Jurnal
MATEMATICS PAEDAGOGIC

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

PENYELESAIAN PERSOALAN OPTIMASI TRANSPORTASI *FUZZY* MENGGUNAKAN *IMPROVED VOGEL APPROXIMATION METHOD*

Monika Vlorentina Br Tarigan[1], Muhammad Romi Syahputra[2]
[1,2]Program Studi S1 Matematika, Universitas Sumatera Utara
email: vlorenmonika2303@gmail.com

Abstract

Transportation is a special form of the linear program that functions as a solver of transportation problems that aims to minimize costs, distance traveled, and so on in order to obtain maximum profit. The transportation model has several parameters, namely transportation costs, the number of demand and the supply is not constant so that to overcome the uncertainty of supply and demand, fuzzy numbers are used as transportation costs, the amount of demand and supply. The fuzzy transportation problem is a transportation problem with the number of demand the number of supply and transportation costs in an uncertain state. Fuzzy transportation problems can be solved using the improved vogel approximation method (IVAM), the improved vogel approximation method is a variation of the vogel approximation method which provides a more optimal solution. In the transportation activities carried out by Perum Bulog Sub Divre Medan it will incur a cost of IDR 823,478,247 in 2021, using the improved vogel approximation method, a more optimal cost is obtained, namely IDR 670,362,717. The results showed that the improved vogel approximation method on fuzzy transportation optimization problems can be solved and produce optimal solutions.

Keywords: *Transportation, Fuzzy Transportation, Improved Vogel Approximation Method (IVAM), Fuzzy Integer Transportation*

Abstrak

Transportasi adalah bentuk khusus dari program linier yang berfungsi sebagai pemecah permasalahan transportasi yang bertujuan untuk meminimumkan biaya, jarak tempuh, dan lain sebagainya sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Model transportasi mempunyai beberapa parameter yaitu biaya transportasi, jumlah permintaan, dan penawaran tidak konstan sehingga untuk mengatasi ketidakpastian penawaran dan permintaan maka digunakan bilangan *fuzzy* sebagai biaya transportasi, jumlah permintaan dan penawaran. Permasalahan transportasi *fuzzy* merupakan permasalahan transportasi dengan jumlah permintaan, jumlah penawaran dan biaya transportasi dalam keadaan tidak pasti. Permasalahan transportasi *fuzzy* dapat diselesaikan menggunakan *improved vogel approximation method* (IVAM), *improved vogel approximation method* merupakan salah satu variasi dari *vogel approximation method* yang memberikan solusi lebih optimal. Dalam kegiatan transportasi yang dilakukan Perum Bulog Sub Divre Medan mengeluarkan biaya sebesar Rp823.478.247 pada tahun 2021, dengan menggunakan *improved vogel approximation method* didapat biaya yang lebih optimal yaitu sebesar Rp670.362.717. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *improved vogel approximation method* pada permasalahan optimasi transportasi *fuzzy* dapat diselesaikan dan menghasilkan solusi yang optimal.

Kata kunci: Transportasi, Transportasi *Fuzzy, Improved Vogel Approximation Method* (IVAM), *Fuzzy Integer Transportation*

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan bagian khusus dari program linier berfungsi sebagai pemecah permasalahan transportasi yang bertujuan untuk meminimumkan biaya, jarak tempuh, dan lain sebagainya sehingga diperoleh keuntungan maksimal. Secara umum transportasi diartikan sebagai perpindahan barang dari sumber barang (*resource*) ke tempat tujuan barang (*destination*). Memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain sesuai dengan kebutuhannya merupakan bagian dari kehidupan manusia(Mustika, L., & Syafi'i, C. M, 2020)

Permasalahaan transportasi pada umumnya berkaitan juga pada pendistribusian produk barang dari sumber ke tujuan dengan banyak permintaan tertentu dan menggunakan biaya transportasi seminimum mungkin(Solikhin, 2019). Permasalahan utama transportasi terletak pada cara meminimumkan biaya transportasi pada saat melakukan pendistribusian barang dari sumber ke tujuan. Metode transportasi merupakan suatu metode yang berguna untuk mengatur pendistribusian barang dari sumber penyedia produk ke tempat tujuan produk yang membutuhkan secara optimal dengan biaya transportasi seminimum mungkin(Nahar et al., 2018). Pada model transportasi total kuantitas seluruh baris dan kolom harus sama, apabila total kuantitas pada seluruh baris dan kolom tidak sama maka perlu ditambahkan kuantitas *dummy* yang berfungsi sebagai penunjuk unit yang sisa atau unit yang kurang(Ibnas & Musgani, 2017).

Perum Bulog (Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik) merupakan sebuah lembaga pangan di Indonesia yang mengurus tata niaga beras, gula, dan minyak makan. Perum Bulog pertama kali dibentuk pada tanggal 10 Mei 1967. Salah satu cabang Perum Bulog Indonesia adalah Perum Bulog Sub Divre Medan yang bergerak di bidang pendistribusian pangan dengan salah satu produk terbesarnya adalah beras. Perum Bulog Sub Divre Medan menyalurkan beras dari beberapa gudang penyimpanan ke beberapa tempat tujuan. Di antaranya Kota Medan, Kota Binjai, Kabupaten Langkat, Kabupaten Deli Serdang dan Kota Tebing Tinggi. Untuk menyalurkan beras dari gudang Perum Bulog Sub Divre Medan ke beberapa tempat tujuan diperlukan adanya sebuah model transportasi untuk meminimumkan biaya serta mengoptimalkan pendistribusian barang. Model transportasi mempunyai beberapa parameter yaitu biaya transportasi, nilai permintaan, dan penawaran yang mempunyai nilai ketidakpastian sepanjang waktu dikarenakan beberapa faktor tidak terkendali(Azizah et al., 2018). Pada beberapa faktor terdapat nilai permintaan dan penawaran yang tidak konstan sehingga untuk mengatasi ketidakpastian penawaran dan permintaan maka digunakan bilangan *fuzzy* sebagai biaya transportasi, nilai permintaan, dan nilai penawaran(Jufri & Yusuf, 2017)

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

Permasalahan transportasi *fuzzy* merupakan permasalahan transportasi dengan nilai permintaan, nilai penawaran, dan biaya transportasi dalam keadaan tidak pasti (*fuzzy*). Transportasi *fuzzy* mempunyai tujuan sebagai penentu jadwal pengiriman dengan meminimumkan total biaya transportasi *fuzzy*)(Basriati et al., 2019). Permasalahan transportasi *fuzzy* dapat diselesaikan dengan menggunkan *Improved Vogel Approximation method* (IVAM).

Dikerianto (2013) dalam skripsinya meneliti mengenai penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* dengan metode *Improved Vogel Approximation Method* (IVAM) menyimpulkan bahwa total biaya distribusi menggunakan *Improved Vogel Approximation Method* pada permasalahan transportasi *fuzzy* menghasilkan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan total biaya distribusi menggunakan metode transportasi biasa.

METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari Perum Bulog Sub Divre Medan yaitu data persediaan, permintaan, dan biaya distribusi beras dari beberapa Gudang ke beberapa daerah tujuan terhitung dari Januari 2021 – Desembar 2021.

METODE ANALISIS DATA

Lakukan pengolahan dan perhitungan menggunakan algoritma *fuzzy integer transportation* dengan λ sebagai interval *fuzzy*(Siska, Vivi ;Parmadi, 2018).

1. Tetapkan $\lambda(1) = 0$ dan $\lambda(2) = 1$
2. Selesaikan masalahan $\lambda(1) = 0$ dengan IVAM
   - Jika masalahan $\lambda(1)$ *feasible* dan $(\lambda(1) \in G^{\lambda(1)}$, ke langkah 3.
   - Jika tidak berhenti. *Infeasible* $(\mu_D(x) = 0$, untuk setiap x).
3. Selesaikan masalahan untuk $\lambda(2) = 1$
   - Jika permasalahan tersebut *feasible* dan $\lambda(2) \in G^{\lambda(2)}$, berhenti $x\big(\lambda(2)\big)$ adalah solusi optimal pada masalah $(\mu_D(x) = 1$.
   - Jika tidak ke langkah 4.
4. Hitung $\lambda(half) = \frac{(\lambda(1)+\lambda(2))}{2}$ menggunakan IVAM.
5. Selesaikan masalah untuk $\lambda = \lambda(half)$.
   - Jika *infeasible*, maka $\lambda(2) = \lambda(half)$. Ke langkah 6
   - Jika tidak kerjakan:
     i. Jika $\mu_G = \mu_C$, $x\big(\lambda(half)\big)$ adalah solusi optimal, berhenti.
     ii. Jika $\mu_G > \mu_C$, $\lambda(1) = \mu_C$, ke langkah 6.
     iii. Jika $\mu_G < \mu_C$, $\lambda(2) = \mu_C = \lambda(half)$, ke langkah 6.
6. Jika $\lambda(2) - \lambda(1) > \xi$, ke

J u r n a l
MATEMATICS PAEDAGOGIC

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

langkah 4, jika tidak periksa apakah permasalahan untuk $\lambda = \lambda(1)$ adalah minimal *extension* dari permasalahan $\lambda = \lambda(2)$. Jika tidak kembali ke langkah 4, jika ya berhenti. Salah satu solusi yaitu $x(\lambda(1))$ atau $x(\lambda(2))$ adalah solusi optimal.

METODE IMPROVED VOGEL APPROXIMATION METHOD

Improved Vogel Approximation Method (IVAM) merupakan salah satu variasi dari metode *vogel approximation*. Metode IVAM menggunakan konsep *total opportunity cost* (TOC) dengan tujuan mendapatkan solusi cepat dan optimal. Berikut langkah-langkah untuk menghitung solusi menggunakan metode *improved vogel approximation method* menurut (Korukoglu & Ballie, 2011) dalam (Dewi et al, 2019).

1. Hitung nilai *total opportunity cost* dengan menjumlahkan hasil dari *row opportunity cost* dan *column opportunity cost*.
2. Hitung penalti dari setiap baris dan kolom.
3. Pilih baris dan kolom dengan tiga nilai penalti terbesar dan alokasikan produk paling maksimum ke dalam sel yang mempunyai biaya transportasi terendah.
4. Hilangkan baris maupun kolom yang telah diisi, baris maupun kolom tersebut tidak digunakan lagi untuk menghitung selisih biaya berikutnya.
5. Ulangi langkah 2 sampai dengan langkah 4 sampai semua sel di baris dan kolom teralokasi.
6. Hitung biaya transportasi minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menggunakan 3 gudang persediaan dan 5 daerah tujuan daerah tujuan Perum Bulog Sub Divre Medan.

Tabel 1. Persediaan Beras

Gudang	Rata-rata	Toleransi
Labuhan Deli	1.039.950	722.754
Paya Pasir	2.330.607	1.980.915
Mabar	820.968	384.912

Tabel 2. Permintaan Beras

Gudang	Rata-rata	Toleransi
Medan	726.116	231.793
Binjai	396.159	179.256
Deli Serdang	795.083	364.236
Tebing Tinggi	380.540	188.036
Langkat	60.442	33.015

Tabel 3. Biaya Distribusi Beras

Gudang	Wilayah Tujuan	Biaya (kg/Rp)
Labuhan Deli	Medan	259
	Deli Serdang	264
Paya Pasir	Tebing Tinggi	159
	Langkat	284
Mabar	Medan	253
	Binjai	190

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

Anggaran yang disediakan Perum Bulog Sub Divre Medan untuk pengangkutan beras dari gudang ke daerah tujuan sebesar Rp548.985.498 dengan biaya cadangan anggaran sebesar Rp274.492.749.

Dari data yang telah diperoleh, maka buat model permasalahan transportasi sehingga diperoleh fungsi tujuan

$$Meminimumkan\ Z:\ 259x_{11} + 204x_{12} + 264x_{13} + 246x_{14} + 294x_{15} + 279x_{21} + 229x_{22} + 274x_{23} + 159x_{24} + 284x_{25} + 253x_{31} + 190x_{32} + 256x_{33} + 249x_{34} + 293x_{35}$$

Selanjutnya tentukan Batasan untuk persediaan dan permintaan karena penelitian ini memiliki fungsi keanggotaan berbentuk segitiga L-L maka diperoleh Batasan seperti dibawah ini.

Batasan Persediaan

$$\sum_{i=1}^{m} x_{1j} \cong (1.039.950,\ 1.039.950,\ 722.754, 722.754\ )_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{2j} \cong (2.330.607, 2.330.607,\ 1.980.915,\ 1.980.915)_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{2j} \cong (820.968,\ 820.968,\ 384.912,\ 384.912)_{L-L}$$

Batasan Permintaan

$$\sum_{i=1}^{m} x_{i1} \cong (726.116,\ 726.116,\ 231.793,\ 231.793)_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{i2} \cong (396.159,\ 396.159,\ 179.256,\ 179.256)_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{i1} \cong (795.083,\ 795.083,\ 364.236,\ 364.236)_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{i1} \cong (380.540,\ 380.540,\ 188.036,\ 188.036)_{L-L}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{i1} \cong (60.442,\ 60.442,\ 33.015,\ 33.015)_{L-L}$$

Dari batasan persediaan dan permintaan diatas maka selesaikan permasalahan untuk itersai 1 $\lambda(1) = 0$. Selanjutnya hitung interval batas atas dan batas bawah menggunakan persamaan (4.2), (4.3) sehingga akan diperoleh nilai *fuzzy supply* dan *fuzzy demand* seperti berikut.

Persediaan di gudang

L. Deli: $a_1^1 = 317.196$
P. P: $a_1^2 = 349.693$
Mabar: $a_1^3 = 436.056$
L. Deli*: $a_2^1 - a_1^1 = 1.445.508$
P. P*: $a_2^2 - a_1^2 = 3.961.830$
Mabar*: $a_2^3 - a_1^3 = 769.823$
FS= 1.992.671

Permintaan di tujuan

Medan; $b_1^1 = 494.323$
Binjai: $b_1^1 = 216.903$
D. S; $b_1^1 = 430.847$
T. T; $b_1^1 = 192.504$
LKT; $b_1^1 = 27.427$
Medan*; $b_2^1 - b_1^1 = 463.586$
Binjai*: $b_2^1 - b_1^1 = 358.512$
D. S*: $b_2^1 - b_1^1 = 728.472$
T. T*: $b_2^1 - b_1^1 = 376.072$
LKT*: $b_2^1 - b_1^1 = 66.030$
FD: $= 5.918.101$

Jurnal
MATEMATICS PAEDAGOGIC

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

keterangan:

D. S = Deli Serdang
T.T = Tebing Tinggi
LKT = Langkat
FS = *Fuzzy Supply*
FD = *Fuzzy Demand*

Kemudian hitung fungsi tujuan (*fuzzy goal*), yang mana *fuzzy goal* berfungsi sebagai batas biaya transportasi maksimum yang dikeluarkan. *Fuzzy goal* dapat dihitung menggunakan persamaan (4.4) sehingga diperoleh sebagai berikut.

$$G^0 = [0,\ \ 823.478.247]$$

Setelah diperoleh nilai *fuzzy supply*, *fuzzy demand* dan *fuzzy goal*. Langkah selanjutnya adalah membuat tabel permasalahan biaya transportasi yang mana biaya transportasi diambil dari tabel 3. Tabel permasalahan biaya transportasi dapat dilihat pada tabel 4 dengan M merupakan bilangan yang sangat besar.

Tabel 4 Biaya Transportasi

	MD	BJ	DS	TT	LKT	MD*	BJ*	DS*	TT*	LKT*	FD	S
L. Deli	259	204	264	246	294	259	204	264	246	294	M	317.196
P. Pasir	279	229	274	159	284	279	229	274	159	284	M	349.693
Mabar	253	190	256	249	293	253	190	256	249	293	M	436.056
L. Deli*	259	204	264	246	294	259	204	264	246	294	0	1.445.508
P. Pasir*	279	229	274	159	284	279	229	274	159	284	0	3.961.830
Mabar*	253	190	256	249	293	253	190	256	249	293	0	769.823
FS	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	1.992.671
D	494.323	216.903	430.847	192.504	27.427	463.586	358.512	728.472	376.072	66.030	5.918.101	9.272.777

Permasalahan transpotasi di atas dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *improved vogel approximation method*. Berikut langkah – langkah menyelesaikan masalah transprtasi di atas menggunakan metode IVAM.

1. Hitung nilai total *opportunity cost* dengan menjumlahkan nilai *row opportunity cost* dan *column opportunity cost* setiap baris yang sama. Kemudian ubah nilai biaya transportasi sebenarnya ke nilai total *opportunity cost*, sehingga diperoleh tabel 5.

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

Tabel 5 Total *Opportunity Cost*

	MD	BJ	DS	TT	LKT	MD*	BJ*	DS*	TT*	LKT*	FD	S
L. Deli	61	14	68	129	100	314	204	324	288	384	M	317.196
P. Pasir	146	109	133	0	125	399	299	389	159	409	M	349.693
Mabar	63	0	66	149	112	316	190	322	308	396	M	436.056
L. Deli*	265	218	272	333	304	518	408	528	492	588	0	1.445.508
P. Pasir*	305	268	292	159	284	558	458	548	318	568	0	3.961.830
Mabar*	253	190	256	339	302	506	380	512	498	586	0	769.823
FS	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	1.992.671
D	494.323	216.903	430.847	192.504	27.427	463.586	358.512	728.472	376.072	66.030	5.918.101	9.272.777

2. Hitung nilai penalti, nilai penalti didapat dari mencari selisih nilai terendah dengan nilai terendah kedua. Pilih tiga nilai penalty tertinggi lalu alokasikan produk yang paling maksimum kedalam biaya distribusi terendah dari tiga nilai penalti terpilih. Baris atau kolom yang telah teralokasi tidak dapat digunakan kembali untuk menghitung selisih biaya berikutnya.
3. Ulangi Langkah 2 sampai semua supply dan demand teralokasi kemudian ubah kembali nilai total *opportunity cost* ke biaya transportasi awal sehingga diperoleh hasil seperti pada tabel 6, dari tabel 6 selanjutnya hitung total biaya transportasi minimum yaitu:

$$minimum\ z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}x_{ij}$$

$$= 792.370.874$$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk $\lambda(1) = 0$ diperoleh biaya transportasi minimum sebesar 792.370.874 dengan batasan biaya transportasi sebesar $Z \in [0,\ 823.478.247]$ adalah *feasible*.

Jurnal
MATEMATICS PAEDAGOGIC

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

Tabel 6 Alokasi Akhir Biaya Distribusi

	MD	BJ	DS	TT	LKT	MD*	BJ*	DS*	TT*	LKT*	FD	S
L. Deli	259 197.359	204	264	246	294 27.427	259	204	264	246 26.380	294 66.030	M	317.196
P. Pasir	279	229	274	159 192.504	284	279	229	274	159 349.693	284	M	349.693
Mabar	253 77.544	190	256	249	293	253	190 358.512	256	249	293	M	436.056
L. Deli*	259 219.419	204 216.903	264	246	294	259 463.586	204	264 545.600	246	294	0 1.186.448	1.445.508
P. Pasir*	279	229	274 430.847	159 192.504	284	279	229	274 182.872	159	284	0 3.961.830	3.961.830
Mabar*	253	190	256	249	293	253	190	256	249	293	0 769.823	769.823
FS	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0 1.99.671	1.992.671
D	494.323	216.903	430.847	192.504	27.427	463.586	358.512	728.472	376.072	66.030	5.918.810	9.272.777

Dengan menggunakan metode dan aturan yang sama maka iterasi dilanjutkan sampai ke iterasi 8 dengan $\lambda(half) = 0{,}55$. Tabel hasil perhitungan iterasi ditunjukan pada tabel 7.

Tabel 7 Hasil Iterasi

iterasi	λ	Hasil (Z)	*Feasible / Infeasible*
1	0	$Z = 792.370.874 \in [0,\ 823.478.247]$	*Feasible*
2	1	$Z = 587.749.280 + 1.833.186M \notin [0,\ 548.985.498]$	*Infeasible*
3	0,5	$Z = 680.453.099 \in [0,\ 686.231.873]$	*Feasible*
4	0,75	$Z = 625.002.680 + 811.956M \notin [0,\ 617.608.685]$	*Infeasible*
5	0,625	$Z = 648.403.858 + 301.341M \notin [0,\ 649.175.351]$	*Infeasible*
6	0,562	$Z = 665.693.684 + 43.992M \notin [0,\ 669.213.322]$	*Infeasible*
7	0,531	$Z = 674.349.351 \in [0,\ 677.722.597]$	*Feasible*
8	0,55	$Z = 670.362.354 \in [0,\ 672.507.235]$	*Feasible*

Jurnal
MATEMATICS PAEDAGOGIC

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

Dari tabel 7 dapat diketahui bahwa perhitungan berhenti pada iterasi ke 8 dengan $\lambda(half) = 0{,}55$ yang mana sebelumnya telah dilakukan perhitungan seperti pada iterasi 1 dengan $\lambda(1) = 0$ yaitu:

Iterasi 1 $\lambda(1) = 0$, feasible maka perhitungan dilanjutkan ke iterasi 2 $\lambda(2) = 1$

Itersai 2 $\lambda(2) = 1$, infeasible maka perhitungan dilanjutkan ke iterasi 3.

Iterasi 3 $\lambda(half) = 0,5$, feasible dengan $\mu_C[x] = 0{,}5$ dan $\mu_G[x] = 0{,}52$ maka $\lambda(1) = 0{,}5$ dan $\lambda(2) - \lambda(1) > \varepsilon = 0{,}05$.

Iterasi 4 $\lambda(half) = 0{,}75$, infeasible tetapkan $\lambda(2) = 0{,}75$ dan $\lambda(2) - \lambda(1) > \varepsilon$.

Itersai 5 $\lambda(half) = 0{,}625$, infeasible tetapkan $\lambda(2) = 0{,}625$ dan $\lambda(2) - \lambda(1) > \varepsilon$.

Iterasi 6 $\lambda(half) = 0{,}562$, ifeasible tetapkan $\lambda(2) = 0{,}562$ dan $(2) - \lambda(1) > \varepsilon$.

Iterasi 7 $\lambda(half) = 0{,}531$, feasible dengan $\mu_C[x] = 0{,}531$ dan $\mu_G[x] = 0{,}543$ maka $\lambda(1) = 0{,}531$ dan $\lambda(2) - \lambda(1) < \varepsilon$, sehingga hitung minimal ekstension (λ^*) untuk $\lambda(2) = 0{,}562$ diperoleh $\lambda^* = 0{,}562 \neq \lambda(1) = 0{,}531$

Iterasi 8 $\lambda(half) = 0{,}55$, feasible dengan $\mu_C[x] = \mu_G[x] = 0{,}55$ maka iterasi berhenti dan solusi optimal di $\lambda(half) = 0{,}55$.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat di ambil kesimpulan bahwa perhitungan biaya transportasi *fuzzy* menggunakan *improved vogel approximation method* (IVAM) menghasilkan biaya yang lebih optimal dibandingkan dengan metode transportasi yang digunakan saat ini.

Setelah melakukan 8 iterasi perhitungan diperoleh biaya pendistribusian beras dari 3 sumber gudang menuju daerah tujuan yaitu gudang Labuhan Deli yaitu sebesar Rp189.160.757, gudang Mabar sebesar Rp154.552.426 dan gudang Paya Pasir sebesar Rp326.649.534 sehingga biaya transportasi optimal di Perum Bulog Sub Divre Medan adalah sebesar Rp670.362.717

DAFTAR RUJUKAN

Azizah, N. L., Suryawinata, M., Teknik, F., Sidoarjo, U. M., Teknik, F., & Sidoarjo, U. M. (2018). *APLIKASI METODE TRANSPORTASI DALAM OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI BERAS SEJAHTERA PADA PERUM BULOG SUB-DIVRE*. *6*(1), 15–24.

Basriati, S., Safitri, E., & Riafani, R. (2019). *Penyelesaian Biaya FUZZY dalam Sistem Transportasi FUZZY (Studi Kasus : CV . Anak Daro)*. *5*(1), 99–106.

DEWI, N. P. I. P., TASTRAWATI, N. K. T., & SARI, K. (2019). RUSSELL'S APPROXIMATION METHOD DAN IMPROVED VOGEL'S APPROXIMATION METHOD DALAM PENYELESAIAN

Vol. VII No. 2, Maret 2023, hlm. 101 – 110
DOI: https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3128
Available online www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp

MASALAH TRANSPORTASI. *E-Jurnal Matematika*, *8*(3). https://doi.org/10.24843/mtk.2019.v08.i03.p251

Ibnas, R., & Musgani, H. K. (2017). Aplikasi Fuzzy Integer Transportation Dalam Optimasi Biaya Distribusi Sepeda Motor Pada Pt. Nusantara Surya Sakti. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, *5*(1), 14. https://doi.org/10.24252/jmsa.v5n1p14

Jufri, A., & Yusuf, A. (2017). *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)*. *11*(1), 38–47.

Korukoglu, S., & Ballie, S. (2011). *An Improved Vogel ' s Approximation Method for the Transportation Problem*. *January 2021*. https://doi.org/10.3390/mca16020370

Mustika, L., & Syafi'i, C. M. (2020). OPTIMASI BIAYA PENGIRIMAN BERAS MENGGUNAKAN MODEL TRANSPORTASI METODE NORTH WEST CORNER (NWC) DAN SOFTWARE LINGO. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, *6*(3). https://doi.org/10.33197/jitter.vol6.iss3.2020.402

Nahar, J., Rusyaman, E., & Putri, S. D. V. E. (2018). Application of improved Vogel's approximation method in minimization of rice distribution costs of Perum BULOG. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *332*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/332/1/012027

Siska, Vivi ;Parmadi, E. H. (2018). Optimalisasi Pendistribusian Telur Menggunakan Metode Fuzzy Integer Transportation. *Prosiding SNATIF Ke-5 Tahun 2018*.

Solikhin. (2019). Metode Cost Deviation pada Masalah Transportasi Fuzzy segitiga Simetri dengan Robust Ranking dan Mean Parameter, *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*. 268-276.

.