

PENYELESAIAN MASALAH *TRANSSHIPMENT* DENGAN METODE PERBAIKAN ASM DAN *REVISED DISTRIBUTION*

Annisaa' Febrianti^{1§}, Ni Ketut Tari Tastrawati², Kartika Sari³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: annisaafebrianti8@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: tastrawati@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: sarikaartika@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

One example of transportation problems is the Shvan Art Shop, which is engaged in exporting 20 cm rattan bags. In distributing rattan bags, Shvan Art Shop does not directly send goods to their destination, but still through intermediaries. To overcome this problem, a transshipment model can be used to get a distribution line so that the outgoing costs are minimal. The purpose of this study is to compare distribution costs before applying the transshipment model with after applying the transshipment model using the ASM Repair and Revised Distribution methods. The results showed that the Revised Distribution method resulted in a distribution cost that was less than the Revised ASM method, which was Rp. 42,884,288.00.

Keywords: *Distribution, Transshipment Model, Revised ASM Method, Revised Distribution Method*

1. PENDAHULUAN

Model transportasi adalah suatu model untuk memecahkan masalah transportasi, baik dalam kasus meminimalkan biaya pendistribusian barang atau memaksimalkan laba (Siswanto, 2016). Dalam kegiatan pendistribusian, barang yang dikirim dari tempat asal tidak selalu langsung sampai ke tempat tujuan akhir tetapi melalui tempat perantara (transit) (*transshipment nodes*). Model yang dapat menyelesaikan masalah transportasi melalui perantara adalah model *transshipment*. Tujuan utama model *transshipment* adalah menentukan jumlah barang yang akan dikirim dari suatu sumber ke tempat tujuan akhir meskipun melalui tempat perantara dengan ketentuan kebutuhan pada tempat tujuan akhir bisa terpenuhi, dengan total biaya distribusi yang seminimal mungkin (Aminudin, 2005).

Pada masalah *transshipment* terdapat beberapa metode secara tak langsung untuk mendapatkan solusi optimal, yaitu dengan mencari solusi awal menggunakan metode *North West Corner* (NWC), *Least Cost Method* (LCM), *Russell's Approximation Method* (RAM), dan *Vogel's Approximation Method*

(VAM) dilanjutkan mencari solusi optimal menggunakan metode Batu Loncatan (*Stepping Stone*) atau *Modified Distribution* (MODI) (Winston, 2004). Selain itu juga terdapat metode secara langsung, yaitu metode *Zero Neighbouring*, metode *Exponential Approach*, metode *Revised Distribution* (RDI) dan metode Abdul, Shakeel, M. Khalid (ASM). Metode langsung telah berhasil memberikan solusi optimal pada masalah transportasi seimbang, sedangkan untuk masalah transportasi tak seimbang belum tentu menghasilkan solusi optimal. Untuk memperbaiki kelemahan ini, telah dikembangkan metode perbaikannya seperti metode *Improved Zero Neighbouring*, metode *Improved Exponential Approach*, dan metode Perbaikan ASM (Solikhin, 2017).

Metode Perbaikan ASM merupakan penyempurnaan dari metode ASM (Quddoos, et al., 2016). Algoritma pada metode ASM menitikberatkan pada hasil reduksi yang bernilai nol dari reduksi baris dan kolom, dilanjutkan dengan pengalokasian sebesar mungkin dari jumlah persediaan dan permintaan pada indeks terkecil. Akan tetapi, selama penelitian (Quddoos, et al., 2012) menemukan kelemahan

dalam menyelesaikan masalah transportasi tak seimbang, di mana metode ASM tidak langsung memberikan solusi optimal tetapi memberikan solusi awal terbaik yang sangat dekat dengan solusi optimal. Oleh karena itu, (Quddoos, et al., 2012) mengembangkan metode Perbaikan ASM pada tahun 2016 sebagai penyempurnaan dari metode ASM.

Salah satu perusahaan yang dalam mendistribusikan barang melalui tempat perantara (transit) adalah Shvan Art Shop. Shvan Art Shop merupakan sebuah perusahaan yang memfokuskan pada pengeksportan tas rotan. Untuk mendistribusikan tas rotan kepada pengecer, Shvan Art Shop menggunakan sistem pendistribusian tidak langsung yaitu dengan mendistribusikan tas rotan 20 cm dari tujuh sumber ke distributor yang berada di dua kecamatan, kemudian distributor ini menyalurkan ke pengecer yang terletak di beberapa negara. Distributor yang terletak di dua kecamatan tersebut merupakan titik perantara sebelum tas rotan sampai ke tempat tujuan akhir dan tentunya membutuhkan biaya distribusi yang cukup besar, sehingga sampai saat ini belum diketahui apakah biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan dapat memberikan hasil yang optimal. Oleh karena itu, sistem pendistribusian tersebut memerlukan perencanaan yang matang agar biaya distribusi yang dikeluarkan seminimal mungkin.

Berdasarkan uraian pada bagian terdahulu, penulis tertarik untuk mengkaji penerapan metode Perbaikan ASM dan *Revised Distribution* (RDI) dalam meminimalkan biaya pendistribusian tas rotan di Shvan Art Shop.

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dalam bentuk data kuantitatif yang diperoleh dari Shvan Art Shop yaitu meliputi data banyaknya persediaan tas rotan 20 cm di masing-masing sumber, permintaan tas rotan 20 cm di masing-masing tujuan, banyaknya tas rotan 20 cm yang didistribusikan dari masing-masing sumber ke tujuan, biaya pemasaran administrasi umum, biaya pengelolaan, biaya pengapalan, dan biaya asuransi dalam mendistribusikan tas rotan 20 cm dari masing-masing sumber ke tujuan. Data tersebut merupakan data dari bulan Juni sampai Desember 2019.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah banyak persediaan tas rotan 20 cm di sumber i (a_i) $i = 1, 2, \dots, 16$, permintaan tas rotan 20 cm di tujuan j (b_j) $j = 1, 2, \dots, 16$, banyak tas rotan 20 cm yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j (x_{ij}), dan biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian tas rotan 20 cm dari sumber i ke lokasi tujuan j (c_{ij}). Penjelasan untuk indeks i dan j dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks i dan j

i, j	Keterangan
1	Pak Ema
2	Pak Jahdi
3	Pak Jaya
4	Pak Gufron
5	Pak Udin
6	Kecamatan Sukawati
7	Kecamatan Denpasar Barat
8	Tuan Felix (Malaysia)
9	Tuan Choy (Malaysia)
10	Tuan Tay (Malaysia)
11	Tuan Dapi (Malaysia)
12	Tuan James (Singapura)
13	Tuan Cy (Filipina)
14	Nyonya Delia (Filipina)
15	Nyonya Rose (Filipina)
16	Tuan Deepak (India)

Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk mencari solusi optimal adalah metode langsung, yaitu metode Perbaikan ASM dan *Revised Distribution* (RDI). Adapun langkah-langkah analisis data adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data persediaan tas rotan 20 cm.
2. Membentuk diagram model *transshipment*.
3. Membuat model matematika dari masalah transportasi yang diberikan.
4. Membuat model *transshipment*.

Minimalkan

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

dengan batasan

$$\sum_{j=1}^{m+n} x_{ij} - \sum_{i=1}^{m+n} x_{ji} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^{m+n} x_{ij} - \sum_{i=1}^{m+n} x_{ji} \geq b_j,$$

$$j = m + 1, m + 2, \dots, m + n$$

$$i, j = 1, 2, \dots, m + n$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$j \neq i$ untuk semua i dan j

Dalam model *transshipment*, setiap titik perantara dapat menjadi sumber maupun tujuan. Oleh karena itu, untuk menjamin bahwa setiap titik perantara tersebut mampu menampung total barang di samping jumlah barang yang telah ada pada titik tersebut, maka pada titik tersebut perlu ditambahkan kuantitas persediaan dan permintaannya masing-masing sebesar B . Jumlah B biasanya dirujuk sebagai *buffer*, yakni sebuah nilai yang cukup besar (Syaripuddin, 2012)

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

5. Mengubah model *transshipment* ke model transportasi umum.

Langkah-langkah mentransformasi masalah *transshipment* ke masalah transportasi, yaitu (Siang, 2014):

- a. Menentukan titik yang merupakan titik sumber, titik tujuan, dan titik perantara.

Titik sumber adalah titik yang hanya bisa mengirimkan barang dan tidak bisa menerima barang. Titik tujuan adalah titik yang hanya bisa menerima barang. Titik perantara adalah titik yang bisa mengirimkan dan menerima barang. Dalam model *transshipment*, sumber sejati adalah gabungan dari titik sumber dan titik perantara, sedangkan tujuan sejati merupakan gabungan dari titik tujuan dan titik perantara.

- b. Menentukan jumlah persediaan (S_i) dan permintaan (D_j) tiap titik.

- c. Menentukan biaya pengiriman dari S_i ke D_j .

$$c_{ij} = \begin{cases} c_{ij} & , \text{jika ada jalur langsung} \\ & \text{dari } S_i \text{ ke } D_j \\ 0 & , \text{jika } i = j \\ M & , \text{jika tidak ada jalur lang-} \\ & \text{sung dari } S_i \text{ ke } D_j, \text{dima-} \\ & \text{na } M \text{ adalah bilangan} \\ & \text{positif yang sangat} \\ & \text{besar} \end{cases}$$

- d. Membuat model *transshipment*.

- e. Membentuk tabel awal model transportasi.

6. Mencari solusi optimal dengan menggunakan metode Perbaikan ASM.

Langkah-langkah dalam menyelesaikan metode Perbaikan ASM (Quddoos, et al., 2016):

- a. Menyusun tabel transportasi dari masalah transportasi yang diberikan. Memeriksa apakah masalahnya seimbang atau tidak. Jika masalah seimbang, maka lanjut ke langkah 4, jika tidak seimbang, maka lakukan langkah 2.

- b. Jika masalah tidak seimbang, kemudian salah satu dari dua kasus berikut mungkin terjadi:

- i. Jika total persediaan melebihi total permintaan, masukkan kolom *dummy* tambahan pada tabel transportasi untuk menyerap kelebihan persediaan. Biaya distribusi untuk sel di kolom *dummy* diasumsikan " M " di mana $M > 0$ adalah nilai positif yang sangat besar tetapi terbatas, atau

- ii. Jika total permintaan melebihi total persediaan, masukkan baris *dummy* tambahan pada tabel transportasi untuk memenuhi kelebihan permintaan. Biaya distribusi untuk sel di baris *dummy* diasumsikan " M " di mana $M > 0$ adalah nilai positif yang sangat besar tetapi terbatas.

- c. Mereduksi tabel transportasi dengan *dummy*

- i. Jika terjadi kasus (a) seperti langkah 2, maka lakukan langkah 4 kemudian lanjut ke langkah 5.

- ii. Jika terjadi kasus (b) seperti langkah 2, maka langsung lakukan langkah 5.

- d. Melakukan reduksi baris dengan mengurangi biaya distribusi (c_{ij}) setiap entri baris dengan masing-masing biaya terkecilnya (u_i) menggunakan rumus

$$c_{ij} - u_i$$

- e. Melakukan reduksi kolom dengan mengurangi biaya distribusi (c_{ij}) setiap entri kolom dengan masing-masing biaya terkecilnya (v_j) menggunakan rumus

$$c_{ij} - v_j$$

- f. Dari tabel tereduksi, setiap baris dan kolom setidaknya mengandung satu nol. Sekarang, memilih nol pertama dan hitung jumlah nol (tidak termasuk nol yang dipilih) pada baris dan kolom. Ulangi langkah ini untuk semua nol pada tabel transportasi.
 - g. Memilih angka 0 dengan jumlah terkecil dan mengalokasikan sel dengan jumlah terbesar yang mungkin dengan melihat persediaan dan permintaan sel yang bersangkutan. Jika terdapat jumlah nol terkecil yang sama (lebih dari satu), maka menghitung jumlah semua elemen pada baris ke- i dan kolom ke- j dari sel- ij yang bersangkutan (sel yang memiliki jumlah nol terkecil yang sama) dan mengalokasikan sebesar mungkin pada sel dengan hasil penjumlahan terbesar. Jika masih terjadi kesamaan, maka pilih sel- ij (sel yang memiliki jumlah nol terkecil yang sama) yang memiliki persediaan dan permintaan terkecil.
 - h. Membuat tabel transportasi baru untuk perhitungan selanjutnya dengan mengabaikan baris atau kolom yang permintaan atau persediaannya telah terpenuhi. Memeriksa apakah tabel transportasi baru memiliki paling sedikit satu angka 0 pada setiap baris dan kolom.
 - i. Sekarang, memeriksa apakah tabel tereduksi setidaknya mengandung satu nol di setiap baris dan kolom. Jika tidak, maka ulangi langkah 2, jika iya, maka lanjut ke langkah 6.
 - j. Mengulangi langkah d sampai langkah i sedemikian sehingga semua permintaan terpenuhi dan semua persediaan habis.
 - k. Menghitung total biaya minimal distribusi menggunakan rumus:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} = c_{11}x_{11} + \dots + c_{mn}x_{mn}$$
7. Mencari solusi optimal dengan menggunakan metode RDI. Langkah-langkah dalam menyelesaikan metode RDI adalah sebagai berikut (Aramuthakannan & Kandasamy, 2013):
 - a. Menyusun tabel transportasi dari masalah transportasi yang diberikan.
 - b. Mencari nilai minimal pada kolom permintaan. Jika terdapat nilai yang sama (lebih dari satu), maka pilih baris persediaan atau kolom permintaan yang memiliki biaya distribusi terendah.
 - c. Memperhatikan kolom permintaan dan baris persediaan kemudian maksimalkan pengalokasikan unit untuk persediaan dan permintaan pada sel yang memiliki biaya terendah.
 - d. Jika baris persediaan dan kolom permintaan tersebut telah terpenuhi, maka berpindah ke nilai minimal selanjutnya pada baris persediaan atau kolom permintaan.
 - e. Mengulangi langkah 2 sampai 4 sedemikian sehingga semua permintaan terpenuhi dan semua persediaan habis.
 - f. Menghitung total biaya minimal distribusi.
 8. Interpretasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah biaya distribusi tas rotan 20 cm yang minimal untuk itu diperlukan beberapa data. Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari Shvan Art Shop untuk periode Juni sampai Desember 2019. Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data banyaknya persediaan tas rotan 20 cm di masing-masing sumber.
2. Banyaknya permintaan tas rotan 20 cm di masing-masing tujuan.
3. Banyaknya tas rotan 20 cm yang didistribusikan dari masing-masing sumber ke tujuan.
4. Biaya pemasaran administrasi umum dalam mendistribusikan tas rotan 20 cm dari masing-masing sumber ke masing-masing perantara.
5. Biaya pengelolaan dalam mendistribusikan tas rotan 20 cm dari masing-masing perantara ke masing-masing tujuan.
6. Biaya pengapalan dalam mendistribusikan tas rotan 20 cm dari masing-masing perantara ke masing-masing tujuan.
7. Biaya asuransi dalam mendistribusikan tas rotan 20 cm dari masing-masing perantara ke masing-masing tujuan.

Adapun persediaan tas rotan 20 cm di masing-masing sumber selama tujuh bulan (a_i), permintaan tas rotan 20 cm di masing-masing tempat tujuan pada bulan Juni–Desember 2019 (b_j), banyaknya tas rotan 20 cm yang

dikirimkan dari masing-masing sumber ke masing-masing tempat tujuan (x_{ij}), dan biaya distribusi per pcs dari bulan Juni–Desember 2019 (c_{ij}) disajikan secara terurut pada Tabel 2, 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 2. Banyak Persediaan Tas Rotan 20 cm pada Masing-masing Sumber

Sumber	Persediaan (pcs)
1	1200
2	550
3	1000
4	950
5	600
6	0
7	0
Jumlah	4300

Tabel 3. Banyak Permintaan Tas Rotan 20 cm pada Masing-masing Tempat Tujuan

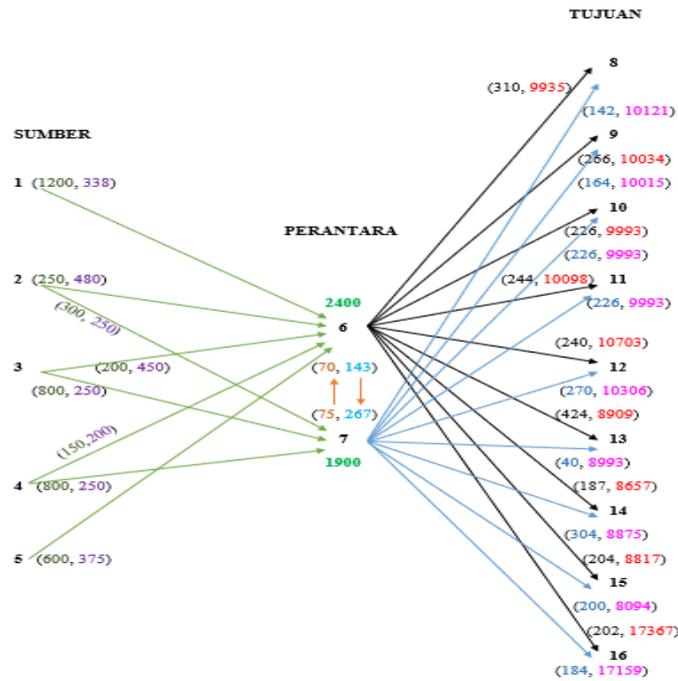
Tempat Tujuan	Permintaan (pcs)							Jumlah (pcs)
	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	62	40	82	60	84	44	80	452
9	62	44	60	64	80	60	60	430
10	60	60	64	80	44	82	62	452
11	64	86	40	80	60	60	80	470
12	80	80	62	80	62	86	60	510
13	82	40	60	82	80	40	80	464
14	80	64	80	60	44	83	80	491
15	60	40	60	60	80	44	60	404
16	60	60	42	60	60	40	64	386
Total Permintaan								4059

Tabel 4. Distribusi Tas Rotan 20 cm pada Masing-masing Sumber ke Masing-masing Tempat Tujuan

Sumber	Tempat Tujuan	Jumlah Tas rotan 20 cm (pcs)							Total (pcs)
		Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
1	6	300	100	200	100	200	100	200	1200
	7	100	0	100	0	0	50	0	250
2	6	0	50	0	50	100	0	0	200
	7	100	100	200	50	0	250	100	800
3	6	0	0	0	0	150	0	0	150
	7	300	100	0	150	150	0	100	800
4	6	50	100	100	100	50	100	100	600
	7	0	0	70	0	0	0	0	70
6	8	62	40	0	0	84	44	80	310
	9	22	0	60	64	0	60	60	266
	10	60	60	0	0	44	0	62	226
	11	64	0	40	80	60	0	0	244
	12	80	80	0	80	0	0	0	240
	13	82	0	60	82	80	40	80	424
	14	0	64	0	40	0	83	0	187
	15	0	40	60	0	0	44	60	204
7	16	0	60	42	0	60	40	0	202
	6	0	0	0	50	0	25	0	75
	8	0	0	82	60	0	0	0	142
	9	40	44	0	0	80	0	0	164
	10	0	0	64	80	0	82	0	226
	11	0	86	0	0	0	60	80	226
	12	0	0	62	0	62	86	60	270
	13	0	40	0	0	0	0	0	40
14	80	0	80	20	44	0	80	304	
15	60	0	0	60	80	0	0	200	
16	60	0	0	60	0	0	64	184	

Dari Tabel 4, dapat dibentuk diagram pendistribusian tas rotan 20 cm dari masing-

masing sumber ke masing-masing tempat tujuan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan pasangan berurutan (banyak barang (pcs), harga barang (rupiah))
 Gambar 1. Diagram *Transshipment* Rute Pendistribusian Tas Rotan 20 Cm

Tabel 5. Biaya Pengangkutan Tas Rotan 20 cm dari Masing-masing Sumber ke Masing-masing Perantara

Sumber	Tempat Tujuan	Biaya per Pengiriman (Rp)	Banyak Pengangkutan (kali)	Banyak Tas Rotan 20 cm (pcs)	Total Biaya (Rp)	Biaya per pcs (Rp)
1	6	45000	9	1200	405000	338
2	6	30000	4	250	120000	480
	7	25000	3	300	75000	250
3	6	30000	3	200	90000	450
	7	25000	8	800	200000	250
4	6	30000	1	150	30000	200
	7	25000	8	800	200000	250
5	6	45000	5	600	225000	375

Tabel 6. Biaya Pengiriman Tas Rotan 20 cm dari Perantara ke Perantara

Sumber	Tempat Tujuan	Biaya per Pengiriman (Rp)	Banyak Pengiriman (kali)	Banyak Tas Rotan 20 cm (pcs)	Total Biaya (Rp)	Biaya per pcs (Rp)
6	7	10000	1	70	10000	143
7	6	10000	2	75	20000	267

Tabel 7. Biaya Pengiriman Tas Rotan 20 cm dari Perantara ke Tempat Tujuan

Sumber	Tempat Tujuan	Biaya per Box (Rp)	Banyak Box (pcs)	Banyak Tas (pcs)	Total Biaya (Rp)	Biaya per pcs (Rp)
6	8	205317	15	310	3079755	9935
	9	205317	13	266	2669121	10034
	10	205317	11	226	2258487	9993
	11	205317	12	244	2463804	10098
	12	214056	12	240	2568672	10703
	13	179867	21	424	3777207	8909
	14	179867	9	187	1618803	8657
	15	179867	10	204	1798670	8817
	16	350814	10	202	3508140	17367
7	8	205317	7	142	1437219	10121
	9	205317	8	164	1642536	10015
	10	205317	11	226	2258487	9993
	11	205317	11	226	2258487	9993
	12	214056	13	270	2782728	10306
	13	179867	2	40	359734	8993
	14	179867	15	304	2698005	8875
	15	179867	9	200	1618803	8094
	16	350814	9	184	3157326	17159

Berdasarkan data pada Tabel 3., Tabel 4., Tabel 6., dan Tabel 7. diperoleh total biaya pendistribusian tas rotan 20 cm di Shvan Art Shop pada bulan Juni sampai Desember 2019 sebelum dilakukan optimasi adalah sebesar Rp 43.331.530,00.

Perhitungan Solusi Optimal

1. Transformasi Model *Transshipment* ke Model Umum Transportasi

Adapun langkah-langkah dalam mentransformasi model *transshipment* ke model umum transportasi adalah sebagai berikut:

- Menentukan titik yang merupakan titik sumber, titik tujuan, dan titik perantara. Berdasarkan Gambar 1. dapat ditentukan bahwa titik yang merupakan titik sumber adalah titik 1, 2, 3, 4, dan 5, titik yang merupakan titik tujuan adalah titik 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16, dan titik yang merupakan titik perantara adalah titik 6 dan 7. Sedangkan untuk sumber sejati adalah titik 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7, dan

yang merupakan tujuan sejati adalah titik 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16.

- Banyak persediaan (S_i) dan permintaan (D_j) di setiap titik.

Berdasarkan data banyaknya persediaan dan banyaknya permintaan yang telah dipaparkan pada Tabel 4.1 dan 4.2, dapat dilihat bahwa banyak persediaan ($\sum a_i$) tas rotan 20 cm pada masing-masing sumber adalah 4300 buah, yaitu pada $S_1 = 1200$, $S_2 = 550$, $S_3 = 1000$, $S_4 = 950$, $S_5 = 600$, $S_6 = 4300$, dan $S_7 = 4300$ dan banyak permintaan ($\sum b_j$) tas rotan 20 cm pada tempat tujuan adalah 4059 buah, yakni pada $D_6 = 4300$, $D_7 = 4300$, $D_8 = 452$, $D_9 = 430$, $D_{10} = 452$, $D_{11} = 470$, $D_{12} = 510$, $D_{13} = 464$, $D_{14} = 452$, $D_{15} = 452$, dan $D_{16} = 386$.

- Biaya distribusi dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan. Biaya distribusi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5, dan 7.
- Membentuk model umum transportasi. Minimalkan

$$\begin{aligned}
Z = & 338x_{16} + 480x_{26} + 250x_{27} + \\
& 450x_{36} + 250x_{37} + 200x_{46} + \\
& 250x_{47} + 375x_{56} + 143x_{67} + \\
& 9935x_{68} + 10034x_{69} + 9993x_{6(10)} + \\
& 10098x_{6(11)} + 10703x_{6(12)} + \\
& 8909x_{6(13)} + 8657x_{6(14)} + \\
& 8817x_{6(15)} + 17367x_{6(16)} + \\
& 267x_{76} + 10121x_{78} + 10015x_{79} + \\
& 9993x_{7(10)} + 9993x_{7(11)} + \\
& 10306x_{7(12)} + 8993x_{7(13)} + \\
& 8875x_{7(14)} + 8094x_{7(15)} + \\
& 17159x_{7(16)}
\end{aligned}$$

dengan batasan

$$\begin{aligned}
x_{16} & \leq 1200 \\
x_{26} + x_{27} & \leq 550 \\
x_{36} + x_{37} & \leq 1000 \\
x_{46} + x_{47} & \leq 950 \\
x_{56} & \leq 600 \\
x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{76} - x_{67} - \\
& x_{68} - x_{69} - x_{6(10)} - x_{6(11)} - x_{6(12)} - \\
& x_{6(13)} - x_{6(14)} - x_{6(15)} - x_{6(16)} = 0 \\
x_{17} + x_{27} + x_{37} + x_{47} + x_{57} + x_{67} - x_{76} - \\
& x_{78} - x_{79} - x_{7(10)} - x_{7(11)} - x_{7(12)} - \\
& x_{7(13)} - x_{7(14)} - x_{7(15)} - x_{7(16)} = 0 \\
x_{68} + x_{78} & \geq 452 \\
x_{69} + x_{79} & \geq 430 \\
x_{6(10)} + x_{7(10)} & \geq 452 \\
x_{6(11)} + x_{7(11)} & \geq 470 \\
x_{6(12)} + x_{7(12)} & \geq 510 \\
x_{6(13)} + x_{7(13)} & \geq 464 \\
x_{6(14)} + x_{7(14)} & \geq 491 \\
x_{6(15)} + x_{7(15)} & \geq 404 \\
x_{6(16)} + x_{7(16)} & \geq 386 \\
i, j & = 1, 2, \dots, 16
\end{aligned}$$

$$x_{ij} \geq 0, j \neq i \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Berdasarkan langkah 2 diketahui bahwa banyak persediaan > banyak permintaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa masalah tersebut belum seimbang karena terdapat kelebihan persediaan sebesar $4300 - 4059 = 241$ buah tas rotan 20 cm. Oleh karena itu, perlu ditambahkan tujuan *dummy* yang diasumsikan sebagai titik 17 untuk menyerap kelebihan tersebut dengan asumsi bahwa *dummy* memiliki biaya distribusi sebesar nol. Berdasarkan asumsi sebelumnya bahwa *dummy* memiliki biaya transportasi sebesar 0, sumber yang tidak mengirimkan tas rotan 20 cm ke suatu tempat tujuan diasumsikan biaya distribusinya adalah M dan alokasi barang sebanyak 0 buah, dan sumber yang mengirim tas rotan 20 cm terhadap diri sendiri diasumsikan biaya distribusinya 0 dan alokasi barang sebanyak 0 pcs,

sehingga model permasalahan pendistribusian tas rotan 20 cm di atas menjadi:

Minimalkan

$$\begin{aligned}
Z = & 338x_{16} + 0x_{1(17)} + 480x_{26} + \\
& 250x_{27} + 0x_{2(17)} + 450x_{36} + \\
& 250x_{37} + 0x_{3(17)} + 200x_{46} + \\
& 250x_{47} + 0x_{4(17)} + 375x_{56} + \\
& 0x_{5(17)} + 143x_{67} + 9935x_{68} + \\
& 10034x_{69} + 9993x_{6(10)} + \\
& 10098x_{6(11)} + 10703x_{6(12)} + \\
& 8909x_{6(13)} + 8657x_{6(14)} + \\
& 8817x_{6(15)} + 17367x_{6(16)} + \\
& 0x_{6(17)} + 267x_{76} + 10121x_{78} + \\
& 10015x_{79} + 9993x_{7(10)} + \\
& 9993x_{7(11)} + 10306x_{7(12)} + \\
& 8993x_{7(13)} + 8875x_{7(14)} + \\
& 8094x_{7(15)} + 17159x_{7(16)} + 0x_{7(17)}
\end{aligned}$$

dengan batasan

$$\begin{aligned}
x_{16} + x_{1(17)} & \leq 1200 \\
x_{26} + x_{27} + x_{2(17)} & \leq 550 \\
x_{36} + x_{37} + x_{3(17)} & \leq 1000 \\
x_{46} + x_{47} + x_{4(17)} & \leq 950 \\
x_{56} + x_{5(17)} & \leq 600 \\
x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{76} - x_{67} - \\
& x_{68} - x_{69} - x_{6(10)} - x_{6(11)} - x_{6(12)} - \\
& x_{6(13)} - x_{6(14)} - x_{6(15)} - x_{6(16)} - \\
& x_{6(17)} = 0 \\
x_{27} + x_{37} + x_{47} + x_{67} - x_{76} - x_{78} - x_{79} - \\
& x_{7(10)} - x_{7(11)} - x_{7(12)} - x_{7(13)} - \\
& x_{7(14)} - x_{7(15)} - x_{7(16)} - x_{7(17)} = 0 \\
x_{68} + x_{78} & \geq 452 \\
x_{69} + x_{79} & \geq 430 \\
x_{6(10)} + x_{7(10)} & \geq 452 \\
x_{6(11)} + x_{7(11)} & \geq 470 \\
x_{6(12)} + x_{7(12)} & \geq 510 \\
x_{6(13)} + x_{7(13)} & \geq 464 \\
x_{6(14)} + x_{7(14)} & \geq 491 \\
x_{6(15)} + x_{7(15)} & \geq 404 \\
x_{6(16)} + x_{7(16)} & \geq 386 \\
x_{1(17)} + x_{2(17)} + x_{3(17)} + x_{4(17)} + x_{5(17)} + \\
& x_{6(17)} + x_{7(17)} = 241 \\
i, j & = 1, 2, \dots, 17 \\
x_{ij} & \geq 0, j \neq i \text{ untuk semua } i \text{ dan } j
\end{aligned}$$

5. Membentuk tabel awal transportasi. Sebelum dilakukan perhitungan solusi optimal dengan metode Perbaikan ASM dan *Revised Distribution*, terlebih dahulu dibentuk tabel awal transportasi. Tabel awal transportasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.
6. Selanjutnya dilakukan penghitungan menggunakan metode Perbaikan ASM dan *Revised Distribution*.

2. Perhitungan Metode Perbaikan ASM

Berdasarkan tabel awal transportasi yang dapat dilihat pada Tabel 8 diketahui bahwa sebelumnya masalah tersebut belum seimbang kemudian ditambahkan kolom *dummy* untuk menyerap kelebihan tersebut sehingga sekarang $\sum a_i = \sum b_j$. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa masalah tersebut telah seimbang. Selanjutnya mengganti nilai pada kolom *dummy* dengan mengingat bahwa nilai *dummy* pada metode Perbaikan ASM adalah M, sehingga diperoleh tabel awal transportasi yang dapat dilihat pada Tabel 9. Selanjutnya juga

diperoleh hasil akhir pengalokasian yang dapat dilihat pada Tabel 10 dengan total biaya distribusi sebesar Rp 43.157.384,00.

3. Perhitungan Metode *Revised Distribution*

Berdasarkan tabel transportasi awal yang dapat dilihat pada Tabel 8, dapat dihitung solusi optimal menggunakan metode *Revised Distribution* dan diperoleh tabel hasil akhir pengalokasian yang dapat dilihat pada Tabel 11 dengan total biaya distribusi sebesar Rp 42.884.288,00.

Tabel 8. Tabel Awal Transportasi

KE DARI		PERANTARA		TUJUAN										a_i	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
SUMBER	1	338	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1200
	2	480	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	550
	3	450	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1000
	4	200	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	950
	5	375	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	600
PERANTARA	6	0	143	9935	10034	9993	10098	10703	8909	8657	8817	17367	0	4300	
	7	267	0	10121	10015	9993	9993	10306	8993	8875	8094	17159	0	4300	
	b_j	4300	4300	452	430	452	470	510	464	491	404	386	241	12900	

Tabel 9. Tabel Awal Transportasi

KE DARI		PERANTARA		TUJUAN										a_i
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
SUMBER	1	338	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	1200
	2	480	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	550
	3	450	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	1000
	4	200	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	950
	5	375	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	600
PERANTARA	6	0	143	9935	10034	9993	10098	10703	8909	8657	8817	17367	M	4300
	7	267	0	10121	10015	9993	9993	10306	8993	8875	8094	17159	M	4300
b_j		4300	4300	452	430	452	470	510	464	491	404	386	241	12900

Tabel 10. Metode Perbaikan ASM

KE DARI		PERANTARA		TUJUAN										a_i	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
SUMBER	1	338	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1200
		1200													
	2	480	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	550
			550												
	3	450	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1000
		1000													
4	200	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	950	
		950													
5	375	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	600	
		359											241		
PERANTARA	6	0	143	9935	10034	9993	10098	10703	8909	8657	8817	17367	0	4300	
				452	430	452	220		464	491					
7	267	0	10121	10015	9993	9993	10306	8993	8875	8094	17159	0	4300		
						250	510			404	386				
b_j		4300	4300	452	430	452	470	510	464	491	404	386	241	12900	

Tabel 11. Hasil Akhir Pengalokasian Metode *Revised Distribution*

DARI	KE	PERAN-TARA		TUJUAN										a_i	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
SUMBER	1	338 1200	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1200
	2	480 550	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	550
	3	450 759	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	1000
	4	200 950	250	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	950
	5	375 600	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	600
PERAN-TARA	6	0 1343	143 452	9935	10034	9993	10098	10703	8909	8657	8817	17367	0	4300	
	7	267	0 430	10121	10015	9993	9993	10306	8993	8875	8094	17159	0	4300	
b_j		4300	4300	452	430	452	470	510	464	491	404	386	241	12900	

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada masalah pendistribusian tas rotan 20 cm di Shvan Art Shop periode Juni sampai Desember 2019 dengan model *transshipment*, diperoleh hasil bahwa metode *Revised Distribution* (RDI) memiliki 16 iterasi dengan biaya pendistribusian sebesar Rp 42.884.288,00 sehingga lebih minimal 0,01% dengan selisih biaya Rp 447.242,00 dari biaya pendistribusian sebelum dilakukan optimasi sebesar Rp 43.331.530,00, sedangkan metode Perbaikan ASM memiliki 13 iterasi dengan biaya pendistribusian sebesar Rp 43.157.384,00 sehingga lebih minimal 0,004% dengan selisih biaya Rp 174.146,00 dari biaya pendistribusian sebelum dilakukan optimasi sebesar Rp 43.331.530,00. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menggunakan metode *Revised Distribution* dalam penelitian ini dapat memberikan biaya yang lebih minimal meskipun dengan iterasi yang lebih banyak dari metode Perbaikan ASM.

Berdasarkan simpulan yang telah dipaparkan, penelitian pada masalah *transshipment* tak seimbang ini hanya menggunakan metode Perbaikan ASM dan *Revised Distribution*, untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan menggunakan

metode langsung lainnya dengan fungsi tujuan memaksimalkan. Selain itu, pada penelitian ini data yang digunakan hanya terbatas pada data tas rotan 20 cm sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan mencoba berbagai varian ukuran untuk dikaji.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. (2005). *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Aramuthakannan, S., & Kandasamy, D. (2013). Revised Distribution Method of Finding Optimal Solution for Transportation Problem. *IOSR Journal of Mathematics*, 39-42.
- Quddoos, A., Javaid, S., & Khalid, M. (2012). A New Method for Finding an Optimal Solution for Transportation Problems. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 4, 1271-1274.
- Quddoos, A., Javaid, S., & Khalid, M. (2016). A Revised Version of ASM Method for Solving Transportation Problem. *International Journal Agriculture Statistic Science*, 12, 267-272.
- Siang, J. J. (2014). *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis* (2 ed.). Yogyakarta: C.V ANDI.

Siswanto. (2016). *Operation Research*. Jakarta: Erlangga.

Solikhin. (2017). Metode Perbaikan ASM pada Masalah Transportasi Tak Seimbang. *Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*, 249-256.

Syaripuddin. (2012). Penyelesaian Masalah *Transshipment* Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM). *Jurnal Eksponensial*, 1-8.

Winston, W. L. (2004). *Operation Research Applications and Algorithms* (4 ed.). New York: Duxbury.