

ANALISIS BIAYA PENGIRIMAN PRODUK ESKRIM PADA PT INDOLAKTO BANDUNG DENGAN METODE *LEAST COST* DAN MODI (*MODIFIED DISTRIBUTION*)

Faris Faikar Hakim, Melia Eka Lestiani

*Universitas Logistik dan Bisnis International farisfaikarhakim@gmail.com dan
mlestiani05@gmail.com*

ABSTRAK

Biaya pengiriman merupakan faktor penting dalam bisnis pengiriman barang dan harus diperhatikan oleh perusahaan agar dapat mempengaruhi keuntungan dan kompetitifitas mereka. PT Indolakto adalah perusahaan pengolahan produk susu yang berfokus pada pemenuhan permintaan produk-produk PT Indofood Group di Kota Bandung, salah satu produknya adalah produk eskrim bulk 8liter yang dikirimkan langsung dari gudang ke beberapa tujuan di daerah Bandung dan sekitarnya. Dalam biaya pengirimannya, PT Indolakto Bandung mengalami peningkatan biaya pengiriman dibandingkan dengan bulan lalu. Pada bulan Juli, total biaya pengiriman yang perusahaan keluarkan adalah Rp207.079.200 sedangkan pada bulan Agustus, total biaya pengiriman yang perusahaan keluarkan adalah Rp262.788.200 Banyaknya permintaan untuk produk ember eskrim 8liter dalam sehari yang mencapai 1000 permintaan perhari pada bulan Agustus adalah salah satu alasan biaya pengiriman meningkat. Dikarenakan hal tersebut, dibutuhkan suatu cara agar dapat mengoptimalkan biaya pengiriman dengan selalu memperhatikan biaya- biaya yang kemungkinan menyebabkan kenaikan pada biaya pengiriman tersebut. Kemudian dibutuhkan juga suatu perencanaan dan Teknik perhitungan yang matang supaya biaya pengiriman yang dikeluarkan bisa seminimum mungkin. Untuk memecahkan masalah tersebut, penelitian ini menggunakan metode Least Cost dan MODI (Modified Distribution) untuk menentukan jalur pengiriman yang paling efisien dan mengoptimalkan biaya pengiriman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa biaya pengiriman berhasil dikurangi dari Rp 262.800.000. menjadi Rp 258.891.000 per bulan. Dari hasil perhitungan, ditemukan bahwa pengiriman produk eskrim lebih baik dilakukan hanya dari gudang Margahayu untuk daerah Bandung Timur 1, Bandung Timur 2, Bandung Selatan, dan Sumedang. Sedangkan untuk daerah Bandung Barat 2, pengiriman lebih baik dilakukan hanya dari gudang Regol. Penelitian ini memberikan hasil yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan bagi PT Indolakto Bandung dalam mengoptimalkan biaya pengiriman produk eskrim.

Kata Kunci : Least Cost, Modified Distribution. Biaya Pengiriman,,Eskrim

1. PENDAHULUAN

Biaya pengiriman adalah salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam bisnis pengiriman barang. Biaya pengiriman terdiri dari berbagai jenis biaya seperti biaya pengangkutan, biaya handling, biaya asuransi, biaya pajak dan biaya lain-lain. Setiap perusahaan pengiriman barang memiliki biaya pengiriman yang

berbeda-beda tergantung pada metode pengiriman, jarak pengiriman, berat barang, dan lain-lain. Optimalisasi biaya pengiriman sangat penting bagi perusahaan karena dapat mempengaruhi keuntungan dan kompetitifitas mereka. Dalam hal ini, perusahaan harus menemukan cara untuk mengurangi biaya pengiriman tanpa mengorbankan kualitas pelayanan.

Biaya pengiriman sangat penting bagi perusahaan karena mempengaruhi keuntungan dan kompetitifitas mereka. Biaya pengiriman yang tinggi dapat mempengaruhi harga jual produk dan mengurangi profitabilitas perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan harus memastikan bahwa biaya pengiriman mereka serendah mungkin agar dapat bersaing dengan perusahaan lain. PT Indolakto adalah anak perusahaan dari PT Indofood Group yang memiliki focus utama dalam pengolahan produk berbahan baku susu. Produk-produk hasil olahan susu yang dihasilkan oleh PT Indofood Group seperti susu, mentega, yoghurt, susu kental manis, susu bubuk sampai es krim. PT Indolakto Bandung berfokus pada pemenuhan permintaan produk- produk PT Indofood khususnya di Kota Bandung.

Salah satu produk dari PT Indolakto adalah produk bulk eskrim 8liter dengan berbagai varian rasa. Penggunaan eskrim bulk 8ltr khususnya di Kota Bandung biasanya dipakai untuk industry café, coffeshop ataupun restoran sebagai bahan dasar untuk produk minuman pada tempat-tempat tersebut. Dalam operasional pengiriman produknya, Permasalahan transportasi kerap terjadi ketika perusahaan mencoba menentukan suatu cara agar pengiriman barang mereka kebeberapa tempat dapat diminimumkan untuk biaya pengirimannya. Dari segi biaya pengiriman, PT Indolakto Bandung mengalami peningkatan biaya pengiriman dibandingkan dengan bulan lalu. Pada bulan Juli, total biaya pengiriman yang perusahaan keluarkan adalah Rp207.079.200 sedangkan pada bulan Agustus, total biaya pengiriman yang perusahaan keluarkan adalah Rp262.788.200.

Maka dari itu dibutuhkan juga suatu perencanaan dan Teknik perhitungan yang matang supaya biaya pengiriman yang dikeluarkan bisa seminimum mungkin. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan analisis untuk pengoptimalan biaya pengiriman menggunakan metode *Least Cost* dan *Modified Distribution (MODI)*.

2. Studi Pustaka

2.1 METODE TRANSPORTASI

Metode transportasi merupakan suatu teknik/metode yang digunakan untuk mencari cara yang termurah untuk mengirim barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan. Titik asal (sumber) dapat berupa pabrik, gudang, atau titik lain dari barang-barang dikirimkan. Tujuan adalah titik titik yang menerima barang. (Jay Heizer 2004).

Untuk menggunakan model transportasi, kita harus mengetahui hal-hal berikut :

1. Titik asal dan kapasitas atau pasokan pada setiap periode
2. Titik tujuan dan permintaan pada setiap periode
3. Biaya pengiriman satu unit dari setiap titik asal ke setiap titik tujuan

Metode transportasi yang memiliki dua solusi, solusi awal dan solusi optimum, digunakan untuk mencari solusi terbaik untuk masalah pengiriman produk atau barang. Pada penelitian ini solusi awal yang digunakan adalah metode *Least Cost* dan solusi optimum menggunakan *Modified Distribution* (MODI).

Berikut langkah-langkah solusi awal menggunakan metode *Least Cost* :

- a. Mengalokasikan sejumlah komoditas setinggi mungkin pada sel yang mempunyai biaya unit terkecil dalam keseluruhan table. Jika ada beberapa sel yang memiliki biaya unit terkecil yang sama maka di pilih secara acak.
- b. Pemberian tanda silang (X) untuk baris atau kolom yang telah terpenuhi.
- c. Setelah sudah melakukan penyesuaian penawaran dan permintaan untuk semua baris dan kolom yang belum diberi tanda silang, maka proses yang pertama akan diulang secara terus menerus sampai semua sel yang belum disilang dapat diberikan alokasi setinggi mungkin mulai dari sel yang terkecil.

Setelah sudah didapatkan tabel solusi awal, maka perhitungan dilanjutkan dengan solusi optimum menggunakan *Modified Distribution*. Berikut Langkah-langkah solusi menggunakan *Modified Distribution*:

- a. Menghitung nilai indeks pada masing-masing baris dan kolom, dengan menggunakan rumus $R_i + K_j = C_{ij}$, dimana R_i merupakan nilai indeks pada baris i , K_j merupakan nilai indeks pada kolom j , dan C_{ij} adalah biaya distribusi dari sumber i ke tujuan j , pemberian nilai indeks ini harus berdasarkan pada sel yang telah terisi atau digunakan. Sebagai alat bantu untuk memulai pencarian nilai indeks, maka nilai baris pertama (R_i) ditetapkan sama dengan nol.
- b. Menggunakan rumus ($R_i + K_j = C_{ij}$) untuk memperoleh nilai indeks seluruh baris dan kolom.
- c. Mencari sel-sel yang kosong atau sel yang belum terisi.
- d. Menghitung besarnya nilai pada sel-sel kosong tersebut dengan menggunakan rumus $L_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$
- e. Apabila nilai sel-sel kosong tersebut keseluruhan bernilai positif berarti proses tersebut telah menghasilkan biaya distribusi minimum (solusi optimum telah diperoleh).
- f. Apabila masih terdapat nilai negatif berarti masih terdapat penghematan biaya, maka dilakukan proses eksekusi terhadap sel yang memiliki angka negatif (pilih negatif terbesar apabila terdapat lebih dari satu nilai negatif).
- g. Melakukan pengalokasian dengan cara menghitung biaya, sel yang kosong diberi tanda positif selanjutnya negatif, positif, negatif dan seterusnya. Kemudian lihat isi tabel tersebut, tambahkan dan kurangkan dengan isi sel negatif tekecil pada seluruh sel.
- h. Melakukan langkah (a) sampai semua nilai sel (L_{ij}) kosong dan tidak ada yang bernilai negatif.
- i. Setelah semua sel kosong dan sudah tidak ada yang bernilai negatif maka selanjutnya dilakukan, yaitu menghitung total biaya minimum distribusi.
- j. Setelah menggunakan persamaan diatas akan diperoleh hasil biaya optimalnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kapasitas Gudang

Berikut ini adalah kapasitas kedua gudang PT Indolakto Bandung yang berada di Margahayu dan Regol. Data ini diambil pada bulan Agustus 2022.

Tabel 1 Kapasitas Gudang

Gudang	Kapasitas (Ember)
Margahayu	11.382
Regol	9188
Jumlah	20.570

Dari kapasitas tersebut, PT Indolakto pada bulan Agustus 2022 memiliki jumlah permintaan sebanyak 20.570 ember eskrim dalam satu bulan. Berikut adalah rincian permintaan produk eskrim per hari per tujuan:

Table 2 Permintaan Produk Eskrim

Tujuan Sumber	BB1	SMD	PWKRT	KB	BB2	SB	C	BT2	BT1	BS	Kapasitas Pabrik
Regol	693	573	1049	782	884	1088	1226	1034	1011	847	9188
Margahayu	1040	860	859	640	1081	725	1839	1551	1517	1271	11382
Permintaan	1733	1433	1908	1422	1965	1813	3065	2585	2528	2118	20570

Keterangan:

1. BB1: Bandung Barat 1
2. SMD: Sumedang
3. P: Purwakarta
4. KB : Kodya Bandung
5. BB2 : Bandung Barat 2
6. SB : Subang
7. C : Cimahi
8. BT2 : Bandung Timur 2
9. BT1 : Bandung Timur 1
10. BS : Bandung Selatan

3. 2. Biaya Pengiriman

Berdasarkan pengumpulan data yang didapat dari perusahaan, berikut merupakan biaya pengiriman per tujuan untuk bulan Agustus 2022 pada PT Indolakto Bandung.

Tabel 3 Biaya Pengiriman

Sumber	Tujuan	Jumlah Pengiriman	Biaya Kirim	Biaya Total
Margahayu	Bandung Barat 1	20	Rp639.563	Rp12.791.250
	Bandung Barat 2	20	Rp663.563	Rp13.271.250
	Kodya Bandung	20	Rp629.963	Rp12.599.250
	Bandung Timur 1	20	Rp635.563	Rp12.711.250
	Bandung Timur 2	20	Rp655.563	Rp13.111.250
	Bandung Selatan	20	Rp644.363	Rp12.887.250
	Cimahi	20	Rp634.763	Rp12.695.250
	Subang	20	Rp720.363	Rp14.407.250
	Purwakarta	20	Rp669.963	Rp13.399.250
	Sumedang	20	Rp669.963	Rp13.399.250
Regol	Bandung Barat 1	20	Rp637.163	Rp12.743.250
	Bandung Barat 2	20	Rp670.763	Rp13.415.250
	Kodya Bandung	20	Rp626.123	Rp12.522.450
	Bandung Timur 1	20	Rp631.563	Rp12.631.250
	Bandung Timur 2	20	Rp653.163	Rp13.063.250
	Bandung Selatan	20	Rp650.763	Rp13.015.250
	Cimahi	20	Rp632.363	Rp12.647.250
	Subang	20	Rp729.963	Rp14.599.250
	Purwakarta	20	Rp678.763	Rp13.575.250
	Sumedang	20	Rp665.163	Rp13.303.250
TOTAL				Rp262.788.200

Setelah didapatkan data biaya pengiriman perbulan, selanjutnya adalah mencari biaya

pengiriman per tujuan per unit dengan menggunakan rumus :

$$Biaya\ Perunit\ (Cij) = \frac{Biaya\ Pengiriman\ Perbulan}{Permintaan\ Perbulan}$$

Dari perhitungan tersebut, didapatkan biaya pengiriman per tujuan per unit (*Cij*)
untuk semua tujuan pengiriman

Tabel 4 *Cij* Per Tujuan

Sumber	Tujuan	Permintaan Perbulan	Biaya perbulan	<i>Cij</i>
Margahayu	Bandung Barat 1	1040	Rp12.791.250	Rp12.300
	Bandung Barat 2	1081	Rp13.271.250	Rp12.300
	Kodya Bandung	640	Rp12.599.250	Rp19.700
	Bandung Timur 1	1517	Rp12.711.250	Rp8.400
	Bandung Timur 2	1551	Rp13.111.250	Rp8.500
	Bandung Selatan	1271	Rp12.887.250	Rp10.200
	Cimahi	1839	Rp12.695.250	Rp7.000
	Subang	725	Rp14.407.250	Rp19.900
	Purwakarta	859	Rp13.399.250	Rp15.600
	Sumedang	860	Rp13.399.250	Rp15.600
Regol	Bandung Barat 1	693	Rp12.743.250	Rp18.400
	Bandung Barat 2	884	Rp13.415.250	Rp15.200
	Kodya Bandung	782	Rp12.522.450	Rp16.100
	Bandung Timur 1	1011	Rp12.631.250	Rp12.500
	Bandung Timur 2	1034	Rp13.063.250	Rp12.700
	Bandung Selatan	847	Rp13.015.250	Rp15.400
	Cimahi	1226	Rp12.647.250	Rp10.400
	Subang	1088	Rp14.599.250	Rp13.500
	Purwakarta	1049	Rp13.575.250	Rp13.000
	Sumedang	573	Rp13.303.250	Rp23.300
TOTAL				Rp280.000

3. 3. Metode *Least Cost*

Metode Least Cost adalah metode yang membuat alokasi berdasarkan kepada biaya yang terendah (Jay Heizer 2004). Metode ini memiliki prinsip yang tidak jauh berbeda dengan metode solusi awal yang lain seperti metode *north-west corner*, hanya perbedaan kedua metode ini adalah jika metode *least cost* pengisian tidak dilakukan dari sisi barat laut, tetapi dari sel yang biaya pengirimannya terendah. Pada sel itu kita isi dengan barang sebanyak mungkin. Jika ada beberapa sel yang biaya terendahnya sama, maka dipilih secara acak. Hasil pengolahan data menggunakan *Least Cost* tampak pada tabel 5.

Formulasi model transportasi untuk permasalahan ini adalah sebagai berikut:

Minimumkan:

$$Z = \text{Rp}10.544X_{11} + \text{Rp}9.648X_{12} + \text{Rp}10.424X_{13} + \text{Rp}7.183X_{14} + \text{Rp}7.246X_{15} + \text{Rp}10.141X_{16} + \text{Rp}6.903X_{17} + \text{Rp}19.867X_{18} + \text{Rp}10.032X_{19} + \text{Rp}13.358X_{20} + \text{Rp}1.209X_{21} + \text{Rp}22.757X_{22} + \text{Rp}58.708X_{23} + \text{Rp}16.655X_{24} + \text{Rp}16.845X_{25} + \text{Rp}15.363X_{26} + \text{Rp}10.316X_{27} + \text{Rp}13.421X_{28} + \text{Rp}23.716X_{29} + \text{Rp}30.945X_{30}$$

Alokasi sebanyak mungkin ke sel fisibel dengan biaya pengiriman yang paling kecil dan sesuaikan dengan kebutuhan. Sel awal yang diisi adalah Cimahi lalu ke sel Bandung Timur 1 lanjut ke Bandung Timur 2, Bandung Selatan, Bandung Barat 2, Bandung Barat 1, Purwakarta, Subang, Kodya Bandung, Lalu Terakhir Sumedang. Hasil Akhir tampak pada Tabel 6.

Table 5 Matriks Awal Transportasi

Tujuan												
Sumber		BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Margahayu		Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	11382
		X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X110	
Regol		Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	9188
		X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X220	
Permintaan		1733	1433	1908	1422	1965	1813	3065	2585	2528	2118	20570

Table 6 Hasil Akhir *Least Cost*

Tujuan												
Sumber		BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Margahayu		Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
		1684	1433	X13	1422	1965	1813	3065	X18	X19	X110	
Regol		Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
		49	X22	1908	X24	X25	X26	X27	2585	2528	2118	
Permintaan		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4 Metode *Modified Distribution* (MODI)

Untuk menghasilkan total biaya pengiriman yang lebih optimum pada PT Indolakto Bandung, Maka digunakan metode MODI (*Modified Distribution*) dengan basis matriks menggunakan basis matriks dari metode *least cost*. Tabel awal Modi tampak pada Tabel 7.

$$\begin{array}{lll}
 R1 + K1 = C11 \longrightarrow & 0 + K1 = \text{Rp}12.300 & \longrightarrow K1 = \text{Rp}12.300 \\
 R1 + K2 = C12 \longrightarrow & 0 + K2 = \text{Rp}12.300 & \longrightarrow K2 = \text{Rp}12.300 \\
 R1 + K4 = C14 \longrightarrow & 0 + K4 = \text{Rp}8.400 & \longrightarrow K4 = \text{Rp}8.400 \\
 R1 + K5 = C15 \longrightarrow & 0 + K5 = \text{Rp}8.500 & \longrightarrow K5 = \text{Rp}8.500 \\
 R1 + K6 = C16 \longrightarrow & 0 + K6 = \text{Rp}10.200 & \longrightarrow K6 = \text{Rp}10.200 \\
 R1 + K7 = C17 \longrightarrow & 0 + K7 = \text{Rp}7000 & \longrightarrow K7 = \text{Rp}7000 \\
 R2 + K1 = C21 \longrightarrow & R2 + \text{Rp}12.300 = \text{Rp}18.400 & \longrightarrow R2 = \text{Rp}6.100 \\
 R2 + K3 = C23 \longrightarrow & \text{Rp}6.100 + K3 = \text{Rp}16.100 & \longrightarrow K3 = \text{Rp}10.000 \\
 R2 + K8 = C28 \longrightarrow & \text{Rp}6.100 + K8 = \text{Rp}13.500 & \longrightarrow K8 = \text{Rp}7.400 \\
 R2 + K9 = C29 \longrightarrow & \text{Rp}6.100 + K9 = \text{Rp}13.000 & \longrightarrow K9 = \text{Rp}6.900 \\
 R2 + K10 = C210 \longrightarrow & \text{Rp}6.100 + K10 = \text{Rp}23.300 & \longrightarrow K10 = \text{Rp}17.200
 \end{array}$$

Setelah mengaplikasikan rumus diatas, dapat diperoleh hasil yang tampak pada Tabel 8.

Table 7 Tabel Awal Modi

Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapabilitas
Sumber	K1=	K2 =	K3 =	K4 =	K5 =	K6 =	K7 =	K8 =	K9 =	K10 =	
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
R1= 0	1684	1433	X13	1422	1965	1813	3065	X18	X19	X110	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2= ?	49	X22	1908	X24	X25	X26	X27	2585	2528	2118	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 8 Tabel Matriks Solusi Optimum

Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapabilitas
Sumber	K1=	K2 =	K3 =	K4 =	K5 =	K6 =	K7 =	K8 =	K9 =	K10 =	
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp10.000	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7000	Rp7.400	Rp6.900	=Rp17.200	0
R1= Rp0	1684	1433	X13	1422	1965	1813	3065	X18	X19	X110	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2= Rp6.100	49	X22	1908	X24	X25	X26	X27	2585	2528	2118	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Selanjutnya menghitung nilai indeks perbaikan dengan rumus ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$).

Table 9 Indeks Perbaikan

Sel	$C_{ij} - R_i - K_j$
X13	Rp9.700
X18	Rp12.500
X19	Rp8.700
X110	-Rp1.600
X22	-Rp3.200
X24	-Rp2.000
X25	-Rp1.900
X26	-Rp900
X27	-Rp2.700

Dikarenakan masih ada nilai yang bernilai negatif, maka tabel harus dihitung kembali sampai semua nilai bernilai positif. Dalam kasus ini, sel yang bertanda negatif dan memiliki jumlah yang terbesar adalah sel X22. Yang berarti sel pertama yang harus diisi adalah sel X22.

Solusi Optimal Modi											
Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Sumber	K1= Rp12.300	K2 = Rp9.100	K3 = Rp19.700	K4 = Rp8.400	K5 = Rp8.500	K6 = Rp10.200	K7 = Rp7000	K8 = Rp7.400	K9 = Rp6.900	K10 = Rp17.200	
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
R1 = Rp0	1684	0	1433	1422	1965	1813	3065	X18	X19	X110	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2 =Rp6.100	49	1433	475	X24	X25	X26	X27	2585	2528	2118	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 20 Itresi 1

$$\begin{array}{llll}
 R1 + K1 = C11 & \rightarrow & 0 + K1 = \text{Rp}12.300 & \rightarrow & K1 = \text{Rp}12.300 \\
 R1 + K3 = C13 & \rightarrow & 0 + K3 = \text{Rp}19.700 & \rightarrow & K3 = \text{Rp}19.700 \\
 R1 + K4 = C14 & \rightarrow & 0 + K4 = \text{Rp}8.400 & \rightarrow & K4 = \text{Rp}8.400 \\
 R1 + K5 = C15 & \rightarrow & 0 + K5 = \text{Rp}8.500 & \rightarrow & K4 = \text{Rp}8.500 \\
 R1 + K6 = C16 & \rightarrow & 0 + K6 = \text{Rp}10.200 & \rightarrow & K6 = \text{Rp}10.200 \\
 R1 + K7 = C17 & \rightarrow & 0 + K7 = \text{Rp}7000 & \rightarrow & K7 = \text{Rp}7000 \\
 R2 + K1 = C21 & \rightarrow & R2 + \text{Rp}12.300 = \text{Rp}18.400 & \rightarrow & R2 = \text{Rp}6.100 \\
 R2 + K2 = C22 & \rightarrow & \text{Rp}6.100 + K2 = \text{Rp}15.200 & \rightarrow & K2 = \text{Rp}9.100 \\
 R2 + K8 = C28 & \rightarrow & \text{Rp}6.100 + K8 = \text{Rp}13.500 & \rightarrow & K8 = \text{Rp}7.400 \\
 R2 + K9 = C29 & \rightarrow & \text{Rp}6.100 + K9 = \text{Rp}13.000 & \rightarrow & K9 = \text{Rp}6.900 \\
 R2 + K10 = C210 & \rightarrow & \text{Rp}6.100 + K10 = \text{Rp}23.300 & \rightarrow & K10 = \text{Rp}17.200
 \end{array}$$

Selanjutnya menghitung nilai indeks perbaikan dengan rumus ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$).

Table 11 Indeks Perbaikan Iterasi 1

No	Sel	$C_{ij} - R_i - K_j$
1	X12	Rp3.200
2	X18	Rp12.500
3	X19	Rp8.700
4	X110	-Rp1.600
5	X24	-Rp2.000
6	X25	-Rp1.900
7	X26	-Rp900
8	X27	-Rp2.700

Dikarenakan masih ada nilai yang bernilai negatif, maka tabel harus dihitung kembali sampai semua nilai bernilai positif. Dalam kasus ini, sel yang bertanda negatif dan memiliki jumlah yang terbesar adalah sel X27. Yang berarti sel selanjutnya yang harus diisi adalah sel X27.

Tabel 12 Iterasi 2

Solusi Optimal Modi											
Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Sumber	K1=	K2	=K3	=K4	=K5	=K6	=K7	=K8	=K9	=K10	
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
R1= Rp0	1684	0	1433	1422	1965	1813	480	2585	X19	X110	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2 = Rp3.400	49	1433	475	X24	X25	X26	2585	X28	2528	2118	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$\begin{aligned}
 R1 + K1 = C11 &\rightarrow 0 + K1 = \text{Rp}12.300 &\rightarrow K1 = \text{Rp}12.300 \\
 R1 + K3 = C13 &\rightarrow 0 + K3 = \text{Rp}19.700 &\rightarrow K3 = \text{Rp}19.700 \\
 R1 + K4 = C14 &\rightarrow 0 + K4 = \text{Rp}8.400 &\rightarrow K4 = \text{Rp}8.400 \\
 R1 + K5 = C15 &\rightarrow 0 + K5 = \text{Rp}8.500 &\rightarrow K5 = \text{Rp}8.500 \\
 R1 + K6 = C16 &\rightarrow 0 + K6 = \text{Rp}10.200 &\rightarrow K6 = \text{Rp}10.200 \\
 R1 + K7 = C17 &\rightarrow 0 + K7 = \text{Rp}7000 &\rightarrow K7 = \text{Rp}7000 \\
 R1 + K8 = C18 &\rightarrow 0 + K8 = \text{Rp}19.900 &\rightarrow K8 = \text{Rp}19.900 \\
 R2 + K7 = C27 &\rightarrow R2 + 7000 = \text{Rp}10.400 &\rightarrow R2 = \text{Rp}3.400 \\
 R2 + K2 = C22 &\rightarrow \text{Rp}3.400 + K2 = \text{Rp}15.200 &\rightarrow K2 = \text{Rp}11.800 \\
 R2 + K9 = C29 &\rightarrow \text{Rp}3.400 + K9 = \text{Rp}13.000 &\rightarrow K9 = \text{Rp}9.600 \\
 R2 + K10 = C210 &\rightarrow \text{Rp}3.400 + K10 = \text{Rp}23.300 &\rightarrow K10 = \text{Rp}19.900
 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung nilai indeks perbaikan dengan rumus ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$).

Table 13 Indeks Perbaikan Iterasi 2

No	Sel	$C_{ij} - R_i - K_j$
1	X12	Rp500
2	X19	Rp6.000
3	X110	-Rp4.300
4	X24	Rp700
5	X25	Rp800
6	X26	Rp1.800
7	X28	-Rp9.800

Dikarenakan masih ada nilai yang bernilai negatif, maka tabel harus dihitung kembali sampai semua nilai bernilai positif. Dalam kasus ini, sel yang bertanda negatif dan memiliki jumlah yang terbesar adalah sel X28. Yang berarti sel selanjutnya yang harus diisi adalah sel X28.

Tabel 14 Iterasi 3

$$\begin{array}{llll} R1 + K1 = C11 & \rightarrow & 0 + K1 = \text{Rp}12.300 & \rightarrow & K1 = \text{Rp}12.300 \\ R1 + K3 = C13 & \rightarrow & 0 + K3 = \text{Rp}19.700 & \rightarrow & K3 = \text{Rp}19.700 \\ R1 + K4 = C14 & \rightarrow & 0 + K4 = \text{Rp}8.400 & \rightarrow & K4 = \text{Rp}8.400 \\ R1 + K5 = C15 & \rightarrow & 0 + K5 = \text{Rp}8.500 & \rightarrow & K5 = \text{Rp}8.500 \\ R1 + K6 = C16 & \rightarrow & 0 + K6 = \text{Rp}10.200 & \rightarrow & K6 = \text{Rp}10.200 \\ R1 + K7 = C17 & \rightarrow & 0 + K7 = \text{Rp}7000 & \rightarrow & K7 = \text{Rp}7000 \\ R1 + K9 = C19 & \rightarrow & 0 + K9 = \text{Rp}15.600 & \rightarrow & K9 = \text{Rp}15.600 \\ R2 + K7 = C27 & \rightarrow & R2 + \text{Rp}7000 = \text{Rp}10.400 & \rightarrow & R2 = \text{Rp}3.400 \\ R2 + K8 = C28 & \rightarrow & 3.400 + K8 = \text{Rp}13.500 & \rightarrow & K8 = \text{Rp}10.100 \\ R2 + K2 = C22 & \rightarrow & \text{Rp}3.400 + K2 = \text{Rp}15.200 & \rightarrow & K2 = \text{Rp}11.800 \\ R2 + K10 = C210 & \rightarrow & \text{Rp}3.400 + K10 = \text{Rp}23.300 & \rightarrow & K10 = \text{Rp}19.900 \end{array}$$

Solusi Optimal Modi											
Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Sumber	K1=	K2	=K3	=K4	=K5	=K6	=K7	=K8	=K9	=K10	
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
R1= Rp0	1684	0	1433	1422	1965	1813	480	57	2528	X110	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2 = Rp3.400	49	1433	475	X24	X25	X26	2585	2528	X29	2118	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Selanjutnya menghitung nilai indeks perbaikan dengan rumus ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$).

Table 15 Indeks Perbaikan Iterasi 3

No	Sel	Cij - Ri - Kj
1	X12	Rp3.400
2	X110	-Rp1.600
3	X24	Rp700
4	X25	Rp800
5	X26	Rp1.800
6	X29	-Rp6.000

Dikarenakan masih ada nilai yang bernilai negatif, maka tabel harus dihitung kembali sampai semua nilai bernilai positif. Dalam kasus ini, sel yang bertanda negatif dan memiliki jumlah yang terbesar adalah sel X29. Yang berarti sel selanjutnya yang harus diisi adalah sel X29.

Tabel 16 Iterasi 4

Solusi Optimal Modi											
Tujuan	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasi
Sumber	K1=	K2 =	K3 =	K4 =	K5 =	K6 =	K7 =	K8 =	K9 =	K10	
	Rp12.300	Rp11.800	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7000	Rp10.100	Rp9.600	=Rp15.600	tas
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
R1 = Rp0	1684	0	1433	1422	1965	1813	480	57	410	2118	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
R2 = Rp3.400	49	1433	475	X24	X25	X26	2585	2528	2118	0	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$\begin{aligned}
 R1 + K1 = C11 &\rightarrow 0 + K1 = \text{Rp}12.300 &\rightarrow K1 = \text{Rp}12.300 \\
 R1 + K3 = C13 &\rightarrow 0 + K3 = \text{Rp}19.700 &\rightarrow K3 = \text{Rp}19.700 \\
 R1 + K4 = C14 &\rightarrow 0 + K4 = \text{Rp}8.400 &\rightarrow K4 = \text{Rp}8.400 \\
 R1 + K5 = C15 &\rightarrow 0 + K5 = \text{Rp}8.500 &\rightarrow K5 = \text{Rp}8.500 \\
 R1 + K6 = C16 &\rightarrow 0 + K6 = \text{Rp}10.200 &\rightarrow K6 = \text{Rp}10.200
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R1 + K7 = C17 &\rightarrow 0 + K7 = \text{Rp}7000 &\rightarrow K7 = \text{Rp}7000 \\ R1 + K10 = C110 &\rightarrow 0 + K10 = \text{Rp}15.600 &\rightarrow K10 = \text{Rp}15.600 \\ R2 + K7 = C27 &\rightarrow R2 + \text{Rp}7000 = \text{Rp}10.400 &\rightarrow R2 = \text{Rp}3.400 \\ R2 + K8 = C28 &\rightarrow 3.400 + K8 = \text{Rp}13.500 &\rightarrow K8 = \text{Rp}10.100 \\ R2 + K2 = C22 &\rightarrow 3.400 + K2 = \text{Rp}15.200 &\rightarrow K2 = \text{Rp}11.800 \\ R2 + K9 = C29 &\rightarrow 3.400 + K9 = \text{Rp}13.000 &\rightarrow K9 = \text{Rp}9.600 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung nilai indeks perbaikan dengan rumus ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$).

Table 17 Indeks Perbaikan Iterasi 4

No	Sel	Cij - Ri - Kj
1	X12	Rp3.400
2	X110	-Rp1.600
3	X24	Rp700
4	X25	Rp800
5	X26	Rp1.800
6	X29	-Rp6.000

Dikarenakan masih ada nilai yang bernilai negatif, maka tabel harus dihitung kembali sampai semua nilai bernilai positif. Dalam kasus ini, sel yang bertanda negatif dan memiliki jumlah yang terbesar adalah sel X29. Yang berarti sel selanjutnya yang harus diisi adalah sel X29.

Setelah semua persediaan dan permintaan sudah terpenuhi, dan tidak ada nilai negative. Maka angka-angka tersebut dapat dimasukan ke fungsi tujuan:

$$\begin{aligned}
 Z &= \text{Rp}12.300(1684) + \text{Rp}12.300(0) + \text{Rp}19.700(0) + \text{Rp}8.400(1422) + \\
 &\text{Rp}8.500(1965) + \text{Rp}10.200(1813) + \text{Rp}7.000(480) + \text{Rp}19.900(57) + \\
 &\text{Rp}15.600(410) + \text{Rp}15.600(2118) + \text{Rp}18.400(49) + \text{Rp}15.200(1433) + \\
 &\text{Rp}16.100(475) + \text{Rp}12.500(0) + \text{Rp}12.700(0) + \text{Rp}15.400(0) + \\
 &\text{Rp}10.400(2585) + \text{Rp}13.500(2585) + \text{Rp}13.000(2118) + \text{Rp}2.3300(0) \\
 &= \mathbf{\text{Rp}258.891.000/\text{bulan}}
 \end{aligned}$$

4. ANALISIS

Setelah peneliti melakukan pengumpulan dan pengolahan data, Langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah melakukan analisis data yang sudah diolah dengan

tujuan untuk mengkaji ulang proses pengolahan data. Metode yang digunakan untuk proses pengolahan data pada penelitian ini adalah metode Least Cost dan Metode Modified Distribution (MODI) dengan hasil akhir yang diharapkan adalah biaya transportasi yang lebih optimal dari sebelumnya (Tabel 18).

Dari data yang sudah diperoleh, biaya pengiriman produk eskrim bulan juli adalah Rp207.079.200 dan didapatkan total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pengiriman produk pesanan per tujuan pada periode Agustus 2022 sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode *Least Cost* dan *Modified Distribution* adalah sebesar Rp262.800.000. Hal ini memperlihatkan bahwa biaya pengiriman produk eskrim naik pesat dibandingkan dengan bulan lalu, tepatnya bulan Juli 2022. Namun berdasarkan hasil matriks diatas, biaya pengiriman pada bulan Agustus 2022 dapat di optimalkan menjadi sebesar Rp258.891.000/bulan. Dan mengacu pada matriks diatas, dapat dihasilkan strategi alokasi pengiriman untuk ke daerah Bandung Timur 1, Bandung Timur 2, Bandung Selatan, dan Sumedang, sebaiknya pengiriman hanya dilakukan dari Gudang Margahayu karena alokasi tersebut akan menghasilkan biaya pengiriman yang lebih rendah dari sebelumnya. Dan untuk daerah Bandung Barat 2, sebaiknya pengiriman hanya dilakukan dari Gudang Regol karena alokasi tersebut akan lebih efsisien untuk meminimalkan biaya pengiriman.

Tabel 18 Hasil Akhir Matriks

Sumber	BB1	BB2	KB	BT 1	BT 2	BS	C	SB	PWKRT	SMD	Kapasitas
Tujuan											
Margahayu	Rp12.300	Rp12.300	Rp19.700	Rp8.400	Rp8.500	Rp10.200	Rp7.000	Rp19.900	Rp15.600	Rp15.600	0
	1684	0	1433	1422	1965	1813	480	57	410	2118	
Regol	Rp18.400	Rp15.200	Rp16.100	Rp12.500	Rp12.700	Rp15.400	Rp10.400	Rp13.500	Rp13.000	Rp23.300	0
	49	1433	475	X24	X25	X26	2585	2528	2118	0	
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini maka didapatkan biaya pengiriman optimal untuk pengiriman produk eskrim pada PT. Indolakto. Dan juga penelitian ini berhasil menghasilkan strategi alokasi pengiriman yang lebih efisien dari segi biaya. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan beberapa kesimpulan:

1. Total biaya pengiriman yang dikeluarkan oleh PT.Indolakto Bandung pada bulan Agustus 2022 setelah menggunakan metode *Least Cost* dan *Modified Distribution* (MODI) adalah sebesar Rp 258.891.000.
2. Untuk pengiriman ke daerah Bandung Timur 1, Bandung Timur 2, Bandung Selatan, dan Sumedang, pengiriman lebih baik hanya dilakukan dari Gudang Margahayu dan untuk daerah Bandung Barat 2, pengiriman lebih baik hanya dilakukan dari Gudang Regol.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Jay Heizer, Barry Render. 2004. *Operations Management*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Melinda, Astuti, and Mahyarani. 2011. *Operations Research (Riset Operasi)*. Pekanbaru: Unri Press.
- Nelson, D., & Shakow, D. (1995). Least-cost planning: a tool for metropolitan transportation decision making. *Transportation research record*, 19-27.
- Tjiptono. 2011. *Service Management Mewujudkan Layanan Prima*. Yogyakarta.
- Unardjan, Dominikus Dolet. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta:
- Grafindo. Yusanti, Sheila Maulidiyina. 2017. "ANALISIS PERBANDINGAN PENGIRIMANBARANG MENGGUNAKAN METODE NORTH WEST CORNER DAN LEAST COST." *Journal of Mathematics Education, Science and Technology*