



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jatiunik/issue/view/76>

JATI UNIK

Jurnal Ilmiah dan Teknik Industri Universitas Kadiri



Penerapan Metode *Saving Matrix* Dan Algoritma *Nearest Neighbor* Dalam Menentukan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Pada PT. XYZ

Viva Arfana Perdana*¹, Zenny Fatimah Hunusalela*², Aliffia Teja Prasasty*³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI,
Jl. Raya Tengah Kel. Gedong – Jl. Nangka No. 58C Tanjung Barat
Email: vapdanul@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 5 – Agustus – 2020
Revised : 10 – Oktober – 2020
Accepted : 17 – Oktober – 2020

Kata kunci :
Distribusi
Nearest Neighbor
Saving Matrix
Topic

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format :
Muhammad, Bakhtiar, and M. Rahmi, "Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya," *Ind. Eng. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 10–15, 2017

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing industry company engaged in drinking water, this company still has problems in its distribution, the existence of undirected shipping or waste of transportation distribution costs for shipping in several regions because shipping in the area uses only one vehicle at each destination resulting in delivery distance getting longer. Therefore, this research was conducted to improve distribution costs using the saving matrix method and the nearest neighbor algorithm. The results of the company's distribution costs are Rp. 18,940,924 / month after using this method the distribution cost becomes Rp. 16,302,392 / month and with the saving matrix method and the nearest neighbor algorithm, it saves 16% of the cost proposed by the company.

Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak dibidang air minum, perusahaan ini masih terdapat permasalahan dalam distribusinya, adanya pengiriman yang tidak terarah atau pemborosan biaya distribusi transportasi untuk pengiriman beberapa daerah dikarenakan pengiriman di daerah tersebut hanya menggunakan satu kendaraan pada masing masing tujuan yang mengakibatkan jarak pengiriman semakin panjang. Sebab itu penelitian ini dilakukan guna memperbaiki biaya distribusinya menggunakan metode *saving matrix* dan algoritma *nearest neighbor*. Hasil biaya distribusi perusahaan yaitu Rp. 18.940.924 / bulan setelah menggunakan metode tersebut biaya distribusinya menjadi Rp. 16.302.392 / bulan serta

dengan metode *saving matrix* dan *algoritma nearest neighbor* jadi lebih menghemat 16% dari biaya yang diusulkan dari perusahaan.

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi saat ini di dunia industri sangat berkembang pesat semua perusahaan berlomba-lomba untuk menemukan sebuah solusi yang tepat agar dapat bertahan dan memenangkan persaingan di dalam dunia bisnis. Sukses tidak suatu perusahaan ditentukan oleh manajemen yang baik, adanya persaingan semakin ketat antar perusahaan mendorong setiap perusahaan untuk tercapainya tujuan tersebut apabila perusahaan dapat mempertahankan dan meningkatkan penjualannya. Serta dapat menekan biaya yang dikeluarkan salah satu biaya operasional yang penting bagi perusahaan yaitu biaya transportasi yang merupakan faktor yang cukup berpengaruh bagi keberhasilan perusahaan dalam menjual produknya dalam masalah distribusi. Distribusi dan transportasi yang baik merupakan hal penting agar produk dapat dikirim sampai ke konsumen secara tepat waktu, tepat pada tempat yang telah dilakukan dan produk dalam kondisi baik [1], [2], [3], [4]. Keputusan penentuan jadwal serta rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh [5], [6], [7], [8].

PT. XYZ merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak dibidang air minum, perusahaan memproduksi air mineral yang berbentuk gelas atau cup maupun botol air mineral. Perusahaan ini memproduksi setiap harinya yaitu 6000 box/dus. Tetapi perusahaan ini dalam mengoperasikan pengirimannya belum memiliki pengukuran tersendiri dalam menentukan rute pengiriman, sehingga terjadi pengeluaran biaya yang besar. Berikut ini pada tabel I adalah data permintaan customer dengan rute kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan.

Tabel I. Data Permasalahan di Perusahaan

Dari	Tujuan	Pengiriman (Box)	Jarak (Km)	Kapasitas (Box)	Jenis Truck	Biaya BBM (Rp)	Biaya Retribusi (Rp)	Total Biaya (Rp)
Kranggan	Bekasi	300	52	600	CLD-2	81.466	50.000	131.466
	Karawang	150	132	600	CLD-4	206.800	50.000	256.800
	Cibinong	120	105	600	CLD-3	164.500	50.000	264.500
	Jonggol	210		600	CLD-3		50.000	
	Cengkareng	200	105	600	CLD-1	164.500	50.000	264.500
	Tanjung priok	200		600	CLD-1		50.000	
	Bogor	150	96	600	CLD-6	150.400	50.000	300.400
	Depok	180		600	CLD-6		50.000	
	Ciracas	100		600	CLD-6		50.000	
	Jakarta	200	121	600	CLD-7	189.566	50.000	289.566
	Tangerang	150		600	CLD-7		50.000	
	Subang	100	250	600	CLD-8	391.666	20.000	461.666
	Cikampek	340		600	CLD-8		50.000	
Solo	200	1070	600	CLD-5	1.676.333	400.000	2.076.333	
Total		2600	1931					4.045.231

Sumber: PT. XYZ

Pada tabel I dapat dilihat adanya pengiriman yang tidak terarah atau pemborosan biaya distribusi transportasi untuk pengiriman menuju Bekasi, Karawang, Solo dikarenakan pengiriman di daerah tersebut hanya menggunakan satu kendaraan pada masing masing tujuan yang mengakibatkan jarak pengiriman semakin panjang, hal ini bisa dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan karna biaya yang dikeluarkan akan bertambah sedangkan jika dalam satu daerah bisa saja mengirimkan pada beberapa *customer* dengan jalur tempuh dan waktu yang sama, biaya pengiriman otomatis akan lebih kecil dari biaya pertama.

2. Tinjauan Pustaka

Menurut Drs, H.A Abbas Salim (2008:P6) Transportasi sebagai dasar untuk pembangunan ekonomi dan perkembangan masyarakat serta pertumbuhan industrialisasi. Metode Transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat tujuan yang optimal. Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa tempat asal (sumber), yang masing-masing dapat memiliki permintaan atau kapasitas yang berbeda. Alokasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan biaya pengangkutan yang bervariasi karena jarak dan kondisi antar lokasi yang berbeda. Dengan menggunakan metode transportasi, dapat meminimalkan biaya total transportasi [9], [10]

Distribusi mencakup semua aspek dalam pengiriman produk kepada konsumen. Menurut [11] menyatakan bahwa saluran distribusi adalah suatu jalur yang dilalui oleh arus barang-barang dari produsen ke perantara dan akhirnya sampai kepada pemakai. Selain itu, distribusi juga dapat diartikan sebagai lembaga-lembaga penyalur yang mempunyai kegiatan untuk menyalurkan barang-barang atau jasa-jasa dari produsen ke konsumen .

Metode *savings matrix* juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas dari fasilitas yang memiliki kapasitas maksimum. Manfaat penelitian ini diharapkan bisa dijadikan referensi dalam pengaplikasian metode *savings matrix* dalam meminimalkan biaya pengiriman dan memberikan masukan bagi perusahaan untuk merancang jadwal pendistribusian yang efektif dan efisien untuk meminimasi biaya transportasi, penentuan kapasitas dan penggunaan jumlah kendaraan yang tepat

Metode *Nearest Neighbor* yaitu menentukan urutan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang jaraknya paling dekat dengan lokasi yang dikunjungi terakhir [12], [13].

Metode *Nearest Neighbor* bertujuan untuk menentukan rute terpendek sehingga jalur distribusi dapat dilakukan secara optimal. Optimal yang dimaksud adalah jumlah barang yang dikirim, waktu pengiriman, dan jarak yang dibutuhkan tepat [14].

3. Metode Penelitian

Penelitian berlangsung pada bulan September 2019 di PT. Kranggan Tirta Lestari (KTL), perusahaan ini adalah perusahaan yang berdiri berdasarkan SK.Menkum HAM No.C-357.HT03.01- tahun 2006. Perusahaan ini bergerak dibidang produksi dan distribusi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) cup atau botol, PT. Kranggan Tirta Lestari (KTL) memulai operasiaonal tanggal 19 Februari 2019. Perusahaan ini beralamat di Jl.Lembur I, Kel. Jatirangga, Kec Jatisampurna Kota Bekasi.

3.1. Metode saving matrix

Metode saving matrix adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan mempertimbangkan jarak yang dilalui, jumlah kendaraan yang akan digunakan dan jumlah produk yang dapat dimuat kendaraan dalam pengiriman produk ke konsumen agar proses distribusi optimal [15], [16].

Metode savings matrix juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas dari fasilitas yang memiliki kapasitas maksimum [17], [18], [19], [20].

Metode savings matrix terdiri dari beberapa langkah-langkah dalam metode saving matriks adalah sebagai berikut :

1. Menentukan matriks jarak.

Pada penentuan matrix jarak ini, data jarak antara perusahaan dengan lokasi dan lokasi ke lokasi lainnya sangat diperlukan. Setelah mengetahui koordinat dari masing-masing lokasi, maka jarak antar kedua lokasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus [8] :

$$J(1,2) = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2}$$

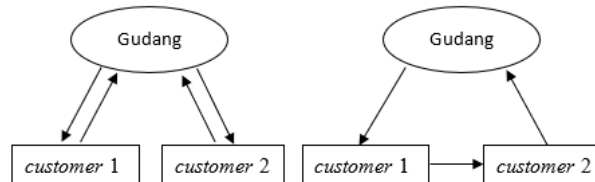
Dimana : J (1,2) = Jarak antara titik 1 dan 2

x1,y1 = Koordinat titik 1

x2,y2 = Koordinat titik 2

2. Menentukan matriks penghematan (savings matrix)

Setelah mengetahui jarak keseluruhan yaitu jarak antara pabrik dengan lokasi dan lokasi dengan lokasi yang lainnya, maka dalam langkah ini diasumsikan bahwa setiap lokasi akan dilewati oleh satu truk secara eksklusif [21], [22], [23].



Gambar 1 Perubahan yang terjadi dengan menggabungkan *customer 1* dan *customer 2* kedalam satu rute.

Didalam itu matriks penghematan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$S(x,y) = J(x,y) + J(x,y) - J(x,y)$$

S (x,y) merupakan penghematan jarak yaitu dari penggabungan rute x dengan rute y.

3. Pengalokasian kendaraan dan rute berdasarkan lokasi

Untuk pengalokasian kendaraan berdasarkan lokasi diperlukan pengecekan apakah pergabungan tersebut layak atau tidak berdasarkan kapasitas yang ada berdasarkan rumus berikut :

$$\text{Rute 1} + \text{order size customer 1} + \text{order size customer 2} + \text{customer} - n.$$

Keterangan :

Order size customer 1 = Banyaknya produk yang diangkut untuk pelanggan ke 1

Order size customer 2 = Banyaknya produk yang diangkut untuk pelanggan ke 2
Order size customer n = Banyaknya produk yang diangkut untuk pelanggan ke n
Order size rute 1 < kapasitas alat angkut

3.2. Metode *nearest neighbor*

Metode *nearest neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jarak rute terpendek dengan jarak yang paling terdekat antara *customer* satu dengan *customer* lain.

Metode *Nearest Neighbor* bertujuan untuk menentukan rute terpendek sehingga jalur distribusi dapat dilakukan secara optimal. Optimal yang dimaksud adalah jumlah barang yang dikirim, waktu pengiriman, dan jarak yang dibutuhkan tepat. Metode *Nearest Neighbor* merupakan metode paling sederhana untuk menyelesaikan masalah perjalanan penjualan (*Traveling Salesman Problem*). Metode *nearest neighbor* terdiri dari beberapa langkah-langkah dalam metode tersebut adalah sebagai berikut :

1. Memilih salah satu titik yang mewakili suatu titik awal.
2. Selanjutnya, memilih titik tujuan yang akan dikunjungi berikutnya, dengan pertimbangan hanya memilih titik yang memiliki jarak terdekat dengan titik yang sebelumnya dikunjungi.
3. Setelah seluruh titik dikunjungi atau seluruh titik telah terhubung, maka tutup rute perjalanan dengan kembali ke titik asal.

Berikut ini merupakan rumus persamaan yang digunakan untuk menyelesaikan metode *Nearest Neighbor* : $f = \sum C_{kj} + C_{ij}$

Metode *Nearest Neighbor* digunakan pada penelitian ini dikarenakan mempunyai karakteristik pembentukan rute distribusi sesuai dengan keadaan nyata yang terdapat pada kondisi di lapangan, serta teknik penentuan rute yang ditetapkan pada metode ini lebih mudah dipahami dan metode *Nearest Neighbor* ini merupakan sebagai metode dasar dalam pembentukan rute distribusi menggunakan lainnya.

4. Hasil dan Pembahasan

PT. XYZ merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak dibidang air minum, perusahaan memproduksi air mineral yang berbentuk gelas atau cup maupun botol air mineral. Perusahaan ini memproduksi setiap harinya yaitu 6000 box/dus. Pada pengumpulan data ini harus mempunyai data pengiriman produk air mineral, rute awal, data alat angkut, dan data biaya.

4.1. Pengiriman Produk Air mineral

Data permintaan produk Air mineral pada periode bulan September 2019

Tabel II. Data Pengiriman Produk

Customer	Pengiriman produk Air mineral ke				Ket
	1	2	3	4	
Customer 1	300	300	300	300	Box
Customer 2	200	150	100	150	Box
Customer 3	128	120	102	130	Box
Customer 4	300	200	190	150	Box

Customer 5	100	100	300	300	Box
Customer 6	200	200	200	200	Box
Customer 7	100	100	150	250	Box
Customer 8	100	220	150	250	Box
Customer 9	50	100	150	100	Box
Customer 10	100	200	300	200	Box
Customer 11	150	250	150	50	Box
Customer 12	100	100	100	100	Box
Customer 13	350	260	350	400	Box
Customer 14	200	200	200	200	Box

Sumber: PT. XYZ

Keterangan lokasi :

Data pada tabel II merupakan data permintaan tiap minggu dalam sebulan :

- C1 = Bekasi C8 = Depok
- C2 = Karawang C9 = Ciracas
- C3 = Cibinong C10 = Jakarta
- C4 = Jonggol C11 = Tangerang
- C5 = Cengkareng C12 = Subang
- C6 = Tanjung priok C13 = Cikampek
- C7 = Bogor C14 = Solo

Sehingga order size dapat diambil rata-rata dari jumlah permintaan customer selama satu bulan yaitu bulan september 2019. Rata-rata untuk *order size* pada tabel 4.1 sebagai berikut :

$$Customer = \frac{Total\ produk\ yang\ dikirim\ kepada\ customer\ 1}{Jumlah\ pengiriman}$$

$$= \frac{1200}{4} = 300\ box$$

Untuk perhitungan rata-rata *order size* selanjutnya dapat dilihat pada lampiran rata-rata *order size*.

Tabel III. Rata-rata Pengiriman Produk Air mineral

No	Kode Customer	Pengiriman	Kapasitas (Box)
1	C1	300	600
2	C2	150	
3	C3	120	
4	C4	210	
5	C5	200	
6	C6	200	
7	C7	150	
8	C8	180	
9	C9	100	
10	C10	200	
11	C11	150	
12	C12	100	
13	C13	340	
14	C14	200	

Sumber: PT. XYZ

4.2. Rute Awal

Data rute awal yang digunakan oleh perusahaan dalam pengiriman produk snack taro kepada customer sebagai berikut.

Tabel IV. Rute Awal Pengiriman

Rute	Kode Customer	Jenis Armada	Jarak (Km)
1	G-C5-C6-G	CLD1	105
2	G-C1-G	CLD2	52
3	G-C3-C4-G	CLD3	105
4	G-C2-G	CLD4	132
5	G-C14-G	CLD5	1070
6	G-C7-C8-C9-G	CLD6	96
7	G-C10-C11-G	CLD7	121
8	G-C12-C13-G	CLD8	250
Σ			1931

Sumber: PT. XYZ

4.3. Data Alat Angkut

Pengiriman yang dilakukan menggunakan alat transportasi truk (*Colt Diesel*), data armada yang digunakan pendistribusian dari gudang ke customer sebagai berikut :

Tabel V. Kapasitas Armada

Jenis Alat Angkut	Kapasitas	Jumlah	Keterangan
CLD (Truck)	600 Box	8	Milik Sendiri

Sumber: PT. XYZ

4.4. Data Biaya

Biaya yang berkaitan dengan pengiriman produk dari gudang ke customer sebagai berikut:

Tabel VI. Kapasitas Biaya

No	Jenis Biaya	Jumlah	Ket
1	Bahan Bakar (solar)	Rp 9.400	/ Liter
		Rp 50.000	Jabodetabek
2	Biaya Retribusi	Rp 200.000	Subang
		Rp 500.000	Solo
3	Biaya Konsumsi	Rp 30.000	/ Hari

Sumber: PT. XYZ

Keterangan : 1 liter mampu menempuh jarak 6 km jenis *Truck (Colt Diesel)*.

a. Biaya bahan bakar

$$\text{Rute } x = \text{Jarak customer} \times \frac{1}{\text{Jarak tempuh dalam 1 liter}} \times \text{Harga BBM / litter}$$

$$\text{Rute A} = 105 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 164.500$$

$$\text{Rute B} = 52 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 81.466$$

$$\text{Rute C} = 105 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 164.500$$

$$\text{Rute D} = 132 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 206.800$$

$$\text{Rute E} = 1070 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 1.676.333$$

$$\text{Rute F} = 96 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 150.400$$

$$\text{Rute G} = 121 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 189.566$$

$$\text{Rute H} = 250 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. } 9.400 = \text{Rp. } 391.666$$

- Total jumlah biaya bahan bakar yaitu Rp. 3.025.231
- b. Biaya konsumsi pengendara atau sopir/hari yaitu
Rp. 30.000 x 17 = Rp. 510.000
- c. Biaya Retribusi
Jabodetabek, x Rp. 50.000 = Rp. 500.000
Subang x Rp. 200.000 = Rp. 200.000
Solo, x Rp. 500.000 = Rp. 500.000
Total = Rp. 1.200.000
- Total biaya transportasi awal :
Total biaya bahan bakar + Total biaya konsumsi + Total biaya retribusi
= Rp. 3.025.231 + Rp. 510.000 + Rp. 1.200.000
= Rp. 4.735.231 / minggu atau Rp. 18.940.924 / bulan.

1. Jarak lokasi gudang ke customer

Tabel VII. Rata-rata pengiriman produk

	GDG	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
GDG	0														
C1	26	0													
C2	66	51	0												
C3	31	51	95	0											
C4	23	36	51	51	0										
C5	44	43	89	64	62	0									
C6	36	28	75	56	54	25	0								
C7	23	57	101	22	55	71	63	0							
C8	30	43	87	15	41	40	50	44	0						
C9	11	24	68	37	32	34	30	41	18	0					
C10	36	22	70	50	49	21	16	55	40	22	0				
C11	52	49	95	72	71	15	33	77	45	41	33	0			
C12	122	107	67	155	108	139	134	161	146	128	127	155	0		
C13	74	59	16	107	60	91	86	113	98	80	78	107	54	0	
C14	535	523	483	568	521	553	546	574	558	541	539	569	426	466	0

Sumber: *Google Maps*

4.5. Pengolahan Data

4.6.1. Penghematan Saving Matrix

Pada perhitungan penghemat jarak dari lokasi gudang menuju customer menggunakan rumus :

$$S(C1,C2) = J(G,C1) + J(G,C2) - J(C1,C2)$$

Ket :

$S(C1,C2)$ = Penghemat jarak customer 1 dengan customer 2

$J(G,C1)$ = Jarak gudang ke customer 1

$J(C1,C2)$ = Jarak customer 1 ke customer 2

Berikut perhitungan komsumen jenis box penghematan dalam sesuai km

Misal C1 – C2

$$\begin{aligned} S(C1,C2) &= J(G,C1) + J(G,C2) - J(C1,C2) \\ &= 26 + 66 - 51 = 41 \end{aligned}$$

Tabel VIII. Matriks penghematan dalam sesuai km

Rute	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
C1	1	0													
C2	2	41	0												
C3	3	6	2	0											
C4	4	13	38	3	0										
C5	5	27	21	11	5	0									
C6	6	34	27	11	5	55	0								
C7	7	-8	-12	32	-9	-4	-4	0							
C8	8	13	9	46	12	34	16	9	0						
C9	9	13	9	5	2	21	17	-7	23	0					
C10	10	40	32	17	10	59	56	4	26	25	0				
C11	11	29	23	11	4	81	55	-2	37	22	55	0			
C12	12	41	121	-2	37	27	24	-16	6	5	31	19	0		
C13	13	41	124	-2	37	27	24	-16	6	5	32	19	28	0	
C14	14	38	118	-2	37	26	25	-16	7	5	2	18	27	143	0

Sumber: Pengolah Data

Selanjutnya langkah berikutnya pengurutan peringkat penghematan matrik dari jarak penghematan yang nilai terbesar terlebih dahulu sampai penghematan yang nilai terkecil sesuai dengan km-nya.

Tabel IX. Peringkat penghematan dalam sesuai km

Peringkat	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat	Nilai
1	143	24	32	47	19	70	5
2	124	25	32	48	18	71	5
3	121	26	32	49	17	72	5
4	118	27	31	50	17	73	4
5	81	28	29	51	16	74	4
6	59	29	28	52	13	75	3
7	56	30	27	53	13	76	2
8	55	31	27	54	13	77	2
9	55	32	27	55	12	78	2
10	55	33	27	56	11	79	-2
11	46	34	27	57	11	80	-2
12	41	35	26	58	11	81	-2
13	41	36	26	59	10	82	-2
14	41	37	25	60	9	83	-4
15	40	38	25	61	9	84	-4
16	38	39	24	62	9	85	-7
17	38	40	24	63	7	86	-8
18	37	41	23	64	6	87	-9
19	37	42	23	65	6	88	-12
20	37	43	22	66	6	89	-16
21	37	44	21	67	5	90	-16
22	34	45	21	68	5	91	-16
23	34	46	19	69	5		

Sumber: Pengolah Data

- 4.6.2. Penentuan Alokasi Produk ke *Customer* Untuk Tiap Alat Angkut
Setelah diurutkan peringkat yang tertinggi sampai yang terendah selanjutnya di iterasi, untuk menentukan rute, dan kapasitas yang pas pada setiap *customer*.

Tabel X. Hasil iterasi 10 dalam sesuai km

Rute	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
C1	B	0													
C2	B	41	0												
C3	D	6	2	0											
C4	E	13	38	3	0										
C5	C	27	21	11	5	0									
C6	E	34	27	11	5	55	0								
C7	D	-8	-12	32	-9	-4	-4	0							
C8	D	13	9	46	12	34	16	9	0						
C9	D	13	9	5	2	21	17	-7	23	0					
C10	C	40	32	17	10	59	56	4	26	25	0				
C11	C	29	23	11	4	81	55	-2	37	22	55	0			
C12	B	41	121	-2	37	27	24	-16	6	5	31	19	0		
C13	A	41	124	-2	37	27	24	-16	6	5	32	19	28	0	
C14	A	38	118	-2	37	26	25	-16	7	5	2	18	27	143	0

Sumber: Pengolah Data

4.6.3. Pengurutan dan Rute Baru

Berdasarkan alokasi kendaraan penentuan alokasi produk ke customer untuk tiap alat angkut diperoleh jarak *saving matrix* sebagai berikut :

a. Rute baru pengiriman *saving matrix*

Rute A

Pada penentuan rute A menggunakan *saving matrix* diperoleh solusi (G-C13-C14-G) dengan jumlah jaraknya.

$$\begin{aligned} \text{Rute A} &= 74 \text{ km} + 466 \text{ km} + 535 \text{ km} \\ &= 1075 \text{ km} \end{aligned}$$

Rute B

Pada penentuan rute B menggunakan *saving matrix* diperoleh solusi (G-C2-C12-C1-G) dengan jumlah jaraknya.

$$\begin{aligned} \text{Rute B} &= 66 \text{ km} + 67 \text{ km} + 107 \text{ km} + 26 \text{ km} \\ &= 266 \text{ km} \end{aligned}$$

Rute C

Pada penentuan rute C menggunakan *saving matrix* diperoleh solusi (G-C5-C11-C10-G) dengan jumlah jaraknya.

$$\begin{aligned} \text{Rute C} &= 44 \text{ km} + 15 \text{ km} + 33 \text{ km} + 36 \text{ km} \\ &= 128 \text{ km} \end{aligned}$$

Rute D

Pada penentuan rute D menggunakan *saving matrix* diperoleh solusi (G-C3-C8-C7-C9-G) dengan jumlah jaraknya.

$$\begin{aligned} \text{Rute D} &= 31 \text{ km} + 15 \text{ km} + 44 \text{ km} + 41 \text{ km} + 11 \text{ km} \\ &= 142 \text{ km} \end{aligned}$$

Rute E

Pada penentuan rute E menggunakan *saving matrix* diperoleh solusi (G-C4-C6-G) dengan jumlah jaraknya.

$$\begin{aligned} \text{Rute E} &= 23 \text{ km} + 54 \text{ km} + 36 \text{ km} \\ &= 113 \text{ km} \end{aligned}$$

b. Pengurutan rute pengiriman dengan prosedur *neurest neighbor*.

Hasil iterasi pengalokasian kendaraan berdasarkan metode *saving matrix* diperoleh 5 rute konsumen jenis box yaitu rute A : (C13,C14), rute B : (C2,C12,C1), rute C : (C5,C11,C10), rute D : (C3,C8,C7,C9), dan rute E : (C4,C6).

Metode *neurest neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jarak rute terpendek dengan jarak yang paling terdekat antara customer satu dengan customer yang lainnya, antara lain sebagai berikut:

Rute A (G-C13-C14-G)

Iterasi 1

Awal perjalanan dimulai dari gudang (G) dengan total = 0 km

Tabel XI Iterasi 1 rute A dalam satuan km

Kode	Jarak dari gudang (G)
C13	74
C14	535

Sumber: Pengolah Data

Ukuran jarak tersebut dapat dilihat pada tabel VII . Pengiriman dilihat dari lokasi terdekat terlebih dahulu maka diperoleh rute gudang (G) menuju *customer* 13 (C13)

Iterasi 2

Perjalanan dimulai dari C13 dengan total jarak = 0 km

Tabel XIII Iterasi 2 rute A dalam satuan km

Kode	Jarak dari <i>Customer</i> 13
C13	0
C14	466

Sumber: Pengolah Data

Ukuran jarak tersebut dapat dilihat pada tabel VII . Pengiriman dilihat dari lokasi terdekat terlebih dahulu maka diperoleh rute customer 13 (C13) menuju customer 14 (C14). Setelah menggunakan perhitungan *nearest neighbor* diperoleh solusi dari (G-C13-C14-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute A} = 74 \text{ km} + 466 \text{ km} + 535 \text{ km} = 1075 \text{ km}$$

Dan seterusnya sampai rute E menggunakan perhitungan *nearest neighbor*.

4.6.4. Rute baru pengiriman

Berdasarkan hasil pengurutan rute ,aka diperoleh jumlah jarak pengiriman untuk pendistribusian kepada customer jumlah *order size* sebagai berikut:

Rute A

(G-C3-C14-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute A} = 74 \text{ km} + 466 \text{ km} + 535 \text{ km} = 1075 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah order} = 340 \text{ box} + 200 \text{ box} = 540 \text{ box}$$

Rute B

(G-C1-C2-C12-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute B} = 26 \text{ km} + 51 \text{ km} + 67 \text{ km} + 122 \text{ km} = 266 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah order} = 300 \text{ box} + 150 \text{ box} + 100 \text{ box} = 550 \text{ box}$$

Rute C

(G-C10-C5-C11-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute C} = 36 \text{ km} + 21 \text{ km} + 15 \text{ km} + 52 \text{ km} = 124 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah order} = 200 \text{ box} + 200 \text{ box} + 150 \text{ box} = 550 \text{ box}$$

Rute D

(G-C9-C8-C3-C7-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute D} = 11 \text{ km} + 18 \text{ km} + 15 \text{ km} + 22 \text{ km} = 66 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah order} = 200 \text{ box} + 180 \text{ box} + 120 \text{ box} + 100 \text{ box} = 600 \text{ box}$$

Rute E

(G-C4-C6-G) dengan jumlah jarak :

$$\text{Rute E} = 23 \text{ km} + 54 \text{ km} + 36 \text{ km} = 113 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah order} = 200 \text{ box} + 210 \text{ box} = 410 \text{ box}$$

4.6.5. Pehitungan biaya transportasi

Setelah penerapan metode nearest neighbor maka didapatkan biaya dan rute baru sebagai berikut :

$$\text{Rute } x = \text{Jarak customer} \times \frac{1}{\text{Jarak tempuh dalam 1 liter}} \times \text{Harga BBM/litter}$$

$$\text{Rute A} = 1075 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. 9.400} = \text{Rp. 1.684.166}$$

$$\text{Rute B} = 266 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. 9.400} = \text{Rp. 416.733}$$

$$\text{Rute C} = 124 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. 9.400} = \text{Rp. 194.266}$$

$$\text{Rute D} = 66 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. 9.400} = \text{Rp. 103.400}$$

$$\text{Rute E} = 113 \times \frac{1}{6} \times \text{Rp. 9.400} = \text{Rp. 177.033}$$

Total jarak, rute setelah penerapan metode *nearest neighbor* yaitu 1644 km. Sehingga diperoleh keseluruhan biaya transportasi berdasarkan rute usulan tersebut sebesar :

$$\text{Rute A : (G-C13-C14-G)} = \text{Rp. 1.684.166}$$

$$\text{Rute B : (G-C1-C2-C12-G)} = \text{Rp. 416.733}$$

$$\text{Rute C : (G-C10-C5-C11-G)} = \text{Rp. 194.266}$$

$$\text{Rute D : (G-C9-C8-C3-C7-G)} = \text{Rp. 103.400}$$

$$\text{Rute E : (G-C4-C6-G)} = \text{Rp. 177.033}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. 2.575.598}$$

Biaya konsumsi pengendara atau sopir/hari yaitu

$$\text{Rp. 30.000} \times 10 = \text{Rp. 300.000}$$

Biaya Retribusi

$$\text{Jabodetabek,} \times \text{Rp. 50.000} = \text{Rp. 500.000}$$

$$\text{Subang} \times \text{Rp. 200.000} = \text{Rp. 200.000}$$

$$\text{Solo,} \times \text{Rp. 500.000} = \text{Rp. 500.000}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. 1.200.000}$$

Total biaya transportasi awal :

$$\text{Total biaya bahan bakar} + \text{Total biaya konsumsi} + \text{Total biaya retribusi}$$

$$= \text{Rp. 2.575.598} + \text{Rp. 300.000} + \text{Rp. 1.200.000}$$

$$= \text{Rp. 4.075.598} / \text{minggu atau Rp. 16.302.392} / \text{bulan.}$$

Sehingga didapatkan penghematan sebesar :

$$= \text{Biaya awal} - \text{Biaya usulan}$$

$$= \text{Rp. 4.735.231} - \text{Rp. 4.075.598} = \text{Rp. 659.633.}$$

4.6. Analisis Rute Distribusi

Hasil dari pengolahan data menggunakan metode saving matrix yaitu memperoleh rute baru sebanyak 5 rute. PT. XYZ pendistribusian menggunakan alat angkut truck yang berjenis CLD (*Colt Diesel*). Pengiriman setiap rute masing-masing mendapatkan satu armada mendapat 2 orang dalam 1 truck, dan rutenya tersebut dibagi ke rute A, rute B, rute C, rute D dan rute E. Pengalokasian customer beban pada setiap

masing-masing armada yaitu rute A membawa beban sebanyak 540 box, rute B sebanyak 550 box, rute C sebanyak 550 box, rute D sebanyak 600 box dan rute D sebanyak 410 box.

4.6.1. Rute Baru Pengiriman

a. Rute baru menggunakan metode *saving matrix*

Setelah diperoleh rute pengiriman menggunakan metode *saving matrix* yang digunakan untuk memperoleh rute terpendek berdasarkan kapasitas yang dimiliki perusahaan. Rute baru menggunakan metode *saving matrix* sebagai berikut:

Rute A : (G-C13-C14-G)

Rute B : (G-C2-C12-C1-G)

Rute C : (G-C5-C11-C10-G)

Rute D : (G-C3-C8-C7-C9-G)

Rute E : (G-C4-C6-G)

Berikut ini adalah perubahan jarak awal pengiriman dan jarak setelah menggunakan metode *saving matrix*.

Tabel XIV. Jarak *saving matrix*

Total jarak awal (km)	Total jarak <i>saving matrix</i> (km)	Selisih jarak (km)	Hemat (%)
1931	1724	207	11%

Sumber: Pengolah Data

b. Rute baru menggunakan metode *nearest neighbor*

Pengurutan rute menggunakan metode *nearest neighbor*, menurut suparjo (2009) menggunakan metode *nearest neighbor* dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan *customer* terdekat. Rute baru menggunakan metode *nearest neighbor* yaitu

Rute A : (G-C13-C14-G)

Rute B : (G-C1-C2-C12-G)

Rute C : (G-C10-C5-C11-G)

Rute D : (G-C9-C8-C3-C7-G)

Rute E : (G-C4-C6-G)

Berikut ini adalah perubahan jarak awal pengiriman dan jarak setelah menggunakan metode *nearest neighbor*.

Tabel XV. Jarak *nearest neighbor*

Total jarak <i>saving matrix</i> (km)	Total jarak <i>nearest neighbor</i> (km)	Selisih jarak (km)	Hemat (%)
1724	1644	80	5%

Sumber: Pengolah Data

4.6.2. Analisa Biaya Pengiriman

Biaya merupakan alat pembayaran, hal yang harus diperhatikan untuk mendukung berjalannya pengiriman pada perusahaan. Berikut ini adalah biaya usulan setelah menggunakan metode *nearest neighbor*.

Tabel XVI. Biaya usulan *nearest neighbor*

Total biaya awal (Rp)	Total biaya <i>nearest neighbor</i> (Rp)	Selisih biaya (Rp)	Hemat (%)
Rp. 4.735.231	Rp. 4.075.598	Rp. 659.633	
Atau	Atau	Atau	14%
Rp. 18.940.924 / bln	Rp. 16.302.392 / bln	Rp. 2.638.532	

Sumber: Pengolah Data

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh suatu kesimpulan yaitu: Pada pendistribusian awal perusahaan menggunakan 8 rute setelah menggunakan metode saving matrix berubah menjadi 5 rute baru, dimana urutan rute usulan menggunakan metode *nearest neighbor* dimulai dari rute A sampai rute E dengan jarak tempuh awal 1931 km setelah menggunakan metode nearest neighbor menjadi 1644 km atau penghematan sebesar 16%, pendistribusian menggunakan 5 truck yang berjenis CLD (Cold diesel) yang berkapasitas 600 box. Rute yang diperoreh setelah menggunakan metode nearest neighbor sebaagai berikut :

- Rute A : (G-C13-C14-G) dengan jarak 1075 km
- Rute B : (G-C1-C2-C12-G) dengan jarak 266 km
- Rute C : (G-C10-C5-C11-G) dengan jarak 124 km
- Rute D : (G-C9-C8-C3-C7-G) dengan jarak 66 km
- Rute E : (G-C4-C6-G) dengan jarak 113 km

Setelah mendapatkan urutan rute baru menggunakan metode nearest neighbor, biaya pengiriman pada rute awal sebesar Rp. 18.940.924 / bulan tetapi setelah menggunakan metode saving matrix diperoleh biaya pengiriman sebesar Rp. 16.302.392 / bulan . Minimasi biaya diusulkan berdasarkan pengiriman kepada customer menggunakan metode nearest neighbor dengan menghemat biaya pengiriman sebesar 16%, yang beralokasi Jabodetabek, Cikampek Subang, Solo lebih minimum dengan pengiriman yang tidak melebihi kapasitas armada melalui pengurutan rute yang paling dekat. Pengiriman selanjutnya diharapkan perusahaan dapat menggunakan jalur pendistribusian baru dengan menggunakan metode saving matrix dan metode *nearest neighbor*, agar biaya pengirimannya dapat dikendalikan dengan melalui jalur pengiriman yang lebih pendek atau terdekat dan biayanya menjadi optimum.

Daftar Pustaka

- [1] Muhammad, Bakhtiar, and M. Rahmi, "Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya," *Ind. Eng. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 10–15, 2017.
- [2] N. Aprilia, "Penerapan Metode Saving Matrix Untuk Meminimasi Biaya Pengiriman Produk Kemasan Pada PT XYZ," *Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–9, 2019.
- [3] N. Ikfan and M. Ilyas, "Penentuan rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 165–178, 2013.

- [4] A. Momon and D. W. Ardiatma, "Penentuan Rute Distribusi Suku Cadang Kendaraan Bermotor dalam Meminimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Inti Polymetal Karawang)," *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 17–24, 2018.
- [5] T. J. Pattiasina, E. T. Setyoadi, and D. Wijayanto, "Saving matrix method for efficient distribution route based on google maps API," *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 2–3, pp. 183–188, 2018.
- [6] F. J. Sesa, H. Syarifudin, and Y. Rizal, "Optimasi Rute Pengiriman Produk dengan Meminimumkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrix di PT . DEF," vol. 2, no. 4, pp. 18–22, 2016.
- [7] R. Yuniarti and M. Astuti, "Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang," *Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 17–26, 2013.
- [8] Suparjo, "METODE SAVING MATRIX SEBAGAI METODE ALTERNATIF UNTUK EFISIENSI BIAYA DISTRIBUSI (Studi Empirik Pada Perusahaan Angkutan Kayu Gelondongan Di Jawa Tengah)," *Media Ekon. Dan Manaj.*, vol. 32, no. 2, pp. 137–153, 2017.
- [9] Suparjo, "Use Of The Saving Matrix Method As An Alternative For Distribution Cost Efficiency: An Empirical Study On Log Timber Companies In Central Java," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, pp. 398–402, 2019.
- [10] A. Sutoni and I. Apipudin, "Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Pupuk Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Dengan Metode Saving Matrix," *Spektrum Ind.*, vol. 17, no. 2, p. 143, 2019.
- [11] S. Supriyadi, K. Mawardi, and A. Nalhadi, "Minimasi Biaya Dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode Savings Matrix," *Semin. Nas. Inst. Supply Chain dan Logistik Indones. Univ. Hasanuddin Makassar*, no. September, pp. 1–8, 2017.
- [12] M. Maulidiah, J. Jono, and I. R. Ramli, "Penentuan Rute Penyaluran Bantuan Bencana Guna Meminimalkan Biaya Distribusi Dengan Metode Saving Matriks," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [13] R. Putrafi, "PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM UNTUK EFISIENSI RUTE MENGGUNAKAN METODE SAVING Matriks," vol. 17, 2020.
- [14] N. F. Ade Irman SM, Ratna Ekawati, "Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan Algoritma Clarke & Wright Saving Dan Model Vehicle Routing Problem," pp. 1–7, 2017.
- [15] D. Agustina and M. Fauzi, "Penentuan Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Cluster First-Route Second (Studi Kasus PT . Herbalife cabang Yogyakarta)," pp. 60–68, 2016.
- [16] S. Basriati and R. Sunarya, "Optimasi Distribusi Koran Menggunakan Metode Saving Matriks (Studi Kasus : PT . Riau Pos Intermedia)," no. November, pp. 448–453, 2015.
- [17] J. O. Ong and Saraka Arianto, "Implementasi Distribusi Requirement Planning dan

- Saving Matrix untuk Meminimasi Total Biaya Distribusi di Industri Bahan Kimia,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 152–164, 2013.
- [18] S. R. F. Fitri, “Optimasi Jalur Distribusi Produk Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix untuk Penghematan Biaya Operasional,” *J. Valtech*, vol. 1, no. 1, pp. 103–109, 2018.
- [19] H. P. MUHAMMAD ABELL AMANDA, ARIF IMRAN, “PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI UNTUK MINIMASI BIAYA DISTRIBUSI TEH WALINI READY TO DRINK DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII (PERSERO),” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 03, no. 01, pp. 260–271, 2015.
- [20] M. A. K. Parikesit, Yuliati, P. R. Angka, A. Gunadhi, A. Joewono, and R. Sitepu, “PENENTUAN RUTE TERPENDEK DENGAN METODE TABU SEARCH (STUDI KASUS),” *Sci. J. Widya Tek.*, vol. 17, no. 2, pp. 63–71, 2018.
- [21] Lukmandono, M. Basuki, M. J. Hidayat, and F. B. Aji, “Application of Saving Matrix Methods and Cross Entropy for Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Resolving,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 462, no. 1, 2019.
- [22] N. S. Dini, “Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika Dan Pencarian Tabu Di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto,” vol. 19, no. 01, p. 136, 2015.
- [23] F. Ahmad and H. F. Muharram, “Penentuan Jalur Distribusi Dengan Metode Saving Matriks,” *Competitive*, vol. 13, no. 1, p. 45, 2018.