



Analisis Perbandingan Metode Modified Distribution, Improved Zero Point, dan Modified Zero Suffix untuk Meminimalkan Biaya Transportasi

(Comparative Analysis Of Modified Distribution, Improved Zero Point, And Modified Zero Suffix Methods To Minimize Transportation Costs)

Rafaatul Jannah¹

¹ Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia.

ABSTRACT

The fuzzy transportation problem addresses supply, demand, and cost using fuzzy numbers, which convert to crisp values through Robust Ranking before being optimized with the Modified Distribution (MODI), Improved Zero Point, and Modified Zero Suffix methods. This technique was chosen because it provides accurate results compared to the standard averaging formula, its calculations take into account all values within the fuzzy numbers, resulting in more representative information. The main objective of this study is to determine the allocation of goods that minimizes the total fuzzy cost while satisfying the fuzzy supply and demand constraints. MODI is a general method used to determine cost-saving empty cells by determining the initial solution first, while Improved Zero Point starts the allocation step from the highest cost from the row and column reduction results, and Modified Zero Suffix is based on searching for suffix values to determine the allocation order. The results of the study show that the MODI method is the most optimal with a cost of Rp9,099,196 followed by Modified Zero Suffix Rp9,132,967, then Improved Zero Point Rp9,230,083. This result successfully provides a more efficient cost estimate with cost reduction using the MODI method of 6.32%, Improved Zero Point of 4.98%, and Modified Zero Suffix of 5.98% compared to the actual cost. This study shows that the MODI method is the most recommended for solving fuzzy transportation problems in an effort to minimize total distribution costs while still meeting the fuzzy supply and demand constraints in the case of PT. Tamarin Jaya.

Keywords: Modified Distribution; Improved Zero Point; Modified Zero Suffix; Goods Distribution; Fuzzy Transportation Problem

ABSTRAK

Masalah transportasi fuzzy menangani pasokan, permintaan, dan biaya menggunakan bilangan fuzzy, yang mengkonversi ke nilai *crisp* melalui *Robust Ranking* sebelum dioptimalkan dengan metode *Modified Distribution* (MODI), *Improved Zero Point*, dan *Modified Zero Suffix*. Teknik ini dipilih karena memberikan hasil akurat dibandingkan rumus rata-rata biasa, perhitungannya mempertimbangkan seluruh nilai dalam bilangan *fuzzy*, sehingga informasi menjadi lebih representatif. Tujuan utama penelitian ini adalah menentukan alokasi barang yang meminimalkan total biaya *fuzzy* sekaligus memenuhi batasan persediaan dan permintaan *fuzzy*. MODI adalah metode umum yang digunakan untuk menentukan sel kosong penghemat biaya dengan menentukan solusi awal terlebih dahulu, sementara *Improved Zero Point* memulai langkah alokasi dari biaya tertinggi dari hasil reduksi baris dan kolom, sedangkan *Modified Zero Suffix* berbasis pencarian nilai *suffix* untuk penentuan urutan alokasi. Hasil

* Corresponding author
e-mail: rifaatuljannah1510@gmail.com



Penelitian menunjukkan metode MODI paling optimal dengan biaya Rp9.099.196 diikuti *Modified Zero Suffix* Rp9.132.967, lalu *Improved Zero Point* Rp9.230.083. Hasil ini berhasil memberikan estimasi biaya yang lebih efisien dengan pengurangan biaya menggunakan metode MODI sebesar 6,32%, *Improved Zero Point* sebesar 4,98%, dan *Modified Zero Suffix* sebesar 5,98% dibandingkan biaya aktual. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode MODI paling direkomendasikan untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* dalam upaya meminimalkan total biaya distribusi dengan tetap memenuhi batasan pasokan dan permintaan yang bersifat *fuzzy* dalam kasus PT. Tamarin Jaya.

Keywords: Modified Distribution; Improved Zero Point; Modified Zero Suffix; Distribusi Barang; Masalah Transportasi Fuzzy

Diterima: 20-04-2026;

Doi: <https://doi.org/10.29303/semeton.v3i1.368>

Disetujui: 11-05-2026;

1. Pendahuluan

Metode transportasi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengelola pendistribusian produk dari berbagai sumber ke berbagai lokasi dengan tujuan utama mengurangi biaya distribusi seminimal mungkin [1]. *Fuzzy* adalah pendekatan matematis untuk menangani jarak ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, di mana nilai kebenaran tidak terbatas pada 0 (salah) atau 1 (benar), melainkan dapat berupa rentang kontinu. Masalah transportasi *Fuzzy* adalah varian dari masalah transportasi klasik di mana parameter-parameter seperti biaya transportasi, jumlah persediaan, dan jumlah permintaan tidak pasti dan dinyatakan dalam bentuk himpunan *Fuzzy*. Ketidakpastian ini mencerminkan kondisi nyata di mana data tidak selalu pasti atau tepat, sehingga metode *Fuzzy* digunakan untuk memodelkan dan mengatasinya [2].

Masalah transportasi *Fuzzy* merupakan bentuk masalah transportasi dengan parameter yang tidak pasti, dimana biaya pengiriman, kapasitas persediaan, dan tingkat permintaan bersifat tidak pasti (*Fuzzy*). Tujuan utamanya adalah menentukan rencana distribusi yang meminimalkan total biaya dalam kondisi ketidakpastian tersebut, dengan tetap memenuhi batasan persediaan dan permintaan *Fuzzy* [3].

Biasanya, penyelesaian masalah transportasi memerlukan dua tahapan metode. Metode pertama bertujuan untuk mendapatkan solusi awal yang layak/ memenuhi batasan pasokan dan permintaan, sedangkan metode kedua digunakan untuk mendapatkan solusi akhir yang optimal/memenuhi batasan pasokan dan permintaan serta memiliki total biaya yang minimum. Salah satu metode transportasi yang sering digunakan adalah *Modified Distribution* (MODI). Metode ini merupakan pengembangan dari metode *Stepping stone*, dengan prosedur yang lebih pasti dan tepat dalam menentukan sel kosong guna menghemat biaya, sehingga dapat mencapai solusi optimal lebih cepat. Namun, kelemahan MODI adalah ketidakmampuannya menentukan solusi awal, sehingga membutuhkan metode lain untuk tahap tersebut [4]. Oleh karenanya, Metode *Least Cost* adalah salah satu cara untuk menentukan solusi awal, metode ini melakukan alokasi dari biaya terendah ke tertinggi. Metode ini berhasil menghemat biaya pendistribusian dibandingkan dengan biaya distribusi sebelumnya [5].

Baru-baru ini, telah diperkenalkan metode baru untuk menyelesaikan masalah transportasi, yaitu metode *Improved Zero Point* dan *Modified Zero Suffix*, yang merupakan pengembangan dari metode *Zero Point* dan *Zero Suffix*. Kedua metode ini merupakan metode transportasi yang dapat langsung menguji keoptimalan tabel transportasi tanpa perlu menentukan solusi awal terlebih dahulu. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jiantari et al. pada tahun 2022 menunjukkan bahwa metode *Improved Zero Point* mampu menghasilkan biaya distribusi minimum dengan proses iterasi yang lebih sedikit dibandingkan metode *Exponential Approach*. Metode *Modified Zero Suffix* lebih efisien karena dapat memberikan solusi akhir yang optimal dengan lebih cepat, mudah, dan sederhana [5].

PT. Tamarin Jaya adalah salah satu Perusahaan yang bergerak di bidang distribusi barang. PT Tamarin Jaya berlokasi di Jln. TGH. Lopan nomor 8, Dasan Cermen – Mataram. Belum ada penelitian yang mengintegrasikan kondisi nyata PT Tamarin Jaya, seperti fluktuasi permintaan, kapasitas kendaraan, dan biaya transportasi yang bersifat tidak pasti ke dalam model optimasi dengan pendekatan *Fuzzy*. Hal ini penting mengingat distribusi *consumer goods* sering menghadapi ketidakpastian dalam *supply* dan *demand*. Metode MODI, *Improved Zero Point*, dan *Modified Zero Suffix* dapat dimodifikasi untuk lingkungan *Fuzzy*, misalnya dengan mengubah perhitungan biaya dan alokasi menjadi berbasis himpunan *Fuzzy*. Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa analisis biaya *Fuzzy* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan ketidakpastian data, sehingga diperoleh biaya distribusi minimum yang lebih representatif terhadap kondisi nyata [6]. Dengan demikian, penerapan pendekatan *Fuzzy* dalam optimalisasi biaya pendistribusian barang di PT Tamarin Jaya diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih adaptif dan efisien dalam menghadapi tantangan ketidakpastian, serta membantu perusahaan dalam menekan pengeluaran distribusi secara optimal.

Meskipun metode *Modified Distribution* (MODI), *Improved Zero Point*, dan *Modified Zero Suffix* sama-sama menghasilkan solusi optimal untuk masalah transportasi, ketiganya memiliki dasar pengembangan yang

berbeda. Oleh karena itu, diperlukan studi komparatif untuk mengevaluasi keunggulan ketiga metode tersebut dalam menyelesaikan masalah transportasi *Fuzzy* guna menentukan pendekatan yang lebih efektif untuk menentukan biaya minimum pendistribusian barang di PT Tamarin Jaya. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah transportasi *Fuzzy* yang di-defuzzifikasi menggunakan teknik robust ranking sehingga menjadi bilangan crips yang selanjutnya di optimasi menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI), *Improved Zero Point*, dan *Modified Zero Suffix*, serta membandingkan kinerja ketiga metode tersebut dalam menyelesaikan masalah transportasi fuzzy di PT. Tamarin Jaya berdasarkan hasil.

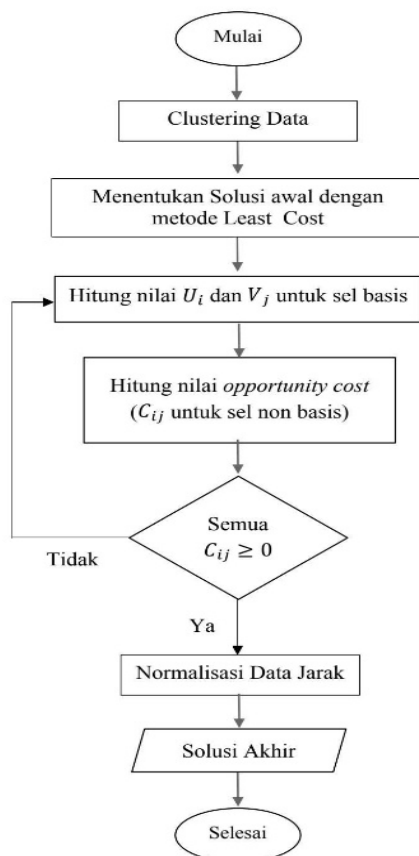
2. Metode

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif karena seluruh tahap mengandalkan analisis data numerik dan model matematis yang diproses secara sistematis guna mencapai solusi optimal. PT. Tamarin Jaya dijadikan subjek studi, khususnya proses distribusi produk dari depot ke outlet pelanggan. Seluruh data yang disediakan oleh PT. Tamarin Jaya berupa angka-angka kuantitatif.

2.2. Langkah-langkah Kerja

Langkah-langkah metode Modified Distribution (MODI):



Gambar 1. Diagram Alir Metode MODI

- Melakukan *cluster* data sesuai jumlah Gudang dengan metode *Fixed Centers Assigment*, kemudian menyesuaikan jumlah permintaan per *cluster* dengan stok Gudang. Ketika stok di gudang utama sudah habis, biaya pengiriman per konsumen akan dihitung dan *outlet* yang memiliki biaya pengiriman yang sedikit akan dipindahkan ke Gudang lain yang masih memiliki stok.
- Menentukan solusi awal menggunakan metode Least Cost dengan mengalokasikan pada sel dengan biaya terkecil ke terbesar. Alokasi dilakukan sesuai *cluster* yang telah ditentukan di awal.
- Menentukan nilai U_i (baris) dan kolom (V_j) untuk setiap baris dan kolom pada tabel transportasi, dengan asumsi salah satu nilai U_i atau V_j adalah nol. Gunakan rumus: $U_i + V_j = C_{ij}$ untuk setiap sel basis (sel terisi).

- d. Hitung Biaya *Opportunity Cost* untuk sel kosong dengan rumus $C_{ij} - (U_i + V_j)$. Solusi sudah bisa dikatakan optimal jika nilai *Opportunity Cost* positif, jika masih bernilai negatif maka alokasikan ulang.
- e. Data jarak dinormalisasi dan mengalikannya dengan tarif BBM/km untuk mendapatkan biaya pengiriman per *outlet* (c_{ij}), kemudian c_{ij} dikali dengan jumlah total barang yang akan dikirim dari gudang ke *outlet* x_{ij} .
- f. Hitung total biaya optimal dengan menjumlahkan semua alokasi (x_{ij}) dikalikan dengan biaya pengiriman (c_{ij}).

Langkah-langkah metode *Improved Zero Point*:



Gambar 2. Diagram Alir *Improved Zero Point*

- a. Reduksi baris dan kolom, mencari nilai minimum *Fuzzy* di setiap baris dan kolom. Kemudian mengurangi semua elemen baris dan kolom dengan nilai minimum tersebut.
- b. Penerapan metode *Improved Zero Point* dengan mengalokasikan pada biaya tereduksi = 0, yaitu dengan memprioritaskan sel dengan biaya asli tertinggi.
- c. Data jarak dinormalisasi dan mengalikannya dengan tarif BBM/km untuk mendapatkan biaya pengiriman per *outlet* (c_{ij}), kemudian c_{ij} dikali dengan jumlah total barang yang akan dikirim dari gudang ke *outlet* (x_{ij}).
- d. Hitung total biaya optimal dengan menjumlahkan semua alokasi (x_{ij}) dikalikan dengan biaya pengiriman (c_{ij}).

Langkah-langkah Metode *Modified Zero Suffix*:



Gambar 3. Diagram Alir *Modified Zero Suffix*

- Reduksi baris dan kolom, mencari nilai minimum *Fuzzy* di setiap baris dan kolom. Kemudian mengurangi semua elemen baris dan kolom dengan nilai minimum tersebut.
- Perhitungan nilai suffix

$$s = \frac{\text{Jumlah biaya dari sisi} - \text{sisi terdekat yang bersebelahan dengan nol}}{\text{Biaya tambahan (jumlah sel yang dijumlahkan)}} \quad (1)$$

- Alokasi dengan nilai suffix maksimum. Pada alokasi ini di prioritaskan nilai suffix tertinggi
- Data jarak dinormalisasi dan mengalikannya dengan tarif BBM/km untuk mendapatkan biaya pengiriman per *outlet* (c_{ij}), kemudian c_{ij} akan dikali dengan jumlah total barang yang akan dikirim dari Gudang ke *outlet* x_{ij} .
- Hitung total biaya optimal dengan menjumlahkan semua alokasi (x_{ij}) dikalikan dengan biaya pengiriman (c_{ij}).

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil akhir dari masing-masing metode dengan bantuan *Software google collab* untuk menghitung Solusi akhir setelah didapatkan hasil akhir dengan masing-masing metode.

3.1. Metode Mofidied Distribution (MODI)

Tabel 1. Tabel alokasi akhir metode MODI

Gudang 1	Jumlah Alokasi	Gudang 2	Jumlah Alokasi	Gudang 3	Jumlah Alokasi
y_6	11753,13	y_{21}	2.712,60	y_1	2.022,59
y_2	13030,87	y_4	151,26	y_{41}	30
		y_{29}	2.514	y_4	3.859,96
		y_6	664,84	y_{16}	205,682
		y_{22}	10.700,35	y_3	1.992,23
		y_{27}	3.162	y_{19}	269,91
		y_8	1.442,35	y_{31}	54,68
		y_7	819,592	y_{32}	409,592
		y_{23}	439,212	y_{34}	35,766

Gudang 1	Jumlah Alokasi	Gudang 2	Jumlah Alokasi	Gudang 3	Jumlah Alokasi
		y_{18}	1.630,68	y_{36}	279,44
		y_9	547,112	y_{45}	30
				y_{28}	256,926
				y_{43}	29
				y_{42}	5,8
				y_{20}	113,77
				y_{35}	15,4
				y_{14}	325,066
				y_{33}	52,8
				y_{26}	21,87
				y_{38}	0,276
				y_{10}	4.348,51
				y_{40}	2,658
				y_{25}	2.828
				y_{37}	89
				y_{13}	100,548
				y_{17}	97,076
				y_5	971,746
				y_{11}	591,866
				y_{12}	1.251,72
				y_{39}	223,92
				y_{24}	45,014
				y_{44}	33,8
				y_{30}	14
				y_{15}	97,476

Dari hasil perhitungan delta di atas, diperoleh semua nilai delta di setiap kolom adalah > 0 (Lampiran 1), artinya tidak ada siklus alokasi lain yang akan membuat biaya menurun yang menandakan solusi sudah optimal. Setelah mengetahui jumlah alokasi masing-masing *outlet* dari masing-masing Gudang. Selanjutnya untuk mendapatkan biaya, matriks jarak akan di normalisasi terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu validasi metode, sehingga metodenya tetap bekerja dengan logika internalnya yang utuh.

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

Dengan:

x' : data ternormalisasi

x : nilai asli data

x_{min} : nilai minimum data

x_{max} : nilai maksimum data

$$(x_1 y_1)' = \frac{4 - 0,55}{40 - 0,55} = 0,087$$

$$(x_1 y_2)' = \frac{19 - 0,55}{40 - 0,55} = 0,467$$

Dengan cara yang sama, semua data jarak dinormalisasi. Selanjutnya hasil normalisasi akan dikalikan dengan tarif BBM/km kemudian dikali dengan jumlah alokasi. Tarif BBM/km yang digunakan adalah harga BBM jenis solar dengan harga Rp. 6.800 dan kendaraan truk engkel jenis Mitsubishi Colt Diesel FE 71 dengan konsumsi BBM 12 km/liter. Sehingga tarif BBM/km yang ditetapkan adalah:

$$\text{BBM/km} = \frac{\text{Harga BBM/liter}}{\text{Jumlah konsumsi BBM (km/liter)}} = \frac{6.800}{12} \approx \text{Rp. 570, -}$$

$$c_{ij} = x' \times \text{Rp. 570}$$

$$c_{x_1 y_1} = 0,087 \times 570 = 49,59$$

$$c_{x_1 y_2} = 0,467 \times 570 = 266,19$$

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

$$Z = 49,59(0) + 266,19(13030,87) + \dots + 0(4129,77) = 9.099.196$$

Namun dalam hal ini penulis menggunakan bantuan *software google collab* untuk menghitung biaya optimal, yaitu mengalikan jarak ternormalisasi dengan tarif BBM/km kemudian dikali dengan jumlah alokasi. Berdasarkan output tersebut didapatkan biaya optimal sebesar Rp. 9.099.196.

3.2. Metode Improved Zero Point

Tabel 2. Tabel alokasi akhir metode *Improved Zero Point*

Gudang 1	Jumlah Alokasi	Gudang 2	Jumlah Alokasi	Gudang 3	Jumlah Alokasi
y_{15}	97,476	y_9	24.236,85	y_{44}	33,8
y_{30}	14	y_{23}	439,212	y_{24}	45,014
y_{18}	1630,68	y_7	819,592	y_{39}	223,92
y_5	971,746	y_{19}	269,91	y_{12}	1251,716
y_{17}	97,076	y_{29}	2514	y_{11}	591,866
y_{37}	89	y_4	4011,224	y_{40}	2,658
y_{13}	100,548	y_{21}	2712,6	y_{42}	5,8
y_2	13030,867	y_{41}	30	y_{43}	29
y_8	1442,35	y_{28}	256,926	y_{45}	30
y_{25}	2828	y_{22}	10700,352	y_{36}	279,44
y_{10}	4348,512	y_{20}	113,77	y_{34}	35,766
y_{38}	0,276	y_{27}	2.808,47	y_{31}	54,68
y_{26}	21,87			y_3	1992,23
y_{33}	52,8			y_{16}	205,682
y_{14}	58,76			y_1	2022,593
				y_{14}	325,066
				y_{35}	15,4
				y_{32}	409,592
				y_{27}	353,53
				y_6	12417,972

Setelah mengetahui jumlah alokasi masing-masing *outlet* dari masing-masing Gudang. Dengan cara yang sama dengan metode MODI untuk mendapatkan biaya, matriks jarak ternormalisasi akan dikalikan dengan tarif BBM/km yang ditetapkan sejumlah Rp. 570, kemudian dikali dengan jumlah alokasi dengan bantuan *software google collab*. Berdasarkan output tersebut didapatkan biaya optimal sebesar Rp. 9.230.083.

3.3. Metode Modified Zero Suffix

Tabel 3. Tabel alokasi akhir metode *Improved Zero Point*

Gudang 1	Jumlah Alokasi	Gudang 2	Jumlah Alokasi	Gudang 3	Jumlah Alokasi
y_2	2022,593	y_4	4011,224	y_1	2022,593
y_6	11.327,48	y_6	1.090,49	y_3	1992,23
y_{13}	100,548	y_7	819,592	y_5	971,746
y_{14}	325,066	y_8	1442,35	y_{10}	4348,512
		y_9	547,112	y_{12}	1251,716
		y_{11}	591,866	y_{15}	97,476
		y_{18}	1630,68	y_{16}	205,682
		y_{19}	269,91	y_{17}	97,076
		y_{21}	2712,6	y_{20}	113,77
		y_{22}	6.114,79	y_{22}	4.585,57
		y_{23}	439,212	y_{25}	2828
		y_{24}	45,014	y_{26}	21,87
		y_{27}	3162	y_{28}	256,926
		y_{29}	2514	y_{30}	14
		y_{41}	30	y_{31}	54,68
		y_{44}	33,8	y_{32}	409,592
				y_{33}	52,8
				y_{34}	35,766
				y_{35}	15,4

Gudang 1	Jumlah Alokasi	Gudang 2	Jumlah Alokasi	Gudang 3	Jumlah Alokasi
				y_{36}	279,44
				y_{37}	89
				y_{38}	0,276
				y_{39}	223,92
				y_{40}	2,658
				y_{42}	5,8
				y_{43}	29
				y_{45}	30

Setelah mengetahui jumlah alokasi masing-masing *outlet* dari masing-masing Gudang. Dengan cara yang sama dengan kedua metode sebelumnya, untuk mendapatkan biaya, matriks jarak ternormalisasi akan dikalikan dengan tarif BBM/km yang ditetapkan sejumlah Rp. 570, kemudian dikali dengan jumlah alokasi dengan bantuan *software google collab*. Berdasarkan output tersebut didapatkan biaya optimal sebesar Rp. 9.132.967.

Pada penelitian ini, biaya aktual yang dikeluarkan dalam proses distribusi adalah sebesar Rp 9.713.607. Sedangkan setelah penerapan metode MODI, Improved Zero Point dan Modified Zero Suffix untuk meminimalkan biaya transportasi pendistribusian barang di PT Tamarin Jaya, diperoleh solusi akhir dengan menggunakan metode MODI sebesar Rp.9.099.196, Improved Zero Point sebesar Rp.9.230.083, dan Modified Zero Suffix sebesar Rp.9.132.967. Pada kasus ini terlihat solusi paling optimal diperoleh dari metode Modified Distribution menggunakan solusi awal Least Cost. Hal ini disebabkan oleh metode MODI konsisten menghasilkan hasil terbaik pada data kompleks seperti kasus ini, Sedangkan metode Improved Zero Point dan Modified Zero Suffix lebih sederhana karena tidak menggunakan solusi awal serta lebih mudah diterapkan untuk kasus sederhana dengan data yang sedikit.

Ketiga metode dapat dibandingkan karena sama-sama digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan tujuan meminimalkan biaya. Namun, perbandingan perlu dipahami sebagai perbandingan hasil akhir pada data dan kendala yang sama, bukan sebagai kesetaraan tahapan prosedural. MODI umumnya digunakan untuk mengoptimasi solusi awal hingga mencapai kondisi optimal, sedangkan Improved Zero Point dan Modified Zero Suffix memiliki mekanisme pembentukan solusi yang berbeda sehingga evaluasinya harus disesuaikan dengan karakter masing-masing metode. Oleh karena itu, klaim keunggulan salah satu metode didasarkan pada biaya akhir seperti pada salah satu penelitian sebelumnya [7].

Berdasarkan perbandingan antara biaya aktual dan hasil penelitian, terlihat bahwa perbedaan biaya yang dihasilkan tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu merepresentasikan kondisi nyata dengan cukup baik. Meskipun terdapat selisih tertentu, nilai tersebut masih dalam rentang yang wajar dan dapat diterima sebagai estimasi biaya distribusi. Dengan demikian, model ini dapat dijadikan sebagai alat bantu yang efektif untuk perencanaan dan pengendalian biaya pada sistem distribusi. Hasil penelitian berhasil memberikan estimasi biaya yang lebih efisien, dengan pengurangan biaya dari masing-masing metode berturut-turut adalah 6,32% untuk metode MODI, 4,98% untuk metode Improved Zero Point, dan 5,98% untuk metode Modified Zero Suffix dibandingkan biaya aktual. Hal ini menandakan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian memiliki potensi untuk mengoptimalkan pengeluaran serta meningkatkan efisiensi dalam proses pendistribusian barang di PT. Tamarin Jaya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada PT Tamarin Jaya dalam menyelesaikan masalah transportasi fuzzy menggunakan metode Modified Distribution (MODI), Improved Zero Point, dan Modified Zero Suffix, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Masalah transportasi fuzzy dengan biaya, pasokan, dan permintaan berbentuk fuzzy trapezoidal dapat diselesaikan melalui tahap konversi fuzzy-to-crisp menggunakan Robust Ranking karena memberikan hasil akurat dibandingkan rumus rata-rata biasa, perhitungannya mempertimbangkan seluruh nilai dalam bilangan *fuzzy*, sehingga informasi menjadi lebih representatif. yang diikuti optimasi crisp dengan ketiga metode. MODI menggunakan pendekatan iteratif sistematis dengan pengujian indeks perbaikannya $U_i + V_j = C_{ij}$ pada seluruh sel basis dan $\Delta_{ij} = C_{ij}(U_i + V_j)$ untuk sel kosong. Improved Zero Point (IZP) menerapkan reduksi baris-kolom mulai dari sel biaya tertinggi untuk penentuan alokasi, sedangkan Modified Zero Suffix (MZS) menggunakan pencarian suffix value untuk urutan alokasi langsung. Ketiga metode tersebut menghasilkan solusi

layak yang memenuhi batasan pasokan dan permintaan. Berdasarkan hasil, model transportasi dengan metode Modified Distribution, Improved Zero Point, dan Modified Zero Suffix dapat dilihat di Tabel 5.29.

Penelitian ini berhasil menghasilkan estimasi biaya distribusi yang lebih efisien dibandingkan biaya aktual, dengan pengurangan berturut-turut sebesar 6,32% pada metode MODI, 4,98% pada metode Improved Zero Point, dan 5,98% pada metode Modified Zero Suffix. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketiga metode memiliki kemampuan untuk mengoptimalkan biaya transportasi dan meningkatkan efisiensi distribusi barang di PT Tamarin Jaya. Pada dataset PT. Tamarin Jaya, MODI memberikan biaya terendah dibandingkan dengan metode lain. Metode MODI sangat efektif dan konsisten untuk menemukan solusi optimal dalam masalah transportasi fuzzy yang sudah di-defuzzyfikasi menggunakan robust ranking, namun metode Improved Zero Point dan Modified Zero Suffix efektivitasnya sangat tergantung pada kompleksitas masalah dan jumlah gudang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan seluruh karyawan PT. Tamarin Jaya yang telah memberikan izin penelitian serta menyediakan data penting yang diperlukan untuk keperluan analisis. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang mendalam kepada dosen pembimbing atas arahan, saran berharga, serta bimbingan intensif yang diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Tak lupa, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada keluarga dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan moral dan bantuan nyata sepanjang perjalanan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Silva Anggelina, Florensi, and Yudhi Intisari. 2024. "Metode Modifikasi Asm Dan Improved Zero Point Pada Masalah Transportasi Tidak Seimbang." *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)* 13(1):71–80. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/74057>
- [2] Indarsih, A.A.Istri, Dewi, M. L., 2019. Masalah Transportasi Fuzzy Dengan Bilangan Fuzzy Trapezium Tergeneralisasi <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/167257>
- [3] Pratiwi, Endang Listyanti, Bambang Irawanto, and Bayu Surarso. 2016. "Masalah Transportasi Fuzzy Bilangan Trapezoidal Dengan Metode Zero Point." *Jurnal Matematika (Jurusan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana)* 5(3):1–14.
- [4] Farhan, Luthfi, and Fibri Rakhmawati. 2024. "Optimizing Transportation Costs for Distribution of Food Products Using the Modified Distribution (Modi) Method in Medan City." *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 6(4): 1961–68. <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v6i4.4836>
- [5] Suparjo. 2021. Optimalisasi Biaya Pengiriman Menggunakan Metode NWC , Least Cost Dan VAM Dengan Software POM-QM Pada Bagian Logistic PT Gotrans Logistic International. *Journal, Scientific, Industrial Engineering* 2(1):92–98. <https://jim.unindra.ac.id/index.php/sijie/article/view/114>
- [6] Jiantari, Ni Kadek, G. K. Gandhiadi, and Ratna Sari Widiastuti. 2022. "Analisis Perbandingan Metode Exponential Approach Dan Metode Improved Zero Point Untuk Meminimumkan." 11(3):174–83. <https://pdfs.semanticscholar.org/212e/b49dfcba38587dd571d33b660a88aba044a8.pdf>
- [7] Defy, M. 2017. "Perbandingan Metode Modified Zero Suffix Dengan Modified Distribution (MODI) Untuk Menyelesaikan Masalah Transportasi Fuzzy." 1–99.