

Penerapan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* untuk Mengoptimalkan Biaya Transportasi pada PT. Ciomas Adisatwa Padang

Melisa^{#1}, Defri Ahmad^{*2}

[#]*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturer of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

¹ melisasrgh21@gmail.com

² defriahmad88@gmail.com

Abstract — Product distribution issues are common to happen in a business company. From many factors in a company to maximize profits, one of them is the ability to deliver products on time at the minimum cost in transportation. PT. Ciomas Adisatwa Padang distributes their products in the area of the depot and spends a lot of money. If the transportation costs are too much the company will earn small profits. Transportation method to solve problems that involve minimizing transportation costs or product delivery from source to destination is Total Opportunity Cost Matrix-Sum as initial feasible solution and Stepping Stone as an optimization test that is useful for determining the results of optimizing transportation costs and the number of product shipments from each warehouse to destination. The result is carried out using secondary data recorded from the PT. Ciomas Adisatwa Padang in July 2021 in applied research. The initial method of Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach gave Rp. 8.677.366, which was then followed by the Stepping Stone method, which gave Rp. 8.030 974. As a result, the company can save 21% of the total cost on transportation costs in advance.

Keywords — Transportation Cost, Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach, Stepping Stone.

Abstrak — Permasalahan dalam hal pengangkutan produk sering terjadi dalam sebuah perusahaan. Dari banyak faktor dalam sebuah perusahaan untuk memaksimalkan keuntungannya, salah satunya adalah kemampuan untuk mengirimkan produk tepat waktu dengan biaya transportasi yang rendah. PT. Ciomas Adisatwa Padang mendistribusikan produknya ke sekitar wilayah depo dan mengeluarkannya yang cukup besar. Jika biaya pengiriman tinggi, perusahaan mendapat untung kecil. Suatu metode transportasi untuk memecahkan masalah yang melibatkan meminimalkan biaya transportasi atau pengiriman produk dari sumber ke tujuan yaitu *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* sebagai solusi fisibel awal dan *Stepping Stone* sebagai uji optimalisasi yang bertujuan untuk mengetahui hasil optimalisasi biaya transportasi dan pengaturan jumlah pengiriman produk dari setiap gudang ke tempat tujuan. Pengoptimalan ini dilakukan dalam penelitian terapan yang menggunakan data sekunder yang berasal dari PT. Ciomas Adisatwa Padang pada bulan Juli 2021. Hasil penyelesaian dengan menggunakan metode awal *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* adalah sebesar Rp. 8.677.366 kemudian dilanjutkan penyelesaian dengan metode *Stepping Stone* diperoleh sebesar Rp. 8.030 974. Sehingga perusahaan dapat menghemat pengeluaran biaya transportasi sebesar 21% dari total biaya sebelumnya.

Kata kunci — Biaya Transportasi, *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach*, *Stepping Stone*.

PENDAHULUAN

Pendistribusian barang adalah kegiatan yang wajib dilakukan pengusaha untuk menyalurkan, menyerahkan, dan mengirimkan barang yang dijualnya atau dipasarkannya kepada pelanggan. Dalam hal pendistribusian barang untuk sampai ke konsumen, biaya distribusi yang optimal merupakan salah satu faktor

yang menentukan kepuasan konsumen terhadap produk [6]. Distribusi dapat dimaksud sebagai suatu kegiatan pemasaran yang bertujuan untuk mempromosikan dan memperlancar pengiriman barang atau jasa dari produsen ke konsumen, yang penggunaannya sesuai dengan persyaratan yang ditentukan [7].

Ketika menghadapi persoalan pendistribusian barang

banyak perusahaan tidak bisa mencapai target penjualan hanya sebab tidak tepatnya pendistribusian yang digunakan yg menyebabkan melonjaknya biaya distribusi barang dan apabila terjadi kesalahan pada pendistribusian maka akan menghambat proses penyaluran barang buat sampai ke konsumen dan secara tidak pribadi akan berpengaruh terhadap penjualan perusahaan. Saat biaya distribusi dan transportasi barang memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan perusahaan, dan untuk mengurangi pengeluaran yang berlebihan maka perusahaan harus dapat meminimalkan biaya tersebut. [1].

Salah satu perusahaan yang mengoptimalkan pendistribusian produknya berupa produksi olahan daging ayam adalah PT. Ciomas Adisatwa Padang. Perusahaan ini mendistribusikan produknya ke sekitar wilayah depo yaitu ke kecamatan Koto Tengah, Padang Utara, Padang Barat, Padang Timur, Kuranji dan beberapa wilayah seperti Bukittinggi, Solok, dan Dharmasraya. Data bulan Juli 2021 perusahaan ini mengeluarkan biaya pendistribusian atau biaya transportasi sebesar Rp. 10.283.417. Dengan perencanaan distribusi yang tepat, biaya transportasi ini dapat diminimalkan sehingga menghasilkan biaya distribusi atau transportasi yang lebih optimal.

Menurut Pak Irwan selaku *Head Of Unit* perusahaan ini memiliki kendala dalam pendistribusian produk dimana biaya transportasi yang dikeluarkan cenderung besar selisihnya diantara bulan Januari, Mei, Juni dan Juli yaitu Rp. 7.277.124, Rp. 8.274.339, Rp. 10.557.026 dan Rp. 10.283.417. Perusahaan juga harus bisa mengatur biaya pengiriman untuk pendistribusian barang tersebut sehingga masih terdapat beberapa kesalahan antara pengeluaran dan pendapatan perusahaan sehingga berdampak pada kerugian perusahaan. Untuk mengatasi masalah transportasi atau pendistribusian barang dari sumber ke tempat tujuan diperlukan metode transportasi yang sesuai dan efektif. Dimana metode pengiriman sangat relevan dengan masalah pengiriman dari pusat pengiriman ke pusat penerima. Tujuan dari metode transportasi ini adalah untuk mengetahui jumlah barang yang harus dikirim dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan guna meminimalkan atau mengurangi total biaya transportasi atau distribusi.

Metode transportasi menemukan cara paling hemat untuk mendistribusikan pasokan dari beberapa tempat asal ke beberapa tujuan. Tempat asal atau sumber adalah pabrik, gudang, agen, atau tempat lain dari mana barang dikirim. Tujuannya adalah setiap titik yang menerima produk. Untuk menggunakan metode transportasi kita perlu mengetahui hal-hal berikut yaitu titik asal dan kapasitas atau pasokan per periode di masing-masing, titik tujuan dan permintaan tiap periode di masing-masing, dan biaya kirim satu unit dari tiap asal ke tiap tujuan.

Metode transportasi adalah bagian dari program linier yang secara khusus membahas tentang distribusi dari tempat asal atau sumber ke tempat tujuan untuk meminimalkan biaya distribusi atau transportasi. Metode transportasi terdiri dari dua langkah utama, yaitu

pencarian dari solusi awal dan solusi akhir optimal. Metode awal pada metode transportasi berfungsi untuk menentukan alokasi distribusi awal yang membuat seluruh kapasitas yang ada di sumber teralokasikan ke seluruh tujuan, metode awal ini belum diketahui optimalitasnya sehingga perlu dilakukan pengujian menggunakan metode akhir pengoptimalan. Metode awal yang digunakan adalah *Total Opportunity Cost Matrix- Sum Approach*. *Total Opportunity Cost Matrix* (TOCM) dibentuk dengan menambahkan *Row Opportunity Cost Matrix* dan *Coloumn Opportunity Cost Matrix* untuk setiap awal baris dalam matriks biaya transportasi. ROCM dihasilkan dari mengurangi biaya terendah pada setiap baris untuk setiap baris dalam matriks biaya transportasi awal, COCM dihasilkan dari mengurangi biaya terendah pada setiap kolom [4].

Selanjutnya untuk solusi akhir yaitu tahap lebih lanjut dari solusi fisibel awal. Tujuan penggunaan solusi akhir adalah untuk menentukan apakah alokasi akan meminimalkan total biaya. Metode *Stepping Stone* adalah metode yang digunakan sebagai langkah akhir dari metode awal untuk mencapai solusi optimal. *Stepping Stone* menguji tabel optimalitas tabel awal dengan cara perhitungan biaya distribusi atau transportasi C_{ij} selkosong yang dialui oleh jalur *Stepping Stone*. Sesuai dengan namanya, metode ini menciptakan satu jalur tertutup untuk setiap sel kosong, Sel-sel terisi lainnya di jalur tertutup dibuat sebagai batu yang dapat diinjak untuk mencapai batu berikutnya [5].

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui hasil dari optimalisasi biaya transportasi di PT. Ciomas Adisatwa Padang pada bulan Juli 2021, dengan adanya optimalisasi biaya transportasi maka akan diperoleh peningkatan keuntungan karena mampu meminimalkan biaya transportasi. Selanjutnya dapat mengetahui pengaturan jumlah pasokan atau pengiriman produk dari setiap gudang ke tempat tujuan sehingga permintaan pasar juga dapat terpenuhi dengan baik. Hasil dari optimalisasi biaya transportasi dan pengaturan jumlah pengiriman produk yang diperoleh nanti akan menjadi gambaran bagi PT. Ciomas Adisatwa Padang sehingga perusahaan dapat membuat persiapan serta perencanaan untuk mencegah terjadinya kerugian yang dapat merugikan perusahaan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan. Kemudian jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh atau didapat dari PT. Ciomas Adisatwa Padang yaitu data jumlah persediaan barang dan permintaan barang yang akan dikirim ke tempat tujuan pada bulan Juli 2021 dan data biaya transportasi sekali pengiriman dari gudang ke tempat tujuan pada bulan Juli 2021. Langkah-langkah analisis data pada penelitian ini adalah dengan menyusun tabel awal *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (*TOCM-SUM Approach*) kemudian dilanjutkan pengujian optimalisasi menggunakan metode *Stepping Stone*. Adapun langkah- langkah menyusun tabel awal dengan

metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach (TOCM-SUM Approach)* adalah [3]:

1. Membuat tabel transportasi.
2. Memodelkan masalah transportasi.
3. Memilih biaya terkecil dari setiap baris (C_{ik}) dan setiap kolom (C_{kj}).

Dimana:

$$C_{ik} = \min C_{i1}, C_{i2}, C_{i3}, \dots, C_{in} \quad (1)$$

$$C_{kj} = \min C_{1j}, C_{2j}, C_{3j}, \dots, C_{mj} \quad (2)$$

4. Melakukan *Row Opportunity Cost Matrix (ROCM)* dan *Coloumn Opportunity Cost Matrix (COCM)*.
5. Membentuk tabel *Total Opportunity Cost Matrix (TOCM)* dengan menggunakan persamaan:

$$TOCM_{ij} = (C_{ij} - C_{ik}) + (C_{ij} - C_{kj}) \quad (3)$$

6. Menghitung indikator distribusi dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta_{ij} = TOCM_{ij} - u_i - v_j \quad (4)$$

7. Membuat alokasi pada sel semaksimal mungkin.
8. Menghitung indikator distribusi baru.
9. Mendapatkan biaya minimum.

Perhatikan biaya minimum dengan menambahkan produk dari jumlah barang yang dialokasikan dan biaya pengiriman awal sesuai dengan alokasi.

Sedangkan untuk solusi akhir pengujian optimalisasi menggunakan metode *Stepping Stone* langkah-langkahnya sebagai berikut [2]:

1. Pilihlah kotak yang belum terisi.
2. Dimulai dari kotak atau sel yang belum terisi tersebut, Ikuti jalur tertutup kembali ke sel awal melalui sel yang sedang digunakan (hanya gerakan vertikal dan horizontal yang diperbolehkan).
3. Mulailah dengan tanda plus (+) untuk sel yang tidak terisi dan bergantian antara tanda plus dan minus di setiap sel dari jalur tertutup yang baru saja dilewati.
4. Hitung indeks perbaikan dengan cara menambahkan harga unit setiap sel dengan tanda plus dan mengurangi harga unit setiap sel dengan tanda minus.
5. Ulangi langkah 1-4 sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotak yang tidak digunakan telah dihitung. Jika semua indeks yang telah dihitung lebih besar atau sama dengan 0, maka solusi tersebut sudah optimal. Jika tidak, maka dapat terus meningkatkan solusi saat ini dengan mengurangi biaya pengiriman secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam mengoptimalkan biaya transportasi atau distribusi di PT. Ciomas Adisatwa Padang adalah data kapasitas gudang di bulan Juli 2021,

data permintaan produk di bulan Juli 2021 dan biaya pengiriman produk per kg dari sumber ke setiap tempat tujuan. Jumlah persediaan produk adalah kapasitas produk yang disediakan oleh PT. Ciomas Adisatwa Padang. Data kapasitas gudang bulan Juli 2021 dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
KAPASITAS GUDANG BULAN JULI 2021

Sumber	Tempat Tujuan	Kapasitas Gudang (Kg)
1	Koto Tengah	10.000
	Kuranji	
	Padang Utara	
	Padang Barat	
	Padang Timur	
	Bukittinggi	
	Solok	
2	Dharmasraya	10.000
	Koto Tengah	
	Kuranji	
	Padang Utara	
	Padang Barat	
	Padang Timur	
	Bukittinggi	
Solok		
	Dharmasraya	
Total		20.000

Selanjutnya juga terdapat jumlah pengiriman produk pada setiap kecamatan dan beberapa kota yang merupakan permintaan. Berikut data jumlah permintaan produk pada bulan Juli 2021 dapat dilihat di Tabel II.

TABEL II
JUMLAH PERMINTAAN PRODUK BULAN JULI 2021

Tempat Tujuan	Jumlah Permintaan (Kg)
Koto Tengah	457
Kuranji	392
Padang Utara	703
Padang Barat	641
Padang Timur	773
Bukittinggi	713
Solok	1036
Dharmasraya	863

Data terakhir yang digunakan adalah data biaya transportasi produk per kg yang merupakan pengeluaran yang dilakukan oleh PT. Ciomas Adisatwa Padang untuk mendistribusikan produknya dalam sekali pengiriman dari sumber ke tempat tujuan.

Data biaya transportasi produk per kg dalam sekali pengiriman pada bulan Juli 2021 dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III
BIAYA TRANSPORTASI PER KG PRODUK BULAN JULI 2021

Sumber	Tempat Tujuan	Biaya Transportasi (Rp)
1	Koto Tangah	385,85
	Kuranji	437,56
	Padang Utara	560,54
	Padang Barat	714,06
	Padang Timur	913,83
	Bukittinggi	2117,49
	Solok	2551,04
2	Dharmasraya	4112,31
	Koto Tangah	256,84
	Kuranji	307,73
	Padang Utara	153,86
	Padang Barat	374,19
	Padang Timur	503,17
	Bukittinggi	2265,13
Solok	2243,38	
Dharmasraya	3733,91	

B. Perhitungan Metode Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach

Langkah-langkah yang dilakukan untuk penyelesaian dengan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* sebagai berikut:

1. Membuat tabel transportasi

TABEL IV
TABEL TRANSPORTASI BULAN JULI 2021

Gudang	Tujuan Pengiriman										Kapasitas(Kg)
	Koto Tangah	Kuranji	Padang Utara	Padang Barat	Padang Timur	Bukittinggi	Solok	Dharmasraya	Dummy		
1	385,85	437,56	560,54	714,06	913,83	2117,49	2551,04	4112,31	0		10000
	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}		
2	256,84	307,73	153,86	374,19	503,17	2265,13	2243,38	3733,91	0		10000
	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	x_{26}	x_{27}	x_{28}	x_{29}		
Permintaan(Kg)	457	392	703	641	773	713	1036	863	14423		20000

2. Memodelkan masalah transportasi

Agar permasalahan biaya transportasi atau pendistribusian produk di PT. Ciomas Adisatwa Padang dapat diselesaikan dengan metode transportasi, maka dibutuhkan beberapa asumsi agar permasalahan tersebut dapat dibawa ke dalam bentuk model transportasi. Asumsi yang digunakan adalah:

- Setiap gudang di PT. Ciomas Adisatwa Padang merupakan sumber.
- Jumlah pengiriman barang pada setiap kecamatan merupakan permintaan.
- Jumlah penawaran barang di PT. Ciomas Adisatwa Padang merupakan persediaan.
- Biaya transportasi produk dari setiap sumber ke kecamatan dan beberapa kota ditentukan oleh banyaknya persediaan (supply) dan permintaan (demand) dari sumber di PT. Ciomas Adisatwa Padang. Sesuai asumsi-asumsi diatas, dapat ditentukan formulasi dari model transportasi masalah biaya transportasi produk dari sumber ke tujuan di PT. Ciomas Adisatwa Padang berikut formulasi umumnya:

Fungsi tujuan:

$$Z = 385,85x_{11} + 437,56x_{12} + 560,54x_{13} + 714,06x_{14} + 913,83x_{15} + 2117,49x_{16} + 2551,04x_{17} + 4112,30x_{18} + 256,84x_{21} + 307,73x_{22} + 153,86x_{23} + 374,19x_{24} + 503,17x_{25} + 2265,13x_{26} + 2243,38x_{27} + 3733,91x_{28}$$

Fungsi kendala

Persediaan:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} \leq 10000$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} \leq 10000$$

Permintaan:

$$x_{11} + x_{21} \geq 457$$

$$x_{12} + x_{22} \geq 392$$

$$x_{13} + x_{23} \geq 703$$

$$x_{14} + x_{24} \geq 641$$

$$x_{15} + x_{25} \geq 773$$

$$x_{16} + x_{26} \geq 713$$

$$x_{17} + x_{27} \geq 1036$$

$$x_{18} + x_{28} \geq 863$$

3. Memilih biaya terkecil dari setiap baris (C_{ik}) dan setiap kolom (C_{kj})

Row Opportunity Cost Matrix (ROCM):

$$C_{ik} = \min(385,85; 437,56; 560,54; 714,06; 913,83; 2117,49; 2551,04; 4112,30)$$

$$= 385,85$$

$$C_{2k} = \min (256,84; 307,73; 153,86; 374,19; 503,17; 2265,13; 2243,38; 3733,91) = 153,86$$

Column Opportunity Cost Matrix (COCM):

$$C_{1j} = \min (385,85; 256,84) = 256,84$$

$$C_{2j} = \min (437,56; 307,73) = 307,73$$

$$C_{3j} = \min (560,54; 153,86) = 153,86$$

$$C_{4j} = \min (714,06; 374,19) = 374,19$$

$$C_{5j} = \min (913,83; 503,17) = 503,17$$

$$C_{6j} = \min (2117,49; 2265,13)$$

$$= 2117,49$$

$$C_{7j} = \min (2551,04; 2243,3) = 2243,3$$

$$C_{8j} = \min (4112,30; 3733,91) = 3733,91$$

4. Melakukan Row Opportunity Cost Matrix (ROCM) dan Coloumn Opportunity Cost Matrix (COCM)
Melakukan pengurangan setiap elemen biaya transportasi (C_{ij}) pada setiap baris dengan (C_{ik}). Ini disebut Row Opportunity Cost Matrix (ROCM) dan mengurangi setiap elemen biaya (C_{ij}) pada setiap kolom dengan (C_{kj}). Ini disebut Column Opportunity Cost Matrix (COCM).

TABEL V
PROSES REDUKSI BARIS DAN KOLOM

	KT	KUR	PU	PB	PT	BKT	SLK	DHR	Dummy	Kapasitas (Kg)
Gudang 1	385,85-385,85	437,56-385,85	560,54-385,85	714,06-385,85	913,83-385,85	2117,49-385,85	2551,04-385,85	4112,31-385,85	0	10000
	385,85	437,56	560,54	714,06	913,83	2117,49	2551,04	4112,31		
Gudang 2	385,85-256,84	437,56-307,73	560,54-153,86	714,06-374,19	913,83-503,17	2117,49-2117,49	2551,04-2243,38	4112,31-3733,91	0	10000
	256,84-153,86	307,73-153,86	153,86-153,86	374,19-153,86	503,17-153,86	2265,13-153,86	2243,37-153,86	3733,91-153,86		
	256,84	307,73	153,86	374,19	503,17	2265,13	2243,38	3733,91		
Demand (Kg)	457	392	703	641	773	713	1036	863	14423	20000

5. Membentuk tabel Total Opportunity Cost Matrix (TOCM)

Berdasarkan bentuk persamaan 3, untuk membentuk tabel TOCM adalah penjumlahan dari biaya transportasi dari titik persediaan ke permintaan j

dikurangkan dengan elemen biaya terkecil pada baris ke- i dan biaya transportasi dari titik persediaan i ke permintaan j lalu dikurangkan dengan elemen biaya terkecil pada kolom ke- j . Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

TABEL VI
HASIL TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX

	KT	KUR	PU	PB	PT	BKT	SLK	DHR	Dummy	Kapasitas (Kg)
Gudang 1	129,01	181,54	581,38	668,09	938,64	1731,64	2472,87	4104,86	0	10000
Gudang 2	102,97	153,86	0,00	220,32	349,31	2258,92	2089,51	3580,04	0	10000
Demand (Kg)	457	392	703	641	773	713	1036	863	14423	20000

6. Menghitung indikator distribusi

Menghitung indikator distribusi dengan menggunakan persamaan 4.

Elemen biaya terbesar di baris ke- i adalah:

$$u_{1k} = 4104,86$$

$$u_{2k} = 3580,04$$

Elemen biaya terbesar di kolom ke- j adalah:

$$v_{1j} = 129,01$$

$$v_{2j} = 181,54$$

$$v_{3j} = 581,38$$

$$v_{4j} = 668,09$$

$$v_{5j} = 938,64$$

$$v_{6j} = 2258,92$$

$$v_{7j} = 2472,87$$

$$v_{8j} = 4104,86$$

Maka diperoleh hasil indikator distribusi sebagaiberikut:

$$\Delta_{11} = -4104,86$$

$$\Delta_{12} = -4104,86$$

$$\Delta_{13} = -4104,86$$

$$\Delta_{14} = -4104,86$$

$$\Delta_{15} = -4104,86$$

$$\Delta_{16} = -4632,14$$

$$\Delta_{17} = -4104,86$$

$$\Delta_{18} = -4104,86$$

$$\Delta_{21} = -3606,08$$

$$\Delta_{22} = -3607,72$$

$$\Delta_{23} = -4161,42$$

$$\Delta_{24} = -4027,81$$

$$\Delta_{25} = -4169,38$$

$$\Delta_{26} = -3580,04$$

$$\Delta_{27} = -3963,40$$

$$\Delta_{28} = -4104,86$$

7. Membuat alokasi dalam sel semaksimal mungkin Mengalokasikan sel yang mempunyai nilai Δ_{ij} minimum (paling negatif) semaksimal mungkin. Kemudian periksa apakah baris atau kolom sel yang dipilih sudah terpenuhi.

Berdasarkan hasil Δ_{ij} pada perhitungan indikator distribusi didapatkan nilai negatif terbesar dan biaya terkecil yaitu Δ_{16} , maka mengisi tabel alokasi sel terpilih dengan memasukan persediaan semaksimal mungkin. Kemudian lakukan hal yang sama sehingga semua baris dan kolom sudah teralokasi semaksimal mungkin dimana permintaan pada seluruh kolom sudah terpenuhi.

8. Menghitung indikator distribusi baru

Untuk submatriks yang tersisa hitung indikator distribusi baru seperti pada langkah (6), dengan mengabaikan baris atau kolom yang telah dimasukkan. Selanjutnya ikuti langkah (7) untuk mengalokasikan sampai semua baris dan kolom memenuhi volume penawaran dan permintaan.

TABEL VII
SOLUSI AWAL DENGAN TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX

Ke	Tujuan Pengiriman										Dummy	Kapasitas (Kg)
	KT	KUR	PU	PB	PT	BKT	SLK	DHR				
Gudang 1	385,85	437,56	560,54	714,06	913,83	2117,49	2551,04	4112,31		0	10000	
	457	392		641		713	1036		6762			
Gudang 2	256,84	307,73	153,86	374,19	503,17	2265,13	2243,38	3733,91		0	10000	
			703		773				863	7661		
Demand (Kg)	457	392	703	641	773	713	1036	863	14423	20000		

9. Menghitung biaya minimum

$$\begin{aligned}
 Z &= (457 \times 385,85) + (392 \times 437,56) + (703 \times 153,86) + \\
 &\quad (641 \times 714,06) + (773 \times 503,17) + (713 \times 2117,49) + \\
 &\quad (1036 \times 2551,04) + (863 \times 3733,91) \\
 &= 8.677.365
 \end{aligned}$$

Jadi, total biaya transportasi pengiriman produk bulan Juli 2021 dengan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* adalah Rp. 8.677.365.

C. Perhitungan Metode Stepping Stone

Dimulai dari sel atau kotak yang belum terisi, Mengikuti jalur tertutup kembali ke sel asli melalui sel yang sedang digunakan (hanya gerakan vertikal dan horizontal yang diperbolehkan). Kemudian mulailah dengan tanda plus (+)

di sel kosong dan bergantian antara tanda plus dan minus (-) di setiap sel dari jalur tertutup yang baru saja Anda lewati. Kemudian tambahkan tanda plus ke harga unit setiap sel, lalu kurangi harga unit setiap sel dengan tanda minus untuk menghitung indeks perbaikan. Dengan memperhatikan hasil indeks perbaikan dapat diketahui masih ada nilai yang negatif yang mengakibatkan solusi belum optimal. Oleh karena itu, harus dilakukan iterasi selanjutnya sampai mendapatkan nilai positif atau sama dengan 0 yang berarti solusi sudah optimal. Solusi optimal pada iterasi ke tiga dimana nilai negatif tidak akan muncul lagi pada iterasi ketiga. Tabel solusi akhir dengan menggunakan metode *Stepping Stone* dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VIII
SOLUSI AKHIR DENGAN METODE STEPPING STONE

Ke	Tujuan Pengiriman										Dummy	Kapasitas (Kg)
	KT	KUR	PU	PB	PT	BKT	SLK	DHR				
Gudang 1	385,85	437,56	560,54	714,06	913,83	2117,49	2551,04	4112,31		0	10000	
						713			9287			
Gudang 2	256,84	307,73	153,86	374,19	503,17	2265,13	2243,38	3733,91		0	10000	
	457	392	703	641	773		1036	863	5136			
Demand (Kg)	457	392	703	641	773	713	1036	863	14423	20000		

Dari Tabel VIII diperoleh uji optimalisasi total biaya transportasi pengirimina produk bulan Juli2021 dengan menggunakan metode *Stepping Stone* adalah:

$$\begin{aligned} Z &= (457 \times 256,84) + (392 \times 307,73) + (703 \times 153,86) + \\ &\quad (641 \times 374,19) + (773 \times 503,17) + (713 \times 2117,49) + \\ &\quad (1036 \times 2243,38) + (863 \times 3733,91) \\ &= 8.030.974 \end{aligned}$$

Jadi, setelah uji optimalisasi dengan metode *Stepping Stone* total biaya transportasi pengiriman produk bulan Juli 2021 adalah Rp. 8.030.974. Kemudian untuk mengecek perhitungan manual digunakan perhitungan dengan *Excel Solver* dan diperoleh total biaya transportasi sebesar Rp. 8.030.974

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah diperoleh biaya transportasi pengiriman produk dari gudang ke tempat tujuan pada bulan Juli 2021 di PT. Ciomas Adisatwa Padang dengan menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) adalah sebesar Rp. 8.677.365 kemudian dilanjutkan

dengan uji optimalisasi menggunakan metode *Stepping Stone* diperoleh biaya sebesar Rp. 8.030.974. Perusahaan dapat menghemat pengeluaran biaya transportasi sebesar 21% dari total biaya awal yaitu Rp. 10.283.417.

REFERENSI

- [1] Febrian, D. 2014. Analisis pelaksanaan distribusi penjualan produk percetakan buku (Kasus Kantor Perwakilan PT. Penerbit Erlanga di Pekanbaru). Jom FISIP Volume 1 No.2.
- [2] Heizer, J., Render, B. dan Munson, C., 2016. *Operations management: sustainability and supply chain management*. MTM.
- [3] Khan, A.R., Vilcu, A., Sultana, N. dan Ahmed, S.S. 2015. *Determination of Initial Basic Feasible Solution of A Transportation Problem: A TOCM-SUM Approach*. Buletinul Institutului Politehnic Din Iasi, Romania, Sectia Automatica si Calculatoare., 61(1), 39-49.
- [4] Kirca, Omer, dan Ahmet Satir. 1990. *A heuristic for obtaining and initial solution for the transportation problem*. Journal of the Operational Research Society., 41(9), 865-871.
- [5] Siswanto. 2007. *Operations Research*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Tjiptono, Fandy. 2008. *Strategi Pemasaran*. Edisi Ketiga. Andi. Yogyakarta.