

OPTIMALISASI BIAYA PENDISTRIBUSIAN KERAMIK MENGGUNAKAN *LEAST COST METHOD* DENGAN UJI OPTIMAL *MODIFIED DISTRIBUTION METHOD* (MODI) (STUDI KASUS: PT. INDAH BANGUNAN SEJATI PALU)

Andri¹, Resnawati^{2*}, dan Syahdi³

^{1,2,3}Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tadulako

Jalan Soekarno-Hatta Km. 09 Tondo, Palu 94118, Indonesia.

¹andri.math2007@gmail.com, ²r35n4w4t1@yahoo.com, ³syahdigalumpang@gmail.com

(*corresponded author)

ABSTRACT

PT. Indah Bangunan Sejati Palu is a company engaged in building materials. The company has 4 warehouses and serves the distribution of ceramics in Sulawesi Tengah, precisely in the city of Palu. The problems found in PT. Indah Bangunan Sejati Palu The cost of distributing ceramics requires a large amount of transportation costs and there is no planning for the distribution of ceramics, therefore proper planning is needed so that the distribution costs incurred can be minimized. The purpose of this study is to obtain optimal distribution costs using the least cost method with the optimal test using the Modified Distribution (MODI) method. The results showed that the optimal transportation cost was obtained at Rp 276,297,300. This amount is more efficient, namely Rp 3,002,400 or 1.1% of the company's transportation costs which is Rp 279,297,300.

Keywords : Least Cost Method, Modified Distribution Method, Transportation

ABSTRAK

PT. Indah Bangunan Sejati Palu merupakan perusahaan yang bergerak di bidang material bangunan. Perusahaan tersebut mempunyai 4 gudang dan melayani pendistribusian keramik yang berada di Sulawesi Tengah tepatnya di wilayah kota Palu. Permasalahan yang terdapat pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu ialah biaya pendistribusian keramik membutuhkan biaya transportasi yang tidak sedikit jumlahnya dan belum ada suatu perencanaan dalam pendistribusian keramik tersebut, maka dari itu diperlukan perencanaan yang tepat agar biaya distribusi yang dikeluarkan dapat diminimumkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan biaya pendistribusian yang optimal menggunakan metode *Least Cost* dengan uji optimal menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya transportasi optimal diperoleh sebesar Rp 276.297.300. jumlah ini lebih hemat yakni Rp 3.002.400 atau 1,1% dari biaya transportasi perusahaan sebesar Rp 279.297.300.

Kata kunci : Metode Least Cost, Metode Modified Distribution, Transportasi

I. PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu industri salah satunya yaitu komponen biaya, pemanfaatan biaya yang seminimal mungkin merupakan tujuan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal demi kelancaran suatu perusahaan dan proses pendistribusian merupakan salah satu kegiatan perusahaan yang erat kaitannya dengan meminimalkan suatu biaya [4]. Masalah yang sering ditemukan dalam proses pendistribusian yaitu masalah transportasi. Dengan memperkecil biaya transportasi yang ada diperlukan keputusan yang tepat dalam pengalokasian produk jika pengalokasian suatu produk telah optimal, maka akan tercapainya tujuan perusahaan yang ada yaitu mendapatkan keuntungan yang semaksimal mungkin dengan pengeluaran biaya yang seminimal mungkin [3].

Perusahaan distribusi merupakan suatu perusahaan yang membeli barang dari produsen (pembuat barang langsung) kemudian menjual kembali barang tersebut untuk memperoleh laba. PT. Indah Bangunan Sejati Palu merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang bahan material bangunan. Perusahaan tersebut mempunyai 4 gudang dan melayani pendistribusian keramik yang berada di Sulawesi Tengah tepatnya di wilayah kota Palu. Permasalahan yang terdapat pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu ialah biaya pendistribusian keramik membutuhkan biaya transportasi yang tidak sedikit jumlahnya dan belum ada suatu perencanaan dalam pendistribusian keramik tersebut, maka dari itu diperlukan perencanaan yang tepat agar biaya distribusi yang dikeluarkan dapat di minimumkan, sehingga pihak perusahaan mendapatkan keuntungan secara maksimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya distribusi tersebut ialah metode transportasi.

Metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa, karena terdapat perbedaan biaya-biaya alokasi dari satu sumber ketempat-tempat tujuan [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan total biaya pendistribusian keramik menggunakan metode *Least Cost* sebagai solusi awal dan metode *Modified Distribution* sebagai solusi optimal pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu.

II. METODE PENELITIAN

Metode *Least Cost* merupakan salah satu teknik solusi dalam transportasi. Metode ini didasarkan pada aturan atau pengalokasian normatif dari persediaan dan kebutuhan sumber dalam suatu matrik transportasi tanpa perhitungan besar besaran ekonomis. Metode *Least Cost* melakukan alokasi secara sistematis pada kotak – kotak berdasarkan biaya transportasi minimum. Langkah – langkah metode ini adalah dengan Memilih kotak dengan biaya transportasi (C_{ij}) terkecil kemudian alokasikan penawaran atau permintaan sebanyak mungkin. Untuk C_{ij} terkecil, $X_{ij} = \text{minimum} [S_i, T_j]$ yang akan menghabiskan baris i atau kolom j . Baris i atau kolom j yang telah dihabiskan akan

dihilangkan Kemudian dari sisa kotak yang ada (kotak yang tidak dihilangkan). Pilih lagi C_{ij} terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin pada baris i atau kolom j . Proses ini akan terus berlanjut sampai semua penawaran dan permintaan terpenuhi [1].

Metode *Modified Distribution* (MODI) mengubah pengalokasian produk dengan menggunakan indeks yang diperhalus berdasarkan nilai tiap baris dan tiap kolom untuk mendapatkan pengalokasian yang optimal. Langkah – langkah metode *Metode Modified Distribution (MODI)* adalah Menentukan solusi awal, Mengitung nilai R_i untuk tiap baris dan K_j untuk tiap kolom menggunakan rumus $R_i + K_j = C_{ij}$ berdasarkan sel yang terisi dengan asumsi awal $R_1 = 0$. Menghitung f_{ij} , yaitu semua nilai indeks perbaikan untuk setiap sel kosong menggunakan rumus $f_{ij} = R_i - K_j - C_{ij}$. Pilih sel kosong yang memiliki nilai f_{ij} negatif terbesar yang nantinya akan dilakukan perbaikan. Kemudian dialokasikan sesuai dengan jalur *stepping stone* pada sel yang dipilih dan Ulangi kembali mengitung nilai R_i dan K_j berdasarkan sel yang terisi dengan asumsi awal $R_1 = 0$ hingga nilai f_{ij} tidak ada lagi yang negatif [2].

Dalam penelitian ini tehnik yang digunakan dalam analisa data adalah merumuskan masalah optimalisasi biaya pendistribusian keramik dari 4 gudang atau sumber ke 15 toko atau tujuan. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Indah Bangunan Sejati Palu, selanjutnya dibuat Matriks transportasi bersesuaian dengan data yang digunakan dalam masalah transportasi. Kemudian dilakukan penerapan metode *Least Cost* untuk mendapatkan solusi awal. Selanjutnya menerapkan metode *Modified Distribution (MODI)* terhadap solusi awal untuk mendapatkan solusi optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Tabel ditampilkan secara jelas dengan judul berada di atas tabel sejajar Pendistribusian keramik di PT. Indah Bangunan Sejati Palu dilakukan melalui 4 gudang atau sumber. Data persediaan keramik untuk masing-masing sumber dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Kapasitas Gudang Data Persediaan Keramik di PT. Indah Bangunan Sejati Palu pada Tahun 2020

No	Nama Sumber	Alamat	Persediaan
1	Sumber 1 (S_1)	Jl. Adam Malik	20.940
2	Sumber 2 (S_2)	Jl. Yos Sudarso	8.675
3	Sumber 3 (S_3)	Jl. Dewi Sartika	8.165
4	Sumber 4 (S_4)	Jl. Togolele	47.235
Jumlah			85.015

(Sumber: PT. Indah Bangunan Sejati Palu)

Keempat sumber tersebut mendistribusikan keramik ke 15 toko bangunan di Kota Palu. Masing-masing sumber tersebut mendistribusikan keramik dengan biaya yang berbeda-beda. Adapun data permintaan keramik untuk masing-masing toko bangunan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Data Permintaan Keramik untuk masing-masing Toko Bangunan pada Tahun 2020

No	Nama Toko Bangunan (T)	Alamat	Persediaan
1	Toko Adil (T_1)	Jl. Basuki Rahmat	6.112
2	Toko Aneka Maju (T_2)	Jl. Dewi Sartika	6.078
3	Toko Perdana Bangunan (T_3)	Jl. Yos Sudarso	5.943
4	Toko Mulia (T_4)	Jl. RE Martadinata	5.878
5	Toko Sinar Logam (T_5)	Jl. Danau Poso	5.796
6	Toko Berkas Bangunan (T_6)	Jl. Tombolotutu	5.727
7	Toko Sumber Ria (T_7)	Jl. Soeprpto	5.717
8	Toko Usaha Jaya (T_8)	Jl. Raden Saleh	5.694
9	Toko Berkas Jaya Bangunan (T_9)	Jl. I Gusti Ngurah Rai	5.675
10	Toko Top Bangunan (T_{10})	Jl. S. Lariang	5.674
11	Toko Suandi (T_{11})	Jl. Touwa	5.420
12	Toko Mega Bangunan (T_{12})	Jl. Hang Tuah	5.372
13	Toko Bangunan Cahaya Maleo (T_{13})	Jl. Sisingamangaraja	5.332
14	Toko Bangunan Sahabuddin Abadi (T_{14})	Jl. Sis Aljufri	5.305
15	Toko Atap Indah (T_{15})	Jl. Kemiri	5.292
Jumlah			85.015

(Sumber: PT. Indah Bangunan Sejati Palu)

Dari ke 4 sumber tersebut mendistribusikan keramik ke 15 toko bangunan yang ada di kota Palu, dengan biaya transportasi yang berbeda-beda. Berikut data biaya transportasi pendistribusian keramik untuk tiap dos dari masing-masing sumber menuju masing-masing toko bangunan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 : Data Biaya Transportasi Tiap Dos Keramik dari masing – masing Sumber ke masing-masing Toko Bangunan (Rp)

Ke Dari	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_6	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
S_1	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250
S_2	3.500	3.500	2.100	2.500	3.200	2.250	2.250	2.250	3.750	2.800	3.800	2.300	2.500	2.800	2.800
S_3	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250
S_4	4.200	4.200	3.800	3.300	4.250	3.800	3.800	3.800	4.250	4.000	4.100	3.750	3.800	4.200	4.200

(sumber: PT. Indah Bangunan Sejati Palu)

Untuk memperoleh solusi awal dari masalah transportasi pendistribusian keramik di PT. Indah Bangunan Sejati Palu dengan menggunakan *Least Cost Method*. Selanjutnya untuk memperoleh solusi optimal pada masalah transportasi pendistribusian keramik menggunakan *Modified Distribution Method*. Tabel Matriks transportasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 : Tabel Matriks Transportasi

Ke Dari	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_6	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}	S_i
S_1	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	20.940
	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{110}	X_{111}	X_{112}	X_{113}	X_{114}	X_{115}	
S_2	3.500	3.500	2.100	2.500	3.200	2.250	2.250	2.250	3.750	2.800	3.800	2.300	2.500	2.800	2.800	8.675
	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{210}	X_{211}	X_{212}	X_{213}	X_{214}	X_{215}	
S_3	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	8.165
	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	X_{37}	X_{38}	X_{39}	X_{310}	X_{311}	X_{312}	X_{313}	X_{314}	X_{315}	
S_4	4.200	4.200	3.800	3.300	4.250	3.800	3.800	3.800	4.250	4.000	4.100	3.750	3.800	4.200	4.200	47.235
	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}	X_{46}	X_{47}	X_{48}	X_{49}	X_{410}	X_{411}	X_{412}	X_{413}	X_{414}	X_{415}	
T_j	6.112	6.078	5.943	5.878	5.796	5.727	5.717	5.694	5.675	5.674	5.420	5.372	5.332	5.305	5.292	85.015

Variabel keputusan X_{ij} dengan $i = 1, 2, 3, 4$ dan $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15$. Variabel tersebut menggambarkan pendistribusian sejumlah keramik dari sumber ke- i menuju ke toko bangunan ke- j . Kapasitas tiap-tiap sumber ditempatkan pada kolom persediaan (S_i). Sedangkan permintaan tiap-tiap toko bangunan di tempatkan pada baris permintaan (T_j). Sel kecil (dalam kotak) pada setiap elemen Matriks merupakan besar satuan biaya transportasi.

Dari tabel matriks transportasi diatas, untuk menentukan solusi awal data yang diperoleh di kelola dengan menggunakan metode *Least Cost*. Adapun matriks transportasi yang dibentuk setelah dilakukan langkah langkah untuk menentukan solusi awal sebagai berikut :

Tabel 5 : Tabel Solusi Awal Masalah Transportasi

Dari \ Ke	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_6	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}	S_i
S_1	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	20.940
	4.025	-	-	-	-	-	-	-	5.675	488	5.420	-	5.332	-	-	
S_2	3.500	3.500	2.100	2.500	3.200	2.250	2.250	2.250	3.750	2.800	3.800	2.300	2.500	2.800	2.800	8.675
	-	-	5.943					2.732	-	-	-	-	-	-	-	
S_3	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	8.165
	2.087	6.078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S_4	4.200	4.200	3.800	3.300	4.250	3.800	3.800	3.800	4.250	4.000	4.100	3.750	3.800	4.200	4.200	47.235
	-	-	-	5878	5.796	5.727	5.717	2.962	-	5.186	-	5.372	-	5.305	5.292	
T_j	6.112	6.078	5.943	5.878	5.796	5.727	5.717	5.694	5.675	5.674	5.420	5.372	5.332	5.305	5.292	85.015

Sehingga diperoleh total biaya transportasi sebesar :

$$\begin{aligned}
 Z &= 2.250X_{11} + 2.800X_{19} + 3.200X_{1,10} + 2.600X_{1,11} + 3.100X_{1,13} + 2.100X_{23} + 2.250X_{28} + \\
 & 2.250X_{31} + 2.200X_{32} + 3.300X_{44} + 4.250X_{45} + 3.800X_{46} + 3.800X_{47} + 3.800X_{48} + \\
 & 4.000X_{4,10} + 3.750X_{4,12} + 4.200X_{4,14} + 4.200X_{4,15} \\
 &= (2.250 \times 4.025) + (2.800 \times 5.675) + (3.200 \times 488) + (2.600 \times 5.420) + (3.100 \times 5.332) \\
 &+ (2.100 \times 5,943) + (2.250 \times 2.372) + (2.250 \times 2.087) + (2.200 \times 6.078) + (3.300 \times \\
 &5.878) + (4.250 \times 5.796) + (3.800 \times 5.727) + (3.800 \times 5.717) + (3.800 \times 2.962) + (4.000 \\
 &\times 5.186) + (3.750 \times 5.372) + (4.200 \times 5.305) + (4.200 \times 5.292) \\
 &= 277.993.300
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh solusi awal dengan metode *Least Cost*. Selanjutnya untuk menentukan solusi optimal digunakan metode *Modified Distribution*. Adapun langkah – langkah yang dilakukan dalam metode *Modified Distribution* yaitu menentukan jalur tertutup pada kotak – kotak kosong pada matriks transportasi solusi awal, kemudian setelah itu akan diberikan perubahan biaya pada jalur yang terpilih tersebut sebagai berikut:

1. Nilai indeks seluruh baris dan kolom diperoleh dengan menggunakan $R_i + K_j = C_{ij}$. Berdasarkan pada sel yang terisi.

Jika $R_1 = 0$

1. $R_1 + K_1 = 2.250$
 $0 + K_1 = 2.250$, maka $K_1 = 2.250$
2. $R_1 + K_2 = 2.200$
 $0 + K_2 = 2.200$, maka $K_2 = 2.200$
3. $R_1 + K_9 = 2.800$
 $0 + K_9 = 2.800$, maka $K_9 = 2.800$
4. $R_1 + K_{11} = 2.600$
 $0 + K_{11} = 2.600$, maka $K_{11} = 2.600$
5. $R_3 + K_2 = 2.200$
 $R_3 + 2.200 = 2.200$, maka $R_3 = 0$
6. $R_3 + K_5 = 3.250$
 $0 + K_5 = 3.250$, maka $K_5 = 3.250$
7. $R_3 + K_{15} = 3.250$
 $0 + K_5 = 3.250$, maka $K_{15} = 3.250$
8. $R_4 + K_{15} = 4.200$
 $R_4 + 3.250 = 4.200$, maka $R_4 = 950$
9. $R_4 + K_4 = 3.300$
 $950 + K_4 = 3.300$, maka $K_4 = 2.350$
10. $R_4 + K_6 = 3.800$
 $950 + K_6 = 3.800$, maka $K_6 = 2.850$
11. $R_4 + K_7 = 3.800$
 $950 + K_7 = 3.800$, maka $K_7 = 2.850$
12. $R_4 + K_8 = 3.800$
 $950 + K_8 = 3.800$, maka $K_8 = 2.850$
13. $R_4 + K_{10} = 4.000$
 $950 + K_{10} = 4.000$, maka $K_{10} = 3.050$
14. $R_4 + K_{12} = 3.750$
 $950 + K_{12} = 3.750$, maka $K_{12} = 2.800$
15. $R_4 + K_{13} = 3.800$
 $950 + K_{13} = 3.800$, maka $K_{13} = 2.850$
16. $R_4 + K_{14} = 4.200$
 $950 + K_{14} = 4.200$, maka $K_{14} = 3.250$
17. $R_2 + K_8 = 2.250$
 $R_2 + 2.850 = 2.250$, maka $R_2 = -600$
18. $R_2 + K_3 = 2.100$
 $-600 + K_3 = 2.100$, maka $K_3 = 2.700$

2. Menghitung besarnya nilai indeks perbaikan pada sel – sel kosong tersebut dengan menggunakan $I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$.

1. $I_{13} = C_{13} - R_1 - K_3 = 3.500 - 0 - 2.700 = 800$
2. $I_{14} = C_{14} - R_1 - K_4 = 4.100 - 0 - 2.350 = 1.750$
3. $I_{15} = C_{15} - R_1 - K_5 = 3.250 - 0 - 3.250 = 0$
4. $I_{16} = C_{16} - R_1 - K_6 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
22. $I_{213} = C_{213} - R_2 - K_{13} = 2.500 - (-600) - 2.850 = 250$
23. $I_{214} = C_{214} - R_2 - K_{14} = 2.800 - (-600) - 3.250 = 150$
24. $I_{215} = C_{215} - R_2 - K_{15} = 2.800 - (-600) - 3.250 = 150$
25. $I_{31} = C_{31} - R_3 - K_1 = 2.250 - 0 - 2.250 = 0$

5. $h_{17} = C_{17} - R_1 - K_7 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
6. $h_{18} = C_{18} - R_1 - K_8 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
7. $h_{10} = C_{110} - R_1 - K_{10} = 3.200 - 0 - 3.050 = 150$
8. $h_{12} = C_{112} - R_1 - K_{12} = 3.250 - 0 - 2.800 = 450$
9. $h_{13} = C_{113} - R_1 - K_{13} = 3.100 - 0 - 2.850 = 250$
10. $h_{14} = C_{114} - R_1 - K_{14} = 3.250 - 0 - 3.250 = 0$
11. $h_{15} = C_{115} - R_1 - K_{15} = 3.250 - 0 - 3.250 = 0$
12. $h_{21} = C_{21} - R_2 - K_1 = 3.500 - (-600) - 2.250 = 1.850$
13. $h_{22} = C_{22} - R_2 - K_2 = 3.500 - (-600) - 2.200 = 1.900$
14. $h_{24} = C_{24} - R_2 - K_4 = 2.500 - (-600) - 2.350 = 750$
15. $h_{25} = C_{25} - R_2 - K_5 = 3.200 - (-600) - 3.250 = 550$
16. $h_{26} = C_{26} - R_2 - K_6 = 2.250 - (-600) - 2.850 = 0$
17. $h_{27} = C_{27} - R_2 - K_7 = 2.250 - (-600) - 2.850 = 0$
18. $h_{29} = C_{29} - R_2 - K_9 = 3.750 - (-600) - 2.800 = 1.550$
19. $h_{210} = C_{210} - R_2 - K_{10} = 2.800 - (-600) - 3.050 = 350$
20. $h_{211} = C_{211} - R_2 - K_{11} = 3.800 - (-600) - 2.600 = 1.800$
21. $h_{212} = C_{212} - R_2 - K_{12} = 2.300 - (-600) - 2.800 = 100$
26. $h_{33} = C_{33} - R_3 - K_3 = 3.500 - 0 - 2.700 = 800$
27. $h_{34} = C_{34} - R_3 - K_4 = 4.100 - 0 - 2.350 = 1.750$
28. $h_{36} = C_{36} - R_3 - K_6 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
29. $h_{37} = C_{37} - R_3 - K_7 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
30. $h_{38} = C_{38} - R_3 - K_8 = 3.500 - 0 - 2.850 = 650$
31. $h_{39} = C_{39} - R_3 - K_9 = 2.800 - 0 - 2.800 = 0$
32. $h_{310} = C_{310} - R_3 - K_{10} = 3.200 - 0 - 3.050 = 150$
33. $h_{311} = C_{311} - R_3 - K_{11} = 2.600 - 0 - 2.600 = 0$
34. $h_{312} = C_{312} - R_3 - K_{12} = 3.250 - 0 - 2.800 = 450$
35. $h_{313} = C_{313} - R_3 - K_{13} = 3.100 - 0 - 2.850 = 250$
36. $h_{314} = C_{314} - R_3 - K_{14} = 3.250 - 0 - 3.250 = 0$
37. $h_{41} = C_{41} - R_4 - K_1 = 4.200 - 950 - 2.250 = 1000$
38. $h_{42} = C_{42} - R_4 - K_2 = 4.200 - 950 - 2.200 = 1050$
39. $h_{43} = C_{43} - R_4 - K_3 = 3.800 - 950 - 2.700 = 150$
40. $h_{45} = C_{45} - R_4 - K_5 = 4.250 - 950 - 3.250 = 50$
41. $h_{49} = C_{49} - R_4 - K_9 = 4.250 - 950 - 2.800 = 500$
42. $h_{411} = C_{411} - R_4 - K_{11} = 4.100 - 950 - 2.600 = 550$

Hasil dari indeks perbaikan di atas menyatakan bahwa tidak terdapat lagi nilai negatif pada iterasi ke 4. maka pemecahan masalah transportasi telah optimal sebagai berikut :

Tabel 6 : Tabel Solusi optimal Masalah Transportasi

Ke Dari	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₆	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	S _i
S ₁	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	20.940
	6.112	3.733	-	-	-	-	-	-	5.675		5.420	-	-	-	-	
S ₂	3.500	3.500	2.100	2.500	3.200	2.250	2.250	2.250	3.750	2.800	3.800	2.300	2.500	2.800	2.800	8.675
	-	-	5.943	-	-	-	-	2.732	-	-	-	-	-	-	-	
S ₃	2.250	2.200	3.500	4.100	3.250	3.500	3.500	3.500	2.800	3.200	2.600	3.250	3.100	3.250	3.250	8.165
		2.345	-	-	5.796	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	
S ₄	4.200	4.200	3.800	3.300	4.250	3.800	3.800	3.800	4.250	4.000	4.100	3.750	3.800	4.200	4.200	47.235
	-	-	-	5878	-	5.727	5.717	2.962	-	5.674	-	5.372	5.332	5.305	5.268	
T _j	6.112	6.078	5.943	5.878	5.796	5.727	5.717	5.694	5.675	5.674	5.420	5.372	5.332	5.305	5.292	85.015

Sehingga diperoleh total biaya transportasi sebesar :

$$\begin{aligned}
 Z &= 2.250X_{11} + 2.200X_{12} + 2.800X_{19} + 2.600X_{1.11} + 2.100X_{23} + 2.250X_{28} + 2.200X_{32} + \\
 &\quad 3.250X_{35} + 3.250X_{315} + + 3.300X_{44} + 3.800X_{46} + 3.800X_{47} + 3.800X_{48} + 4.000X_{410} + \\
 &\quad 3.750X_{412} + 3.800X_{413} + 4.200X_{414} + 4.200X_{415} \\
 &= (2.250 \times 6.112) + (2.200 \times 3.733) + (2.800 \times 5.675) + (2.600 \times 5.420) + (2.100 \times 5.943) \\
 &\quad + (2.250 \times 2.732) + (2.200 \times 2.345) + (3.250 \times 5.796) + (3.250 \times 24) + (3.300 \times 5.878) \\
 &\quad + (3.800 \times 5.727) + (3.800 \times 5.717) + (3.800 \times 2.962) + (4.000 \times 5.674) + (3.750 \times \\
 &\quad 5.372) + (3.800 \times 5.332) + (4.200 \times 5.305) + (4.200 \times 5.268) \\
 &= 276.297.300
 \end{aligned}$$

3.2. Pembahasan

Biaya pendistribusian keramik di PT. Indah Bangunan Sejati Palu pada tahun 2020 yaitu sebesar Rp 279.299.700. Untuk mengoptimalkan biaya pendistribusian keramik di PT. Indah Bangunan Sejati Palu, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode transportasi. Perhitungan diawali dengan mencari solusi awal menggunakan metode *Least Cost*. Selanjutnya dilakukan uji optimal menggunakan metode *Modified Distribution* terhadap solusi awal yang diperoleh. Untuk menghitung solusi awal menggunakan metode *Least Cost* diperoleh hasil sebesar Rp 277.993.300. Selanjutnya hasil optimum diperoleh dengan menggunakan metode *Modified Distribution* terhadap solusi awal metode *Least Cost* yang diperoleh pada iterasi ke empat dengan biaya pendistribusian yaitu sebesar Rp 276.297.300. Terjadi perbedaan biaya sebesar Rp 3.002.400 atau terjadi penghematan sebesar 1,1% dari biaya distribusi awal, dikarenakan adanya perubahan alokasi pendistribusian keramik dari sebelum menggunakan metode transportasi dan setelah menggunakan metode transportasi.

Alokasi pendistribusian keramik pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu menggunakan Metode *Least Cost* dengan uji optimal Metode *Modified Distribution* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 : Alokasi Pendistribusian Keramik menggunakan Metode *Least Cost* dengan Uji Optimal Metode MODI

Jalur Distribusi		Biaya per dos	Jumlah barang (dos)	Biaya Transportasi
Dari	Ke			
Sumber 1	Toko Adil	2.250	6.112	Rp 13.752.000
	Toko Aneka Maju	2.200	3.733	Rp 8.212.600
	Toko Berkat Jaya Bangunan	2.800	5.675	Rp 15.890.000
	Toko Suandi	2.600	5.420	Rp 14.092.000
Sumber 2	Toko Perdana Bangunan	2.100	5.943	Rp 12.480.300
	Toko Usaha Jaya	2.250	2.732	Rp 6.147.000
Sumber 3	Toko Aneka Maju	2.200	2.345	Rp 5.159.000
	Toko Sinar Logam	3.250	5.796	Rp 18.837.000
	Toko Atap Indah	3.250	24	Rp 78.000
Sumber 4	Toko Mulia	3.300	5.878	Rp 19.397.400
	Toko Berkat Bangunan	3.800	5.727	Rp 21.762.600
	Toko Sumber Ria	3.800	5.717	Rp 21.724.600
	Toko Usaha Jaya	3.800	2.962	Rp 11.255.600
	Toko Top Bangunan	4.000	5.674	Rp 22.696.000
	Toko Megah Bangunan	3.750	5.372	Rp 20.145.000
	Toko Bangunan Cahaya Maleo	3.800	5.332	Rp 20.261.600
	Toko Bangunan Sahabuddin Abadi	4.200	5.305	Rp 22.281.000
Toko Atap Indah	4.200	5.268	Rp 22.125.600	
Jumlah				Rp 276.297.300

Pada Tabel 7 diperoleh bahwa pendistribusian keramik akan lebih optimum jika alokasi pendistribusian keramik dari sumber 1 mengirim ke empat toko bangunan yaitu Toko Adil (T_1), Toko Aneka Maju (T_2), Toko Berkat Jaya Bangunan (T_9) dan Toko Suandi (T_{11}) dengan jumlah permintaan sebanyak 20.940 dos yang disesuaikan dengan jumlah persediaan sumber 1. Sumber 2 mengirim ke dua toko bangunan yaitu Toko Perdana Bangunan (T_3) dan Toko Usaha Jaya (T_8) dengan jumlah permintaan sebanyak 8.765 dos yang disesuaikan dengan jumlah persediaan sumber 2. Sumber 3 mengirim ke tiga toko bangunan yaitu Toko Aneka Maju (T_2), Toko Sinar Logam (T_5) dan Toko Atap Indah (T_{15}) dengan jumlah permintaan sebanyak 8.165 dos yang disesuaikan dengan jumlah persediaan sumber 3. Sumber 4 mengirim ke sembilan toko bangunan yaitu Toko Mulia (T_4), Toko Berkat Bangunan (T_6), Toko Sumber Ria (T_7), Toko

Usaha Jaya (T_8), Toko Top Bangunan (T_{10}) Toko Mega Bangunan (T_{12}), Toko Bangunan Cahaya Maleo (T_{13}), Toko Bangunan Sahabuddin Abadi (T_{14}) dan Toko Atap Indah (T_{15}) dengan jumlah permintaan sebanyak 47.235 dos yang disesuaikan dengan jumlah persediaan sumber 4. Sehingga seluruh permintaan dari lima belas toko bangunan telah terpenuhi dan selesainya langkah – langkah untuk memperoleh biaya optimal pada pendistribusian keramik PT. Indah Bangunan Sejati Palu.

IV. KESIMPULAN

Biaya transportasi pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu pada tahun 2020 sebelum dilakukan pengoptimalan adalah sebesar Rp 279.299.700. Setelah dilakukan pengoptimalan menggunakan metode *Least Cost* sebagai solusi awal dan metode *Modified Distribution* (MODI) sebagai solusi optimal maka di peroleh biaya pendistribusian yang optimal sebesar Rp 276.297.300 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 3.002.400 pada PT. Indah Bangunan Sejati Palu pada tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Afandi dan Azwar D. (2018). "Perbandingan Metode Least Cost – Modi dan Metode Least Cost – Stepping Stone pada Pengoptimalan Distribusi Barang." Dalam Analisis Kesadaran Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metode Titrimetri di PT. Sucofindo Daerah Provinsi Sumatra Utara.
- [2]. Alfianti, Windu, Reni Kurnia, Rizka Oktaviani, dan Muchammad Fauzi. (2021). "Penerapan Metode Modified Distribution (Modi) untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan." *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 2(2), 166–179. doi: 10.46306/lb.v2i2.66.
- [3]. Ardhyani, I. W. (2017). "Mengoptimalkan Biaya Distribusi Pakan Ternak dengan Menggunakan Metode Transportasi (Studi Kasus di PT. X Krian)." *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 95–100. <https://e-journal.umaha.ac.id/index.php/teknika/article/view/128>.
- [4]. Babu, M. A., Tabassum, J., dan Hassan, M. N. (2016). "A Heuristic on Risk Management System in Goods Transportation Model Using Multi-Optimality by Modi Method." *Open Journal of Applied Sciences*, 6(8), 539–551. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2016.68054>.
- [5]. Handayani, Siti. (2020). "Optimalisasi Biaya Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Metode Stepping Stone." Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatra Utara, Medan.