hulu	$\tilde{x}_{11}$ 87	$\tilde{x}_{12}$ 136	$\tilde{x}_{13}$ 98	$\tilde{x}_{14}$ 228	3.271.994
Sungai Raya	$\tilde{x}_{21}$ 78	$\tilde{x}_{22}$ 145	$\tilde{x}_{23}$ 89	$\tilde{x}_{24}$ 237	6.833.969,75
Permintaan ($\tilde{b}_j$)	327.956,25	251.845	601.965	610.192,5	10.105.963,75 1.791.958,75

Dengan cara yang sama menggunakan metode *Zero Suffix* diperoleh hasil pengalokasian pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Pengalokasian Metode Zero Suffix

Sumber	Tujuan					Persediaan ($\tilde{a}_i$)
	Pontianak	Mempawah	Kubu Raya	Landak	Dummy	
Wajok Hulu	87	136 251.845	98	228 610.192,5	0 2.409.95	(920.945, 4.333.680, 7.399.670)
Sungai Raya	78 327.956,25	145	89 601.965	237	0 5.904.048,5	(3.535.026, 5.240.716, 13.319.421)
Permintaan ($\tilde{b}_j$)	(98.325, 287.325, 638.850)	(115.830, 227.205, 437.140)	(184.200 , 428.557,5, 1.366.545)	(207.870, 558.735, 1.115.430)	8.314.005	(4.455.971, 9.574.396, 20.719.091)

Tabel 11 menunjukkan biaya yang minimum menjadi biaya awal, sehingga membentuk fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \tilde{Z}_{min} &\approx \tilde{c}_{11}\tilde{x}_{11} + \tilde{c}_{12}\tilde{x}_{12} + \tilde{c}_{13}\tilde{x}_{13} + \tilde{c}_{14}\tilde{x}_{14} + \tilde{c}_{15}\tilde{x}_{15} + \\
 &\approx \tilde{c}_{21}\tilde{x}_{21} + \tilde{c}_{22}\tilde{x}_{22} + \tilde{c}_{23}\tilde{x}_{23} + \tilde{c}_{24}\tilde{x}_{24} + \tilde{c}_{25}\tilde{x}_{25} \\
 &\approx (Rp\ 87,00 \times 0) + (Rp\ 136,00 \times 251.845) + (Rp\ 98,00 \times 0) + \\
 &\quad (Rp\ 228,00 \times 610.192,5) + (Rp\ 0,00 \times 2.409.956,5) + \\
 &\quad (Rp\ 78,00 \times 327.956,2) + (Rp\ 145,00 \times 0) + (Rp\ 89,00 \times
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 601.965) + (Rp\ 237,00 \times 0) + (Rp\ 0,00 \times 5.904.048,5) \\
& \approx Rp\ 34.250.920 + Rp\ 139.123.890 + Rp\ 25.580.583,6 + Rp\ 53.574.885 \\
& \approx Rp\ 252.530.278,6
\end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengalokasian beras menggunakan Metode *Zero Suffix* yang berada di Gudang Wajok Hulu didistribusikan ke Kabupaten Mempawah dan Kabupaten Landak sedangkan pengalokasian beras yang berada di Gudang Sungai Raya didistribusikan ke Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya. Menyelesaikan transportasi linier diperoleh total keseluruhan biaya minimum sebesar Rp 1.903.539.690 dibandingkan data real dari Perum BULOG Pontianak yang mengeluarkan biaya sebesar Rp 1.940.391.045, metode transportasi dapat menghemat biaya transportasi sebesar Rp 36.851.355. Pada transportasi *fuzzy* memperoleh total biaya minimum sebesar Rp 252.530.278,6. Biaya transportasi *fuzzy* tersebut dapat mengantisipasi jika terjadi ketidakpastian jumlah persediaan dan jumlah permintaan beras pada bulan-bulan tertentu yang mungkin mengalami peningkatan maupun penurunan karena faktor-faktor tertentu pada pendistribusian beras di Perum BULOG Divisi Regional Pontianak.

SARAN

1. Saran untuk perusahaan Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak agar dapat mengalokasikan beras dengan memperhitungkan biaya dan jarak terdekat dari gudang pendistribusian sehingga perusahaan dapat mengeluarkan biaya yang minimum dan memperoleh keuntungan yang maksimum.
2. Saran untuk peneliti selanjutnya agar dapat meneliti metode-metode lain terkait masalah transportasi dengan menggunakan *fully fuzzy transportation problem* yaitu dengan semua parameter bernilai *fuzzy*, untuk memperoleh biaya minimum pada masalah transportasi Perum BULOG Divisi Regional Kalbar Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zadeh, L.A., *Fuzzy Sets*, Information and Control, 8:338-353, 1965.
- [2] Siang, J.J., *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta, 2011.
- [3] Mulyono, Sri., *Riset Operasi Edisi 2*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2017.
- [4] Basirzadeh, H., An Approach for Solving Fuzzy Transportation Problem, *Applied Mathematical Sciences*, 2011;5:1549-1566.
- [5] Kusumadewi, S & Purnomo, H., *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi ke-2*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [6] Fegade, R.M., Jadhav, A.V., Muley, A.A., Solving Fuzzy Transportation Problem using Zero Suffix and Robust Ranking Methodology, *Journal Of Engineering*.2012; 2: 36-39.

LIDWINA EVI PURWANTI : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak

lidwinaevi2346@gmail.com

MARIATUL KIFTIAH : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak

kiftiahmariatul@math.untan.ac.id

FRANSISKUS FRAN : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak

frandly88@gmail.com