

## **IMPROVED EXPONENTIAL APPROACH METHOD DAN ZERO SUFFIX METHOD DALAM MENENTUKAN SOLUSI OPTIMAL PADA MASALAH TRANSPORTASI**

Istiqomah<sup>1§</sup>, Ni Ketut Tari Tastrawati<sup>2</sup>, Luh Putu Ida Harini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [Istiqomahh48@gmail.com](mailto:Istiqomahh48@gmail.com)]

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [tastrawati@unud.ac.id](mailto:tastrawati@unud.ac.id)]

<sup>3</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [ballidah@unud.ac.id](mailto:ballidah@unud.ac.id)]

<sup>§</sup>Corresponding Author

### **ABSTRACT**

*The problem of transportation is a problem of distributing goods from several sources to several destinations with the aim of minimizing shipping costs. Distribution activities in a company sometimes experience problems in transportation problems so that a model is needed to determine the optimal distribution using the transportation model. This study aims to determine the route of distribution of beras putri sejati 25 kg in UD Sinar Jaya Abadi so that optimal expenses can be obtained using improved exponential approach and zero suffix method. Based on the calculation results, both methods produce the same three distribution path. The first distribution channel is from Agen Monang Maning to Toko Mekar Sari and Subur Jaya. The second distribution line from the Agen Gatsu Barat to UD Mas Ayana and Toko Dharma. The third line from agen Gianyar to UD Sinar Wangi, Toko Sari Artha, UD Amertha, and Toko Ayu Mega with optimal distribution costs of Rp 1.575.815.00. The difference or efficiency of the total costs incurred in the distribution before and after optimization by UD Sinar Jaya Abadi Rp 499,190.00 or 24%.*

**Keywords :** *Distribution, Improved Exponential Approach, Zero Suffix, Transportations model*

### **1. PENDAHULUAN**

Beras merupakan sumber makanan pokok masyarakat Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2017 kebutuhan masyarakat Indonesia akan beras meningkat setiap tahunnya. Hal ini mengakibatkan banyak perusahaan pendistribusian beras bersaing untuk dapat memberikan kualitas produk beras yang baik dengan harapan mengeluarkan biaya distribusi minimum sedemikian hingga dapat memperoleh keuntungan maksimum. Harapan tersebut dapat dicapai apabila sebuah perusahaan mempertimbangkan beberapa faktor salah satunya persoalan transportasi.

Persoalan transportasi merupakan salah satu persoalan pemrograman linear dalam menentukan cara pendistribusian suatu barang dari sumber ke tujuan dengan mengalokasikan barang yang ada pada sumber sedemikian rupa hingga kebutuhan pada tujuannya terpenuhi (Kertiasih, 2012). Adapun beberapa aspek yang harus diperhatikan saat melakukan proses pendistribusian yaitu kualitas produk, biaya

distribusi, dan rute yang akan ditempuh (Karundeng dkk., 2018). Namun tidak semua perusahaan dapat memperhatikan hal tersebut sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat digunakan model transportasi.

Pada model transportasi terdapat beberapa metode tak langsung dan metode langsung. Metode langsung merupakan metode yang dapat memperoleh solusi optimal tanpa harus mencari solusi awal. Beberapa metode tersebut di antaranya yaitu metode *zero neighbouring*, *zero suffix*, metode *exponential approach*, metode asm dan sebagainya. Metode-metode tersebut telah menemukan solusi yang optimal dalam masalah transportasi yang seimbang. Akan tetapi pada masalah transportasi yang tidak seimbang belum tentu dapat menemukan solusi yang optimal (Septiana dkk., 2017)

Terdapat pengembangan dalam memperbaiki kelemahan tersebut salah satunya yaitu pada metode *exponential approach*. Pengalokasian jumlah barang pada metode tersebut bergantung pada angka nol yang

muncul pada tabel transportasi. Pada kasus transportasi tidak seimbang akan terdapat penambahan variabel *dummy* dengan asumsi biaya distribusi sebesar nol yang berpengaruh terhadap hasil optimalnya. Sehingga dikembangkan menjadi metode *improved exponential approach* (Hidayat, 2016).

Sehubungan dengan penerapan metode transportasi, adapun menurut Hasan (2012) menggunakan metode *zero suffix* telah didapatkan biaya distribusi yang optimal dibandingkan dengan menggunakan metode VAM-MODI pada kasus transportasi tidak seimbang. Kemudian menurut Hidayat (2016) menggunakan metode *improved exponential approach* pada masalah transportasi tidak seimbang diperoleh biaya pendistribusian pada PT. Prima Jasa Logistik Bulog Cabang Jawa Tengah telah optimal dibandingkan dengan menggunakan metode *exponential approach*. Kemudian penelitian yang dilakukan Purwanti, dkk (2019) menggunakan metode *zero suffix* pada masalah transportasi tidak seimbang pada Perum Bulog Divre Kalbar Pontianak juga telah didapatkan biaya distribusi yang optimal.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan metode *improved exponential approach* dan *zero suffix* dalam menentukan solusi optimal pada masalah transportasi yang dialami oleh UD Sinar Jaya Abadi. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pendistribusian beras. Namun perusahaan ini belum menggunakan metode khusus untuk mendistribusikan produk berasnya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah perencanaan agar rute pendistribusian yang ditempuh dapat optimal sehingga biaya distribusinya juga optimal.

Penelitian ini hanya membahas pendistribusian beras putri sejati 25 kg dari bulan Januari sampai Maret 2021. Dengan memperhitungkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dari masing-masing agen ke tempat tujuan. Daerah pendistribusian yaitu Denpasar, Badung, dan Gianyar, dan diasumsikan jalur dapat dilalui oleh kendaraan perusahaan truk (*pick-up*).

## 2. METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah pada salah satu perusahaan pendistribusian beras di daerah Denpasar, yaitu pada UD Sinar Jaya Abadi. Sedangkan waktu yang digunakan

penulis untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah dari bulan Januari sampai bulan Maret 2021.

### Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan UD Sinar Jaya Abadi. Data yang digunakan merupakan data sekunder. Data-data tersebut berupa data yang diperoleh dari dokumen atau pembukuan pada UD Sinar Jaya Abadi. Adapun data-data yang diperlukan yaitu data persediaan (*supply*), data permintaan (*demand*), banyaknya beras putri sejati 25 kg yang didistribusikan dari masing-masing agen ke tempat tujuan dan biaya transportasi dari sumber ke tempat tujuan.

### Variabel penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah persediaan beras putri sejati 25 kg pada masing-masing agen ( $a_{ij}$ )  $i=1,2,3$ , jumlah permintaan beras putri sejati 25 kg pada masing-masing tujuan ( $b_{ij}$ )  $j=1,2,3,\dots,8$ , banyaknya beras putri sejati 25 kg yang didistribusikan dari agen  $i$  ke tempat tujuan  $j$  kemudian biaya yang dikeluarkan oleh UD Sinar Jaya Abadi dari agen  $i$  ke tempat tujuan  $j$  ( $c_{ij}$ )

Tabel 1. Nama Indeks  $i$  dan  $j$

$i$	Agen	$j$	Tempat Tujuan
1	Monang Maning	1	Toko Mekar Sari
		2	UD. Sinar Wangi
2	Gatsu Barat	3	Toko Sari Artha
		4	UD. Mas Ayana
		5	Toko Dharma
3	Gianyar	6	Toko Subur Jaya
		7	UD Amertha
		8	Toko Ayu Mega

### Metode Analisis Data

Berikut merupakan langkah-langkah dalam analisis data yaitu :

1. Mengumpulkan data berupa data-data persediaan (*supply*), data permintaan (*demand*), biaya transportasi, dan banyaknya beras putri sejati 25 kg yang didistribusikan dari masing-masing agen ke tempat tujuan pada bulan Januari sampai Maret 2021 pada UD Sinar Jaya Abadi.
2. Membentuk fungsi tujuan dan fungsi kendala

3. Menghitung solusi optimal dengan metode *improved exponential approach* dan *zero suffix*.

4. Interpretasi hasil

Langkah-langkah menghitung solusi optimal dengan *improved exponential approach* (Hidayat, 2016) :

1. Membentuk tabel transportasi dari persoalan transportasi yang telah diberikan
2. Membentuk tabel transportasi yang seimbang.
3. Mengurangi setiap entri baris  $i$  (kolom  $j$ ) pada tabel transportasi dengan entri minimum baris  $i$  (kolom  $j$ ) masing-masing. Sehingga setiap baris  $i$  (kolom  $j$ ) pada tabel transportasi setidaknya memiliki satu nilai yang tereduksi menjadi nol.
4. a. Memilih biaya yang telah tereduksi menjadi nol pada entri kolom  $j$ . Kemudian memeriksa apakah jumlah permintaan pada kolom  $j$  sudah kurang dari sama dengan jumlah persediaan pada baris yang bersesuaian dengan biaya yang tereduksi menjadi nol  
b. Memilih biaya yang telah tereduksi menjadi nol pada entri baris  $i$ . Kemudian memeriksa apakah jumlah persediaan pada baris  $i$  sudah kurang dari sama dengan jumlah permintaan pada kolom yang bersesuaian dengan biaya yang telah tereduksi menjadi nol.

Apabila langkah 4 telah terpenuhi lanjut ke langkah 6. Apabila belum maka lanjut ke langkah 5.

5. Membuat garis horizontal atau vertikal untuk setiap baris  $i$  (kolom  $j$ ) yang memiliki angka nol. Memilih biaya terkecil pada entri yang tidak terkena garis, selanjutnya biaya yang tidak terkena garis dikurangkan dengan biaya terkecil yang telah dipilih. Kemudian menambahkan biaya yang terpilih ke biaya yang terletak di perpotongan dua garis. Kembali ke langkah 4.
6. Memilih entri  $ij$  yang telah tereduksi menjadi nol. Jika telah terpilih dilanjutkan dengan menetapkan penalti eksponen. Penalti eksponen adalah jumlah nol berturut-turut pada masing-masing baris  $i$  dan kolom  $j$  yang bersesuaian dengan entri  $ij$  yang terpilih. Jika entri  $ij$  yang terpilih terletak pada entri 11 maka jumlahkan nilai nol yang terletak pada baris 1 dan kolom 1. Kemudian menghitung

jumlah angka nol (tidak termasuk yang dipilih menjadi penalti eksponen) dalam baris dan kolom yang bersesuaian. Mengulangi prosedur untuk semua nol dalam tabel.

8. Menandai baris atau kolom yang telah dialokasikan untuk tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya. Kemudian kembali ke langkah 3 hingga semua permintaan dan persediaan terpenuhi.
9. Langkah terakhir yaitu menghitung biaya yang optimal.

Langkah-langkah menghitung solusi optimal dengan *zero suffix* (Fegade, 2012):

1. Membentuk tabel transportasi dari persoalan transportasi yang telah diberikan
2. Membentuk tabel transportasi yang seimbang.
3. Mengurangi setiap entri baris  $i$  (kolom  $j$ ) pada tabel transportasi dengan entri minimum baris  $i$  (kolom  $j$ ) masing-masing. Sehingga setiap baris  $i$  (kolom  $j$ ) pada tabel transportasi setidaknya memiliki satu nilai yang tereduksi menjadi nol.
4. Memilih  $ij$  yang telah tereduksi menjadi nol kemudian cari nilai *suffix value*. *Suffix value* ( $S$ ) adalah penjumlahan biaya dari sisi yang berdekatan dengan entri  $ij$  yang tereduksi menjadi nol yang lebih besar dari nol dibagi jumlah entri  $ij$  yang ditambahkan. Apabila biaya terpilih terletak pada entri 11 maka nilai  $S$  adalah jumlah biaya pada entri 12 dan 21 dibagi 2, dengan prosedur yang sama cari *Suffix Value* untuk semua biaya yang telah tereduksi menjadi nol dalam tabel.
5. Pilih maksimum dari  $S$ , jika memiliki satu nilai maksimum maka terlebih dahulu diberikan pasokan untuk permintaan atau persediaan yang sesuai dengan entri  $ij$  dengan nilai  $S$  yang paling maksimum. Apabila terdapat nilai yang bernilai sama maka pilih salah satu  $\{a_{ij}, b_{ij}\}$  dan berikan permintaan atau persediaan semaksimal mungkin dengan memperhatikan persediaan atau permintaan.
6. Menandai baris atau kolom yang telah dialokasikan untuk tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya. Ulangi 3 hingga langkah 5 sampai semua permintaan terpenuhi.
7. Langkah terakhir yaitu menghitung biaya yang optimal.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Penelitian

UD Sinar Jaya Abadi adalah salah satu perusahaan pendistribusian yang berada di daerah Denpasar. Di tengah kondisi Covid-19 yang sedang terjadi perusahaan membatasi jenis beras yang didistribusikan, yaitu beras bermerek putri sejati 25 kg. UD Sinar Jaya Abadi ini memiliki tiga agen yang masing-masing tersebar di daerah Denpasar, Badung, dan Gianyar. Proses pendistribusian beras yang dilakukan oleh UD. Sinar Jaya abadi ini dilakukan menggunakan kendaraan perusahaan berupa truk *pick-up*.

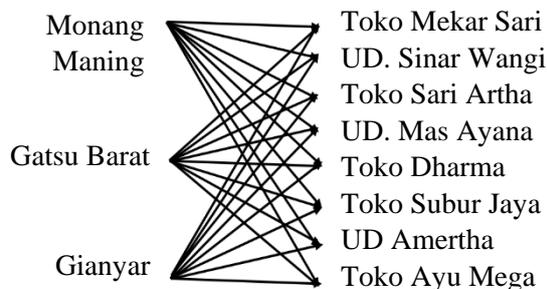
Tabel 2. Persediaan Masing-masing Agen

Agen	Persediaan (karung)
Monang Maning	4500
Gatsu Barat	3250
Gianyar	3750
Total	11500

Tabel 3. Permintaan Masing-masing Tujuan

Tempat Tujuan	Permintaan (karung)			Jumlah (karung)
	Jan	Feb	Mar	
Mekar Sari	250	150	200	600
Sinar Wangi	550	450	250	1250
Sari Artha	500	0	0	500
Mas Ayana	670	530	0	1200
Dharma	300	400	55	755
Subur Jaya	400	0	580	980
Amertha	0	615	500	1115
Ayu Mega	0	850	0	850
Total				7250

Selanjutnya yaitu skema pendistribusian beras putri sejati 25 kg dari masing-masing agen ke tempat tujuan pada UD. Sinar Jaya Abadi. Adapun skema pendistribusian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pendistribusian Beras

Tabel 4. Distribusi Beras dari Agen ke Tujuan

$i$	Agen	$j$	Tempat Tujuan	Jmlh
1	Monang Maning	1	Toko Mekar Sari	200
		2	UD Sinar Wangi	300
		3	Toko Sari Artha	150
		4	UD Mas Ayana	430
		5	Toko Dharma	155
		6	Toko Subur Jaya	500
		7	UD Amertha	315
		8	Toko Ayu Mega	150
2	Gatsu Barat	1	Toko Mekar Sari	250
		2	UD Sinar Wangi	400
		3	Toko Sari Artha	150
		4	UD Mas Ayana	400
		5	Toko Dharma	300
		6	Toko Subur Jaya	400
		7	UD Amertha	250
		8	Toko Ayu Mega	150
3	Gianyar	1	Toko Mekar Sari	150
		2	UD Sinar Wangi	550
		3	Toko Sari Artha	200
		4	UD Mas Ayana	370
		5	Toko Dharma	300
		6	Toko Subur Jaya	80
		7	UD Amertha	550
		8	Toko Ayu Mega	550

Tabel 5. Biaya Rata-rata Distribusi

$i$	Agen	$j$	Tempat Tujuan	biaya
1	Monang Maning	1	Toko Mekar Sari	530
		2	UD Sinar Wangi	398
		3	Toko Sari Artha	300
		4	UD Mas Ayana	260
		5	Toko Dharma	635
		6	Toko Subur Jaya	200
		7	UD Amertha	150
		8	Toko Ayu Mega	333
2	Gatsu Barat	1	Toko Mekar Sari	800
		2	UD Sinar Wangi	214
		3	Toko Sari Artha	267
		4	UD Mas Ayana	225
		5	Toko Dharma	338
		6	Toko Subur Jaya	225
		7	UD Amertha	192
		8	Toko Ayu Mega	300
3	Gianyar	1	Toko Mekar Sari	600
		2	UD Sinar Wangi	176
		3	Toko Sari Artha	240
		4	UD Mas Ayana	322
		5	Toko Dharma	405
		6	Toko Subur Jaya	500
		7	UD Amertha	128
		8	Toko Ayu Mega	64

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan Tabel 5 diperoleh total biaya pendistribusian beras putri

sejati 25 kg pada UD Sinar Jaya Abadi dari bulan Januari sampai Maret 2021 sebelum optimisasi adalah sebesar Rp 2.075.005,00

**Formulasi Model Permasalahan Pendistribusian Beras**

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa total persediaan dan permintaan beras putri sejati 25 kg berturut-urut dari bulan Januari sampai Maret 2021 adalah sebanyak 11500 dan 7250 karung. Sehingga dapat dikatakan bahwa persoalan transportasi ini belum seimbang karena terdapat kelebihan jumlah persediaan beras putri sejati 25 kg sebanyak 4250 karung. Untuk dapat menyerap kelebihan tersebut dapat ditambahkan kolom/ tujuan *dummy* dengan asumsi biaya distribusi sebesar 0. Sehingga formulasi model transportasi pada permasalahan pendistribusian beras putri sejati 25 kg yaitu sebagai berikut :

$$z = 530x_{11} + 398x_{12} + 300x_{13} + 260x_{14} + 635x_{15} + 200x_{16} + 150x_{17} + 333x_{18} + 0x_{19} + 800x_{21} + 214x_{22} + 267x_{23} + 225x_{24} + 338x_{25} + 225x_{26} + 192x_{27} + 300x_{28} + 0x_{29} + 600x_{31} + 176x_{32} + 240x_{33} + 322x_{34} + 405x_{35} + 500x_{36} + 128x_{37} + 64x_{38} + 0x_{39}$$

dengan kendala

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} &= 4500 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} &= 3250 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} &= 3750 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 600 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 1250 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 500 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 1200 \\ x_{15} + x_{25} + x_{35} &= 755 \\ x_{16} + x_{26} + x_{36} &= 980 \\ x_{17} + x_{27} + x_{37} &= 1115 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{18} + x_{28} + x_{38} &= 850 \\ x_{19} + x_{29} + x_{39} &= 4250 \\ x_{ij} &\geq 0, i = 1, 2, 3 \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, 9 \end{aligned}$$

**Perhitungan Solusi Optimal**

Sebelum dilakukan perhitungan solusi optimal menggunakan metode *improved exponential approach* dan metode *zero suffix*, terlebih dahulu dibentuk tabel transportasi. Berdasarkan data yang telah diketahui yaitu beberapa agen dan tempat tujuan dapat dimisalkan MM adalah Agen Monang Maning, GB adalah Agen Gatsu Barat, GI adalah Agen Gianyar, MS adalah Toko Mekar Sari, SW adalah UD. Sinar Wangi, SA adalah Toko Sari Artha, MA adalah UD. Mas Ayana, D adalah Toko Dharma, SJ adalah Toko Subur Jaya, A adalah UD. Amertha, AM adalah Toko Ayu Mega, *d* adalah Variabel *Dummy*, *Su* adalah Persediaan (*Supply*), *De* adalah Permintaan (*Demand*).

**Perhitungan Solusi Optimal Improved Exponential Approach Method**

1. Untuk dapat menyelesaikan persoalan transportasi ini dapat dibuat sebuah matriks  $m \times n$  dengan entri  $ij$  merupakan biaya dari masing-masing agen ( $i$ ) ke masing-masing tujuan ( $j$ ). Berdasarkan formulasi model yang telah dibuat diketahui bahwa pada kasus ini terdapat 3 agen dan 9 tujuan sehingga dapat dibuat matriks  $3 \times 9$ . Berdasarkan Tabel 4 entri  $ij$  merupakan biaya distribusi rata-rata perkarung beras dari masing-masing agen ( $i$ ) ke masing-masing tujuan ( $j$ ). Dapat disajikan dalam tabel yang tersusun seperti pada Tabel 6.
2. Pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa pada persoalan transportasi ini terdapat penambahan kolom *dummy*. Sehingga lanjut ke langkah 3.

Tabel 6. Tabel Transportasi Awal

Agen	Tujuan									Su
	MS	SW	SA	MA	D	SJ	A	AM	d	
MM	530	398	300	260	635	200	150	333	0	4500
GB	800	214	267	225	338	225	192	300	0	3250
GI	600	176	240	322	405	500	128	64	0	3750
De	600	1250	500	1200	755	980	1115	850	4250	11500

3. Kurangi setiap entri baris  $i$  dengan entri minimum baris masing-masing. Kemudian kurangi setiap entri kolom  $j$  dengan entri

minimum kolom masing-masing. Dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengurangan Entri Kolom dan Baris Minimum

Agen	Tujuan									Su
	MS	SW	SA	MA	D	SJ	A	AM	d	
MM	0	222	60	35	297	0	21	269	0	4500
GB	270	37	27	0	0	25	63	236	0	3250
GI	70	0	0	97	67	300	0	0	0	3750
De	600	1250	500	1200	755	980	1115	850	4250	11500

4. Kemudian berdasarkan Tabel 7.
- a. Memilih biaya yang telah tereduksi menjadi nol pada entri kolom  $j$ . Kemudian memeriksa apakah jumlah permintaan pada kolom  $j$  sudah kurang dari sama dengan jumlah persediaan pada baris yang bersesuaian dengan biaya yang tereduksi menjadi nol.
- $600 < 4500$      $1250 < 3750$      $500 < 3750$   
 $1200 < 3250$      $775 < 3250$      $980 < 4500$   
 $1115 < 3750$      $850 < 3750$
- b. Memilih biaya yang telah tereduksi menjadi nol pada entri baris  $i$ . Kemudian memeriksa apakah jumlah persediaan pada baris  $i$  sudah kurang dari sama dengan jumlah permintaan pada kolom yang bersesuaian dengan biaya yang telah tereduksi menjadi nol.
- $4500 < 600+980+4250$   
 $3250 < 1200+755+4250$   
 $3750 < 1250+500+1115+850+4250$

Karena langkah 4a dan 4b telah terpenuhi yaitu jumlah permintaan (persediaan) pada masing-masing kolom (baris) sudah kurang dari sama dengan jumlah persediaan (permintaan) pada baris (kolom) yang bersesuaian dengan biaya yang telah tereduksi menjadi nol. Lanjut ke langkah 6.

Langkah 6 menentukan penalti eksponennya Kemudian menghitung jumlah angka nol (tidak termasuk yang dipilih)

1. baris 1 dan kolom 1 penalti eksponennya 2 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 8.
2. baris 1 dan kolom 6 penalti eksponennya 2 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 8.
3. baris 2 dan kolom 4 penalti eksponennya 2 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 8.

4. baris 2 dan kolom 5 penalti eksponennya 2 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 8.
  5. baris 3 dan kolom 2 penalti eksponennya 4 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 6.
  6. baris 3 dan kolom 3 penalti eksponennya 4 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 6.
  7. baris 3 dan kolom 3 penalti eksponennya 4 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 6.
  8. baris 3 dan kolom 8 penalti eksponennya 4 jumlah nol (tidak termasuk yang dipilih) 6.
- Didapatkan nilai penalti eksponen minimum terletak pada entri  $c_{11}$ ,  $c_{16}$ ,  $c_{24}$ ,  $c_{25}$ . Karena terdapat lebih dari satu entri  $c_{ij}$  dengan nilai penalti eksponen minimum, maka dipilih entri  $c_{ij}$  dengan biaya terendah pada tabel awal transportasi. Berdasarkan Tabel 6 biaya terendah terletak pada entri  $c_{16}$ . Sehingga alokasikan sebanyak 980 karung beras putri sejati 25 kg dari agen MM ke tujuan SJ ( $x_{16}$ ). Berdasarkan pengalokasian tersebut tujuan SJ telah terpenuhi permintaannya Sehingga pada tabel berikutnya tujuan SJ sudah tidak masuk perhitungan. Untuk dapat memenuhi seluruh permintaan dapat diulangi langkah 3 sampai 6 hingga seluruh permintaan dan persediaan terpenuhi. Dapat dilihat pada Tabel 8 untuk hasil akhir pengalokasian menggunakan metode *improved exponential approach*.

**Perhitungan Solusi Optimal Zero Suffix**

Langkah 1 Membentuk tabel transportasi dari persoalan transportasi yang telah diberikan (Tabel 6. Tabel Transportasi Awal). Karena tabel transportasi telah seimbang maka sesuai langkah-langkah pada metode *zero suffix* lanjut ke langkah 3. Kurangi setiap entri kolom  $j$  dari

minimum kolom masing-masing kemudian kurangi setiap entri baris  $i$  dari minimum baris masing-masing (Tabel 7. Pengurangan Entri Kolom dan Baris Minimum).

Langkah 4 dapat dilihat pada Tabel 7 cari nilai *suffix value* ( $S$ ) dari semua biaya yang telah tereduksi menjadi nol.

Perhitungannya sebagai berikut :

$$c_{11} = \frac{270 + 222}{2} = \frac{492}{2} = 246$$

$$c_{16} = \frac{297 + 25 + 21}{3} = \frac{343}{3} = 114$$

$$c_{24} = \frac{35 + 27 + 98}{3} = \frac{160}{4} = 53$$

$$c_{25} = \frac{297 + 67 + 25}{3} = \frac{389}{3} = 133$$

$$c_{32} = \frac{70 + 38}{2} = \frac{108}{2} = 54$$

$$c_{33} = \frac{27 + 97}{2} = \frac{124}{2} = 62$$

$$c_{37} = \frac{300 + 63}{2} = \frac{363}{3} = 182$$

$$c_{38} = \frac{236}{1} = 236$$

Langkah 5 pilih nilai  $S$  yang paling maksimum. Karena terdapat satu nilai  $S$  maksimum yang terletak pada entri  $c_{11}$  maka sesuai dengan permintaan dan persediaan dapat dialokasikan sebanyak 600 karung beras putri sejati 25 kg dari agen MM ke tujuan MS ( $x_{11}$ ). Berdasarkan pengalokasian tersebut tujuan MS telah terpenuhi permintaannya Sehingga pada tabel berikutnya tujuan MS sudah tidak masuk perhitungan. Untuk dapat memenuhi seluruh permintaan dapat diulangi langkah 3 sampai 5 hingga seluruh permintaan dan persediaan terpenuhi. Dapat dilihat pada Tabel 8 untuk hasil akhir pengalokasian menggunakan metode *zero suffix*.

Tabel 8. Hasil Akhir Perhitungan Metode IEA dan Zero Suffix

Agen	Tujuan									Su
	MS	SW	SA	MA	D	SJ	A	AM	d	
MM	530	398	300	260	635	200	150	333	0	4500
	600					980			2920	
GB	800	214	267	225	338	225	192	300	0	3250
				1200	755				1295	
GI	600	176	240	322	405	500	128	64	0	3750
		1250	500				1115	850	35	
De	600	1250	500	1200	755	980	1115	850	4250	11500

Dapat dilihat pada Tabel 8 bahwa untuk seluruh baris persediaan dan kolom permintaan telah optimal menggunakan metode *improved exponential approach* dan metode *zero suffix*. Dengan demikian diperoleh biaya distribusi optimal beras putri sejati 25 kg dari bulan Januari sampai Maret 2021 sesuai dengan Tabel 8 sebagai berikut :

$$z = 530x_{11} + 200x_{16} + 0x_{19} + 225x_{24} + 338x_{25} + 0x_{29} + 176x_{32} + 240x_{33} + 128x_{37} + 64x_{38} + 0x_{39}$$

$$z = 530(600) + 200(980) + 0(2920) + 225(1200) + 338(755) + 0(1295) + 176(1250) + 240(500) + 128(1115) + 64(850) + 0(35)$$

$$z = \text{Rp } 1.575.815,00$$

### Interpretasi Hasil

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh perbandingan total biaya yang dikeluarkan menggunakan metode *improved exponential approach* dan metode *zero suffix*. Adapun perbandingan biaya pendistribusian setelah dilakukan optimisasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Total Biaya Distribusi

Metode	Jumlah Iterasi	Biaya Pendistribusian
Metode IEA	8	Rp 1.575.815,00
Metode zero suffix	8	Rp 1.575.815,00

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, kedua metode tersebut menghasilkan tiga rute pendistribusian yang sama. Jalur pendistribusian pertama yaitu dari

agen Monang Maning ke toko Mekar Sari dan toko Subur Jaya. Jalur pendistribusian kedua dari agen Gatsu Barat ke UD Mas Ayana dan toko Dharma. Jalur ketiga dari agen Gianyar ke UD Sinar Wangi, toko Sari Artha, UD Amertha, dan toko Ayu Mega dengan biaya pendistribusian optimal yaitu sebesar Rp 1.575.815,00. Adapun selisih atau efisiensi total biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian sebelum dan sesudah optimisasi oleh UD Sinar Jaya Abadi sebesar Rp 499.190.00 atau 24%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan model transportasi dengan metode langsung yaitu metode *Improved Exponential Approach* dan metode *Zero Suffix* diperoleh tiga jalur atau rute pendistribusian yang sama. Jalur pendistribusian pertama yaitu dari agen Monang Maning ke toko Mekar Sari dan toko Subur Jaya. Jalur pendistribusian kedua dari agen Gatsu Barat ke UD Mas Ayana dan toko Dharma. Jalur ketiga dari agen Gianyar ke UD Sinar Wangi, toko Sari Artha, UD Amertha, dan toko Ayu Mega dengan biaya pendistribusian optimal yaitu sebesar Rp 1.575.815,00. Adapun selisih atau efisiensi total biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian sebelum dan sesudah optimisasi oleh UD Sinar Jaya Abadi sebesar Rp 499.190.00 atau 24%.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya terkait pengoptimalan biaya distribusi menggunakan metode transportasi yaitu peneliti dapat membandingkan hasil optimal menggunakan metode *improved exponential approach* dan metode *zero suffix* dengan melibatkan faktor kemacetan pada jalur yang akan ditempuh dan juga dapat membandingkan hasil optimal menggunakan metode *improved exponential approach* atau metode *zero suffix* dengan metode transportasi lainnya, misalkan seperti metode *zero neighbouring* atau metode TOCM SUM

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik 2017. *Analisis Usaha Tani Tanaman Padi Jagung dan Kedelai Tahun 2017*. Katalog BPS
- Fegade, M. R. 2012. Solving Fuzzy Transportation Problem Using Zero Suffix And Robust Ranking Methodology. *IOSR Journal Of Engineering*, 02(07), 36–39

Hasan, M. K. 2012. Direct Methods For Finding Optimal Solution Of a Transportation Problem Are Not Always Reliable. *International Refereed Journal Of Engineering And Science (IRJES) ISSN (Online)*, 1(2), 2319–183.

Hidayat, D. A. 2016.. Metode Improved Exponential Approach dalam Menentukan Solusi Optimum pada Masalah Transportasi. *Jurnal Matematika (Universitas Diponegoro)*, 5(3).251-259

Karundeng, T. N., Mandey, S. L., & Sumarauw, J. S. B. 2018. Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di CV Karya Abadi, Manado). *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 6(3), 1748–1757

Kertiasih, N. K. 2012. Penggunaan Metode Transportasi Dalam Program Linier Untuk Pendistribusian Barang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 6(2), 27–35.

Purwanti, L. E., Kiftiah, M., & Fran, F. 2019. Penerapan Metode Zero Suffix dalam Menyelesaikan Masalah Transportasi Fuzzy Dan Linier Studi Kasus : Perum Bulog Divre Kalbar Pontianak. *Jurnal Matematika* 08(2), 229–238.

Septiana, A. R., Solikhin, & Ratnasari, L. 2017. Metode ASM pada Masalah Transportasi Seimbang. *Jurnal Matematika*, 20(2), 71–78.