OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI PADA JASA DISTRIBUSI AIR MINUM MENGGUNAKAN METODE *NORTH WEST CORNER*

[1]Heribertus Budi Santoso, [2]Lolyka Dewi Indrasari, [3]Ana Komari, [4]Afiff Yudha Tripar**iyanto**
[1,2,3,4]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri
[1]heribertus@unik-kediri.co.id, [2]lolyka@unik-kediri.co.id, [3]ana@unik-kediri.co.id, [4]afiff@unik-kediri.co.id

I N F O A R T I K E L

Diterima : 12 Mei 2021
Direvisi : 24 Juni 2021
Disetujui : 30 Agustus 2021

Kata Kunci :
Minimum; *North west corner*; Optimasi; Transportasi

A B S T R A K

Kegiatan distribusi air minum (*gallon*) setiap waktu dibutuhkan. Perusahaan X sebagai penyuplai memiliki sopir yang setiap harinya melakukan distribusi. Pendistribusian menghabiskan biaya transportasi yang selalu melebihi batas realisasi. Kendala perusahaan harus segera diberikan solusi, guna mengurangi biaya – biaya yang seharusnya tidak perlu dianggarkan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui biaya optimal dalam bentuk minimum biaya menggunakan metode *North West Corner*. Tahap awal yaitu mendata jumlah sopir, jumlah pasokan tiap tujuan dan jumlah biaya yang digunakan. Metode yang digunakan adalah *North West Corner* dengan menilai solusi awal. Hasil penelitian ini menyatakan biaya minimum terdiri dari biaya sopir 1 menuju Blitar Ponggok sejumlah Rp7.200.000.000, menuju Tulungagung Selatan sejumlah Rp3.300.000.000 dan menuju Blitar Perbatasan Malang sejumlah Rp4.830.000.000. Sedangkan sopir 2 menuju Tulungagung Selatan sejumlah Rp7.590.000.000, menuju Trenggalek sejumlah Rp9.450.000.000 dan menuju Malang Balekambang sejumlah Rp900.000.000. Sedangkan sopir 3 menuju Nganjuk sejumlah Rp9.990.000, dan menuju Malang balekambang sejumlah Rp5.250.000.000. Dari ketiga sopir, biaya optimum sebesar Rp48.510.000.000. Saran untuk penelitian mendatang yakni mengoptimasi biaya dapat diminimkan lagi dengan syarat menguji dengan *Stepping Stone Method.*

I. PENDAHULUAN

Industri di Indonesia sangat membutuhkan suatu konsep efisiensi biaya, khususnya biaya transportasi. Biaya transportasi guna memberikan manfaat, maka perlu minimasi biaya dalam pendistribusian suatu produk menuju tujuan distribusi. Pendistribusian produk yang terhambat akan menyebabkan penuh pada gudang. Oleh sebab itu, untuk mengurangi gudang yang penuh, kegiatan transportasi adalah solusi menunju efisiensi biaya. Produk yang didistribusikan oleh perindustrian sangat beragam. Mulai dari bahan makanan, kebutuhan sekunder dan kebutuhan utama. Salah satunya adalah produk air mineral.

Setiap hari, kegiatan masyarakat tidak lepas dari penggunaan air mineral. Fungsi air mineral sebagai konsumsi lepas dahaga dan kebutuhan komersil lainnya. PT X adalah salah satu perusaahaan komoditas pemasok air mineral dalam bentuk *gallon* yang berada di kota Kediri. Proses distribusi dilakukan setiap hari mulai jam kerja pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 18.00 WIB jika ada kegiatan lembur. Tujuan jarak jauh pasokan air mineral meliputi Blitar area Ponggol, Tulungagung Selatan, Trenggalek, Nganjuk, Blitar area Perbatasan Malang dan Malang area Balekambang. Dalam kegiatan pasokan membutuhkan sopir sebanyak 3 orang, dengan kapasitas jumlah galon yang berbeda – beda setiap area tujuan.

Dunia industri sangat dekat dengan kegiatan pendistribusian barang. Oleh sebab itu, perhitungan biaya operasional sangat rawan jika salah akurasi [1]. Kegiatan distribusi barang ini juga berkaitan dengan jumlah kapasitas pengiriman, selain biaya yang menjadi patokan [2], [3].

Kendala yang sering terjadi adalah biaya dalam operasional tidak menentu, terkadang melebihi dari nilai standar dan terkadang kurang dari standar. Hal ini dikarenakan masih berupa asumsi, belum ada penilaian secara pasti. Kegiatan distribusi sebagai keputusan perusahaan untuk menentukan rute yang tepat dengan solusi biaya paling sedikit [4], [5]. Jika mekanisme yang dilakukan sesuai harapan, dapat memberikan laba yang optimal. Penilaian jumlah biaya operasional ditinjau dari jumlah variabel yang digunakan [6]. Metode analisis yang digunakan adalah *Nort West Corner Method* sebagai cara menghitung biaya optimum dalam bentuk minimasi transportasi air mineral. Berdasarkan hasil penelitian menyatakan ada perbedaan yang sangat signifikan yaitu perhitungan secara manual menggunakan metode *North West Corner* menghasilkan biaya total Rp124.900.000, [7]. Perbedaan jarak antara sejumlah sumber dengan lokasi-lokasi tujuan yang ada ditambah harga material di setiap sumber menyebabkan pihak pelaksana harus menentukan suatu cara untuk mendapatkan material yang dibutuhkan dengan biaya distribusi minimum dalam material bangunan [8]. Proses distribusi menggunakan metode *North West Corner*, memberikan solusi optimum untuk proses distribusi bahan material [9], [10].

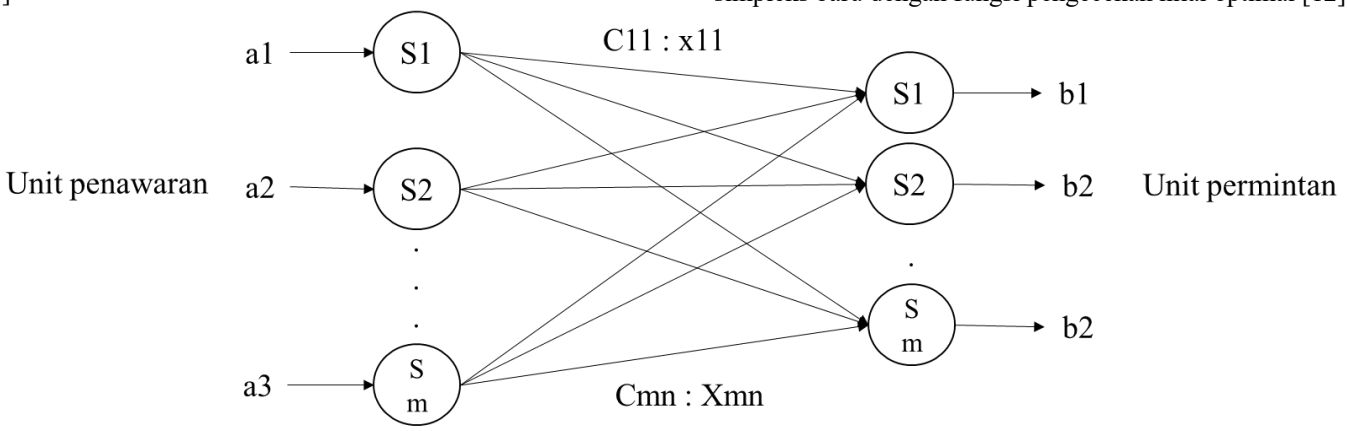
Menurut [11], konsep matematis dalam transportasi untuk mempermudah pemahaman yang detail. Salah satunya metode yang digunakan dalam penelitian adalah *North West Corner*. Pemodelan matematis yang umum adalah adanya sumber m $s_1, s_2 \dots s_m$ dengan jumlah pasokan $a_1 > 0$ satuan pada sumber i $(i = 1,2..m)$, nilai t $t_1, t_2 \dots t_n$ dengan permintaan $b_j > 0$ satuan dan t $(j = 1,2..n)$ dengan permintaan b_j. Pemodelan pasokan dan permintaan secara ringkas yakni, $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$

Distribusi adalah proses kegiatan pemasaran untuk memudahkan penyaluran barang atau jasa dari pihak produsen ke pihak konsumen [11]. Penentuan saluran distribusi adalah salah satu keputusan yang penting bagi

perusahaan [12]. perusahaan berusaha agar saluran distribusi yang dipilih, dapat membantu penyaluran produknya dengan tepat [13].

Teori transportasi merupakan salah satu bidang riset operasi [6], [14]. Dalam menyelesaikan masalah yang menyangkut interaksi antara obyek-obyek dengan mencari keputusan terbaik bagi system [4]. Salah satu metode adalah *North West Corner* dengan cara mengisi tabel awal transportasi dari sisi barat laut (kiri atas) dengan nilai sebanyak- banyaknya sampai semua sumber dihabiskan [5].

Penyelesaian metode *North West Corner* menggunakan program simpleks. *North West Corner* memiliki potensi dalam perencanaan alokasi produk.Program simpleks mendukung konsep pemecahan masalah dengan variabel multi decision [15]. Proses menghitung berulang untuk mendapatkan pola – pola sistematik paling baik untuk dicapai. Perumusan masalah dengan model simpleks dan disusun tabel awal. Pengecekan nilai paling optimal dengan identifikasi variabel yang masuk dan dikeluarkan. Penyusunan tabel simpleks baru dengan fungsi pengecekan nilai optimal [12].



Gambar 1 Teori transportasi [6]

Gambar 1 menunjukkan teori transportasi dengan gambaran jaringan yang diketahui unit penawaran dan unit permintaan. Teori transportasi sebagai perencanaan distribusi dari sumber menuju lokasi dengan biaya paling kecil. Kendala yang dilakukan yaitu setiap permintaan dengan permintaan tujuan harus terpenuhi dan sumber tidak boleh mendistribusikan lebih dari kapasitas maksimal [11].

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui biaya optimal dalam bentuk minimum biaya. Tahap awal yaitu mendata jumlah sopir, jumlah pasokan tiap tujuan dan jumlah biaya yang digunakan. Lingkup penelitian ini adalah menggunakan metode *North West Corner* dengan solusi minimasi dalam biaya distribusi air mineral [16], [17]. Sedangkan yang menjadi asumsi adalah data yang digunakan tidak ada perubahan sama sekali. Perbedaan dari penelitian sebelumnya yakni dalam penelitian ini hanya menggunakan metode *North West Corner*.

Manfaat penelitian adalah mengetahui biaya optimum dengan pendekatan minimasi pada proses distribusi air mineral. Sebagai alternatif perusahaan untuk menentukan rute distribusi ke lokasi tujuan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini sebagai pendekatan kuantitatif dengan pengolahan data. Penelitian ini adalah melakukan perhitungan dengan teknik iterasi untuk menentukan tujuan dalam minimasi. Teori yang diacu adalah *Constraint Theory.* Topik penelitian ini menggunakan populasi bidang riset operasi. Topik riset operasi yang digunakan dimaksud sebagai sampel yaitu bidang *North West Corner*.

Instrumen penelitian menggunakan jenis observasi. Observasi yang dilakukan untuk mendapatkan data primer, mengenai jumlah sopir, lokasi persediaan yang dipasok, jumlah persediaan yang dipasok dan jumlah pasokan dari tiap sopir. Observasi ini didukung data perusahaan agar lebih akurat. Nilai yang didapatkan berdasarkan data sebenarnya. Sehingga, upaya minimasi operasional dapat diterapkan dan digunakan sebagai pengembangan.

Analisis data penelitian ini menggunakan solusi awal *Northwest Corner Method* [18], [19]. Metode ini menghitung biaya operasional menggunakan teknik iterasi sampai nilai iterasi tidak ada yang bertanda negatif. Capaian dari *North West Corner* untuk mendapatkan solusi dengan pendekatan maksimum maupun minimum dengan analisis pemprograman maupun konvensional [20]. Capaian penelitian ini menggunakan pendekatan minimum biaya dengan analisis konvensional [21].

Model transportasi menggunakan simbol dengan arti sebagai berikut:

X_{mn} : jumlah unit produk yang didistribusikan ke sumber *m* ke tujuan *n*.

C_{mn} : biaya transportasi setiap unit dari sumber *m* ke tujuan *n*.

a_i : Persedian ke *i*, dengan *i*= 1,2,…*m*.

b_j : Permintaan ke *j*, dengan *j*=1,2,…*n*.

Teknik analisis data sebagai berikut [18]:

1. Membuat tabel masalah transportasi.

2. Pemodelan matriks transportasi dan menyatakan dalam bentuk matematis dengan konsep meminimumkan .

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} C_{ij} \quad \ldots(1)$$

3. Pemodelan kendala pembatas.

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = a_i, \qquad i = 1,2..,m \quad \ldots(2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i, \qquad j = 1,2..,m \quad \ldots(3)$$

$$X \geq 0, \quad \text{untuk seluruh nilai } i \text{ dan nilai } j \quad \ldots(4)$$

4. Formulasi dalam meminimumkan dengan model pembentuk.

$$Min\ Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \cdots + C_{m1}X_{m1} + C_{mn}X_{mn} \quad \ldots(5)$$

5. Formulasi kendala pembatas untuk sumber.

$$X_{11} + X_{12} + \cdots + X_{1n} = a_1 \quad \ldots(6)$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

$$X_{m1} + X_{m2} + \cdots + X_{mn} = a_m$$

6. Formulasi kendala pembatas untuk tujuan.

$$X_{11} + X_{12} + \cdots + X_{m1} = b_1 \quad \ldots(7)$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

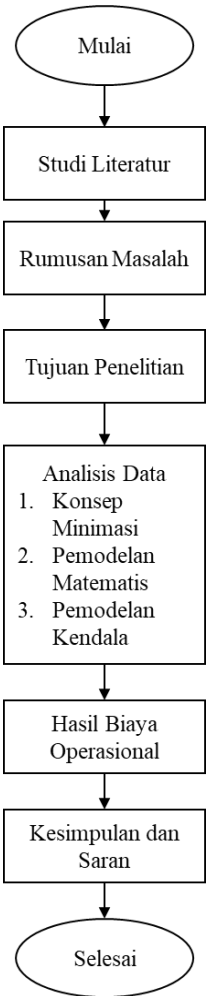
$$X_{1n} + X_{2n} + \cdots + X_{mn} = b_n$$

7. Hasil analisis data berdasarkan poin 1 sampai dengan 6.

Gambar 2, menyatakan aliran proses penelitian. Penelitian ini menggunakan analisis data konsep minimasi dengan pemodelan matematis dan pemodelan kendala dalam mencapai nilai untuk metode *North West Corner*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada PT.X, data yang didapatkan terdiri dari persediaan dan pasokan. Rekapitulasi data pasokan bulan Desember 2020 sebagai berikut dengan Pada Tabel I, menunjukkan masing – masing sopir memiliki pasokan yang berbeda ke setiap lokasi tujuan.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

Tabel II, menyatakan persoalan persediaan dan pemasokan galon ke lokasi tujuan. Lokasi persediaan, pengirim pasokan, kebutuhan persediaan dan jumlah pasokan digunakan untuk melakukan pemodelan tabel transportasi jumlah persediaan tampak pada Tabel II.

Minimasi menggunakan model :

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{6} C_{ij}X_{ij}$$

Berarti, uraian model sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z = {} & C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{14}X_{14} + C_{15}X_{15} \\ & + C_{16}X_{16} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} \\ & + C_{24}X_{24} + C_{25}X_{25} + C_{26}X_{26} + C_{31}X_{31} \\ & + C_{32}X_{32} + C_{33}X_{33} + C_{34}X_{34} + C_{35}X_{35} \\ & + C_{36}X_{36} \end{aligned}$$

$$Z = 400X_{11} + 500X_{12} + 650X_{13} + 750X_{14} + 350X_{15} + 550X_{16} + 450X_{21} + 550X_{22} + 450X_{23} + 650X_{24} + 450X_{25} + 500X_{26} + 650X_{31} + 650X_{32} + 650X_{33} + 450X_{34} + 350X_{35} + 350X_{36}$$

Kendala metode *North West Corner* untuk:

$$Z = \sum_{i=1}^{m=3} x_{ij} = a_i, i = 1,2,3$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} = 3200$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} = 3050$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} = 3100$$

$$Z = \sum_{i=1}^{m=6} x_{ij} = a_i, i = 1,2,3,4,5,6$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 1500$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 1700$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 1750$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} = 1850$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} = 1150$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} = 14000$$

$$X_{ij} \geq 0, untuk\ nilai\ i\ dan\ nilai\ j$$

TABEL I
REKAPITULASI PERSEDIAAN DAN PASOKAN *GALLON* KE LOKASI TUJUAN

		Lokasi persediaan (*gallon*)							
		Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang		
Pengirim pasokan	Sopir 1	400	500	650	750	350	550	3200	Jumlah pasokan (*gallon*)
	Sopir 2	450	550	450	650	450	500	3050	
	Sopir 3	650	650	650	450	350	350	3100	
		1500	1700	1750	1850	1150	1400		
		Kebutuhan persediaan (*gallon*)							

TABEL II.
PERSOALAN PERSEDIAAN DAN PASOKAN GALLON KE LOKASI TUJUAN

		Lokasi Persediaan (*gallon*)							
		Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang		
Pengirim pasokan	Sopir 1	400	500	650	750	350	550	3200	Jumlah pasokan (*gallon*)
		X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}		
	Sopir 2	450	550	450	650	450	500	3050	
		X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}		
	Sopir 3	650	650	650	450	350	350	3100	
		X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}		
		1500	1700	1750	1850	1150	1400		
		Kebutuhan persediaan (*gallon*)							

Lokasi persedian yaitu Blitar Ponggok dengan total 3 sopir melakukan distribusi sejumlah 1500 *gallon*. Tulungagung selatan dengan 3 sopir melakukan distribusi sejumlah 1700 *gallon*. Trenggalek dengan total 3 sopir melakukan distribusi sejumlah 1750 *gallon*. Nganjuk melakukan distribusi sejumlah 1850 *gallon*. Blitar Perbatasan Malang melakukan distribusi sejumlah 1150 *gallon* dan Malang Balekambang melakukan distribusi sejumlah 1400 *gallon*. Masing – masing sopir selama melakukan distribusi untuk sopir 1 harus memberikan pasokan sejumlah 3200 *gallon*, sopir 2 sejumlah 3050 *gallon* dan sopir 3 sejumlah 3100 *gallon*. Sehingga, sopir dan lokasi persediaan tidak ada area yang kosong, seluruhnya terisi pasokan yang harus didistribusikan.

Pasokan agar sampai ke lokasi tujuan memerlukan anggaran biaya yang telah di rekapitulasi pada Tabel III berikut.

TABEL III
PEMODELAN TRANSPORTASI

Pasokan penyuplai	Biaya operasional (Rp)						
	Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang	Jumlah pasokan (S_i)
Sopir 1	4.800.000	6.000.000	7.800.000	9.000.000	4.200.000	6.600.000	38.400.000
	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	
Sopir 2	5.400.000	6.600.000	5.400.000	7.800.000	5.400.000	6.000.000	36.600.000
	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	
Sopir 3	7.800.000	7.800.000	7.800.000	5.400.000	4.200.000	4.200.000	37.200.000
	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	
Permintaan (P_j)	18.000.000	20.400.000	21.000.000	22.200.000	13.800.000	16.800.000	
	Kebutuhan persediaan						

Tabel III, menunjukkan pemodelan transportasi yang terbentuk dengan konsep minimasi. Konsep minimasi dengan penyuplai sebanyak 3 sopir dengan pemodelan tabel transportasi jumlah persediaan sebagai berikut:

Minimasi menggunakan model:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_{ij}$$

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{6} C_{ij} X_{ij}$$

Berarti, uraian model sebagai berikut:

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{14}X_{14} + C_{15}X_{15} + C_{16}X_{16} + \\ + C_{31}X_{31} + C_{32}X_{32} + C_{33}X_{33} + C_{34}X_{34} + C_{35}$$

$$Z = 4800000X_{11} + 6000000X_{12} + 7800000X_{13} + 9000000X \\ + 6600000X_{22} + 5400000X_{23} + 7800000X \\ + 7800000X_{32} + 7800000X_{33} + 5400000X$$

Kendala metode *North West Corner* untuk:

$$Z = \sum_{i=1}^{m=3} x_{ij} = a_i, i = 1,2,3$$

$$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+X_{16}=38400000$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25}+X_{26}=36600000$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35}+X_{36}=37200000$$

$$Z = \sum_{i=1}^{m=6} x_{ij} = a_i, i = 1,2,3,4,5,6$$

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}=18000000$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}=20400000$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33}=21000000$$

$$X_{14}+X_{24}+X_{34}=22200000$$

$$X_{15}+X_{25}+X_{35}=13800000$$

$$X_{16}+X_{26}+X_{36}=16800000$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{ untuk nilai i dan nilai j}$$

Dari pemodelan tranportasi, iterasi 1 sudah mendapatkan nilai optimum dalam obyektif minimasi. Iterasi 1 sampai dengan iterasi III membentuk model yang tampak pada Tabel IV.

Tabel IV, menunjukkan iterasi optimal sampai iterasi ke-3. Optimal syarat dari iterasi adalah tidak ada nilai yang memiliki nilai negatif. Tabel IV, menunjukkan nilai iterasi yang tepat. Tabel V, menunjukan iterasi yang membentuk mendapatkan sebanyak langkah iterasi 3 kali. Perhitungan total biaya transportasi sebagai berikut:

(a_1) (b1)	ke	=	4.800.000 x 1500	=	7.200.000.000
(a_1) (b2)	ke	=	6.000.000 x 550	=	3.300.000.000
(a_1) (b5)	ke	=	4.200.000x 1.150	=	4.830.000.000
(a_2) (b2)	ke	=	6.600.000x 1.150	=	7.590.000.000
(a_2) (b3)	ke	=	5.400.000x 1.750	=	9.450.000.000
(a_2) (b6)	ke	=	6.000.000 x 150	=	900.000.000
(a_3) (b2)	ke	=	5.400.000 x 1850	=	9.990.000.000
(a_3) (b3)	ke	=	4.200.000x 1.250	=	5.250.000.000
Total (Rp)				=	48.510.000.000

TABEL IV
NILAI ITERASI

	Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang
Iterasi 1						
Sopir 1	1500	1700	(250)	(150)	(-150)	(50)
Sopir 2	(0)	(0)	1750	1300	(-100)	(-50)
Sopir 3	(400)	(300)	(400)	550	1150	1400

	Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang
Iterasi 2						
Sopir 1	1500	550	(250)	(150)	1150	(50)
Sopir 2	(0)	1150	1750	150	(50)	(-50)
Sopir 3	(400)	(300)	(400)	1700	(150)	1400

	Blitar Ponggok	Tulungagung Selatan	Trenggalek	Nganjuk	Blitar Perbatasan Malang	Malang Balekambang
Iterasi 3						
Sopir 1	1500	550	(250)	(200)	1150	(100)
Sopir 2	(0)	1150	1750	(50)	(50)	150
Sopir 3	(350)	(250)	(350)	1850	(100)	1250

TABEL V.
ITERASI 3 NORTH WEST CORNER SOLUSI OPTIMUM

Pasokan Penyuplai	Nilai biaya dengan jumlah unit						Jumlah pasokan optimum (a_i)
	Blitar Ponggok (b_1)	Tulungagung Selatan (b_2)	Trenggalek (b_3)	Nganjuk (b_4)	Blitar Perbatasan Malang (b_5)	Malang Balekambang (b_6)	
Sopir 1 (a_1)	4.800.000	6.000.000	7.800.000	9.000.000	4.200.000	6.600.000	3200
	1500	550			1150		
Sopir 2 (a_2)	5.400.000	6.600.000	5.400.000	7.800.000	5.400.000	6.000.000	3050
		1150	1750			150	
Sopir 3 (a_3)	7.800.000	7.800.000	7.800.000	5.400.000	4.200.000	4.200.000	3100
				1850		1250	
Permintaan optimum (b_j)	1500	1700	1750	1850	1150	1400	
	Kebutuhan optimum						

Jumlah optimum pasokan dan jumlah optimum permintaan telah terakumulasi dari setiap sopir dan tujuan pasokan. Total biaya operasional menggunakan model

$$Z_{min} = (a_{11}\,b_{11}) + (a_{12}\,b_{12}) + (a_{15}\,b_{15}) + (a_{22}\,b_{22}) + (a_{23}\,b_{23}) + (a_{26}\,b_{26}) + (a_{34}\,b_{34}) + (a_{36}\,b_{36})$$

Model menentukan biaya transportasi yang sudah terbentuk, diterapkan dalam nilai hitungan yaitu:

$$Z_{min} = (4.80000\ x\ 1500) + (6.000.000\ x\ 550) + (4.200.000\ x\ 1150) + (6.600.000\ x\ 1150) + (5.400.000\ x\ 1750) + (6.000.000\ x\ 150) + (540.000\ x\ 1850) + (4.200.000\ x\ 1250)$$

Dengan demikian, nilai model transportasi optimum diminimumkan sejumlah Rp48.510.000.000. Untuk mempermudah perusahaan dalam melakukan pembagian biaya operasional sejumlah Rp48.510.000.000 dengan model rekapitulasi tampak pada Tabel VI.

Tabel VI menunjukkan biaya sopir 1 menuju Blitar Ponggok sejumlah Rp7.200.000.000, menuju Tulungagung Selatan sejumlah Rp3.300.000.000 dan menuju Blitar Perbatasan Malang sejumlah Rp4.830.000. Sopir 2 menuju Tulungagung Selatan sejumlah Rp7.590.000.000, menuju Trenggalek sejumlah Rp9.450.000.000 dan menuju Malang Balekambang sejumlah Rp900.000.000.

Sopir 3 menuju Nganjuk sejumlah Rp9.990.000, dan menuju Malang balekambang sejumlah Rp5.250.000. Dari ketiga sopir tersebut, biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan sejumlah Rp48.510.000.000.

TABEL VI
RINCIAN BIAYA OPERASIONAL SETIAP SOPIR DALAM PROSES PENGIRIMAN

No.	Sopir ke	Tujuan	Permintaan (galon)	Biaya (Rp)	Total (Rp)
1	Sopir 1	Blitar Ponggok	1.500	4.800.000	7.200.000.000
		Tulungagung Selatan	550	6.000.000	3.300.000.000
		Blitar Perbatasan Malang	1.150	4.200.000	4.830.000.000
2	Sopir 2	Tulungagung Selatan	1.150	6.600.000	7.590.000.000
		Trenggalek	1.750	5.400.000	9.450.000.000
		Malang Balekambang	150	6.000.000	900.000.000
3	Sopir 3	Nganjuk	1.850	5.400.000	9.990.000.000
		Malang Balekambang	1.250	4.200.000	5.250.000.000
Total Biaya (Rp)					48.510.000.000

Berkaitan dengan biaya yang dominan dilakukan perusahaan dalam kurun waktu 3 bulan sebelumnya, yakni:

TABEL VII
BIAYA PERUSAHAAN 3 BULAN SEBELUMNYA

No.	Biaya Eksiting (Bulan ke-)	Jumlah Biaya (Rp)/
1	3	56.000.500.000
2	2	54.981.910.000
3	1	52.917.000.000
Total (Rp)		163.899.410.000
Rata – rata (Rp)		54.633.136.667

Berdasarkan Tabel VII, data biaya perusahaan 3 bulan sebelumnya, menyatakan rata – rata yang digunakan sebesar Rp54.633.136.667. Sedangkan hasil perhitungan menggunakan metode *North West Corner* sebesar Rp48.510.000.000. Berarti, efektivitas menggunkaan metode lebih signifikan. Biaya dapat diminimumkan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan analisa perbandingan yang telah dilakukan oleh [10], yakni pengaplikasiaan metode *North West Corner* pada pengiriman barang hasil produksi, membantu pihak bagian pengiriman barang dalam menentukkan rute pengiriman barang. Sehingga didapatkan biaya paling rendah dari satu gudang penyimpanan menuju ke tempat tujuan.

Metode *Nort West Corner* adalah solusi dalam melakukan analisis biaya operasional perusahaan pengiriman barang dari gudang menuju lokasi tujuan. Tinjauan dari segi biaya dapat dikendalikan dengan minimasi dan perusahaan dapat meningkatkan laba yang sesuai harapan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan biaya transportasi diminimumkan sejumlah Rp48.510.000.000. Biaya transportasi dengan pembagian sopir 1 mengirim ke Blitar ponggok, Tulungagung selatan dan Blitar Perbatasan Malang masing - masing dengan biaya sebesar Rp7.200.000.000, Rp3.300.000.000 dan Rp4.830.000.000. Biaya transportasi dengan pembagian sopir 1 mengirim ke Tulungagung Selatan, Trenggalek dan Malang Balekambang masing - masing dengan biaya sebesar Rp7.590.000.000, Rp9.450.000.000 dan Rp900.000.000. Sedangkan biaya transpotasi dengan pembagian sopir 3 mengirim ke Nganjuk dan Malang Balekambang masing - masing dengan biaya sebesar Rp9.990.000.000 dan Rp5.250.000.000.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih, pertama kepada Perusahaan yang telah memberikan kami waktu dan tempat untuk kegiatan observasi. Ucapan kedua, untuk Universitas Kadiri, Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan sarana dan prasarana penunjang selama penelitian. Ucapan ketiga, untuk seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

[1] A. Ardini and N. Lutfiyana, "Metode Transportasi Untuk Mengoptimalkan Biaya Pengiriman Barang Pada PT Trimuda Nuansa Citra Jakarta," *Inf. Syst. Educ. Prof.*, vol. 3, no. 1, pp. 55–66, 2018.

[2] F. J. Sesa, H. Syarifudin, and Y. Rizal, "Optimasi Rute Pengiriman Produk dengan Meminimumkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrix di PT . DEF," *Journal of Mathematics UNP,* vol. 4, no. 1, pp. 18–22, 2019.

[3] R. Kartika, M. A. Basari, Y. Iskandar, and L. Adhitia, "Optimasi Distribusi Dengan Metode Transportasi," *Sustain. Compet. Advant.*, vol. 9, no. 1, pp. 189–206, 2019, [Online]. Available: https://ojs2.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/1860%0Ahttp://jp.feb.unsoed.ac.id/index.php/sca-1/article/viewFile/1408/1437.

[4] M. Mustadin, "Optimalisasi Teknik Riset Operasional Untuk Penghematan Biaya Transportasi Pengiriman Buah Kelapa Sawit Dengan Metode *North West Corner* (Studi Kasus Pt.Agro Muko)," *Jursima*, vol. 4, no. 2, p. 11, 2016, doi: 10.47024/js.v4i2.145.

[5] R. S. Sudirga, "Dua Hasil Optimal Dalam Penyelesaian Persoalan Transportasi Dengan Assignment Method, Vam and Modi, Northwest Corner and Stepping-Stone," *Bus. Manag. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 56–70, 2017, doi:

10.30813/bmj.v8i1.617.

[6] N. Syafitri, "*PENERAPAN NORTHWEST CORNER METHOD, VOGEL'S APPROXIMATION METHOD DAN STEPPING STONE METHOD DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA TRANSPORTASI PT. MUTIARA MUKTI FARMA*," 2019.

[7] Y. A. Kanthi and B. K. Kristanto, "Implementasi Metode North-West Corner dan Stepping Stone Pengiriman Barang Galeri Bimasakti," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 4, p. 845, 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020701625.

[8] P. . Imbang, P. A. . Pratasis, and D. R. . Walangitan, "OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MATERIAL DENGAN METODE NWC (*NORTH WEST CORNER*) (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI)," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 10, pp. 847–852, 2018, [Online]. Available: https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/20711.

[9] U. Ali and A. Mustapha, "Comparison of Transportation Algorithms Using Data from Katsina State Transport Authority, Katsina State, Nigeria," *Niger. J. Basic Appl. Sci.*, vol. 21, no. 3, p. 207, 2014, doi: 10.4314/njbas.v21i3.6.

[10] S. M. Yusanti, W. S. Dihardjo, and S. Shoffa, "Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode *North West Corner* dan Least Cost (Studi Kasus : PT. Coca Cola Amatil Indonesia Surabaya)," *MUST J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2016, doi: 10.30651/must.v2i1.243.

[11] B. Klinz and G. J. Woeginger, "The Northwest corner rule revisited," *Discret. Appl. Math.*, vol. 159, no. 12, pp. 1284–1289, 2011, doi: 10.1016/j.dam.2011.04.007.

[12] A. Mhlanga, I. S. Nduna, F. Matarise, and A. Machisvo, "Innovative Application of Dantzig's North-West Corner Rule to Solve a Transportation Problem," *Int. J. Educ. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2014.

[13] I. W. Ardhyani, "MENGOPTIMALKAN BIAYA DISTRIBUSI PAKAN TERNAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI (Studi Kasus di PT. X Krian)," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 95, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i2.128.95-100.

[14] B. S. Kumar, "A comparative study of ASM and NWCR method in transportation problem," *Malaya J. Mat*, vol. 5, no. 2, pp. 321–327, 2017.

[15] F. E. Putra, H. H. Purba, and I. A. Anggraeni, "The optimization of distribution and transportation costs for common good products," *Int. J. Ind. Optim.*, vol. 1, no. 2, p. 111, 2020, doi: 10.12928/ijio.v1i2.2368.

[16] S. Mishra, "Solving Transportation Problem by Various Methods and Their Comaprison," *Int. J. Math. Trends Technol.*, vol. 44, no. 4, pp. 270–275, 2017, doi: 10.14445/22315373/ijmtt-v44p538.

[17] N. M. and B. A. P. Sharma, "an Alternative Method To North-West Corner Method for Solving Transportation Problem," *Int. J. Res. Eng. Appl. Manag.*, vol. 12, no. 01, pp. 1–3, 2016.

[18] N. L. Fatimah and H. Wibawanto, "*North West Corner* Method (NWCM) Dan Stepping Stone Method Semarang," *Edu Komputika J.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–54, 2015.

[19] T. U. Hasanah, P. Utami, and M. Fauzi, "Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan Metoda *North West Corner* (NWC) dan Stepping Stone (SS) untuk Distribusi Produk Farmasi," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, p. 34, 2020, doi: 10.24014/jti.v6i1.9468.

[20] R. A. Maulana, D. Herwanto, and K. Kusnadi, "Analisis perencanaan persediaan suku cadang dengan metode ABC dan metode min-max di Bagian Fields Service Engineer PT. Merck Chemicals and Life Science," *Barometer*, vol. 6, no. 1, pp. 295–300, 2021.

[21] P. P. G. Soplanit, A. K. T. Dundu, and J. B. Mangare, "OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MATERIAL DENGAN KOMBINASI METODE NWC (*NORTH WEST CORNER*) DAN MODI (MODIFIED DISTRIBUTION) PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN DI SULAWESI UTARA," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, pp. 1633–1640, 2019.