



Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Saving Matrix* untuk Meminimalkan Biaya Transportasi pada UMKM Gerai Kimia di Kec. Namorambe

Uun Novalia Harahap¹, Yasmin S.D Daulay², Zaharuddin^{3*}

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Komputer, Teknik industri, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

*Corresponding author: zaharuddin@unhar.ac.id

ARTICLE INFO

Received: 14-11-2023
Revision: 19-01-2024
Accepted: 03-04-2024

Keywords:

Saving matrix
Distribusi
Routing
Transportasi

ABSTRAK

UMKM Gerai kimia merupakan industri kimia berskala mikro yang memproduksi sabun pembersih. Pengiriman produk harus sesuai dengan permintaan pelanggan dan dilakukan secara optimal, sehingga proses distribusi tidak mengakibatkan pemborosan biaya, jarak dan waktu. Pendistribusian produk yang dilakukan UMKM Gerai Kimia masih belum efektif dan acak, tidak memperhatikan lokasi, jarak retail yang dituju dan beban angkut yang mengakibatkan besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan biaya distribusi dengan cara mengoptimalkan rute distribusi dengan memperhatikan lokasi konsumen, jumlah permintaan konsumen, jarak gudang ke konsumen, dan beban angkut kendaraan. Pengoptimalan rute distribusi dilakukan dengan menggunakan metode *saving matrix* sehingga dapat memperpendek jarak tempuh dan menghemat biaya distribusi. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode *saving matrix*, jarak tempuh per bulannya dapat dihemat sebesar 14% - 24%, dan biaya distribusi selama satu tahun yang awalnya sebesar Rp 7.740.000 menjadi Rp 6.267.998,3 yang artinya terjadi penghematan sebanyak Rp 1.472.001,7 dan efisiensi biaya sebesar 19,01% selama satu tahun.

1. PENDAHULUAN

Tingkat pelayanan terhadap konsumen dipengaruhi oleh ketepatan dan kecepatan distribusi produk [1]. Dalam hal menjamin ketepatan pengiriman produk baik waktu, kualitas maupun jumlah produk ke konsumen diperlukan perencanaan distribusi dan transportasi yang optimal [2]. Namun, distribusi yang optimal tergantung dari kompleksitas pendistribusian produk yang akan semakin meningkatkan tingkat kesukarannya karena dengan adanya beberapa batasan tempat tujuan, kapasitas dan keterbatasan sumber daya yang harus dipenuhi bersama-sama dengan tujuan untuk meminimalkan biaya distribusi [3],[4].

Gerai Kimia merupakan industri kecil kimia yang bergerak dalam bidang produksi cairan pembersih untuk kebutuhan rumah tangga, kantor, restoran, maupun industri. Sasaran distribusi UMKM Gerai Kimia adalah dapat memanfaatkan waktu pengiriman produk secara tepat, jarak yang singkat, dan biaya yang efisien. UMKM Gerai Kimia dituntut untuk dapat merancang kinerja pengiriman yang reliabel. Namun untuk memenuhi sasaran tersebut ada beberapa keterbatasan, seperti belum adanya perencanaan rute pendistribusian barang yang tepat, belum adanya perhitungan jarak antar outlet secara pasti, belum ada perhitungan waktu pengiriman yang dapat membantu memastikan berapa outlet yang bisa dikunjungi dalam satu hari, dan kurangnya pertimbangan kapasitas angkut.

UMKM Gerai kimia mempunyai 6 konsumen tetap, yaitu PT. Mitra Bali Sukses (cabang 1-4), Pos Bloc Medan dan PT. Kelola Jasa Artha. Dalam kegiatan distribusi produk, UMKM Gerai Kimia tidak mempertimbangkan jarak antar konsumen secara pasti. Menerapkan rute yang tidak dipertimbangkan jaraknya akan menyebabkan pemborosan biaya transportasi. Jarak tempuh pengiriman produk dapat diperpendek dengan membentuk rute distribusi yang lebih optimal sehingga bisa menghemat biaya transportasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan [5], mengenai pembentukan rute distribusi, kegiatan distribusi melibatkan

pembentukan urutan rute – rute dalam transportasi. Permasalahan yang berfokus pada penentuan rute optimal dengan tujuan meminimalkan biaya distribusi merupakan permasalahan rute kendaraan yang disebut *Vehicle Routing Problem* (VRP)[6]. VRP adalah permasalahan yang melibatkan rute kendaraan dengan berbasis depot yang melayani konsumen yang tersebar dengan permintaan tertentu. Karakteristik dari VRP yaitu kendaraan yang digunakan berangkat dan kembali ke gudang yang sama, diketahui jumlah permintaan konsumen serta memenuhi sejumlah kendala lainnya[7].

Salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah dengan menggunakan metode *saving matrix*. *Saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal [8]. Untuk mengatasi permasalahan pemborosan biaya transportasi di UMKM Gerai Kimia, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan rute pengiriman produk yang lebih optimal menggunakan metode *saving matrix* dengan harapan dapat meminimasi jarak tempuh dan mengurangi biaya transportasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Saving Matrix

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini adalah metode *Saving Matrix* [7],[8]. *Saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah armada pengiriman berdasarkan kapasitas armada pengiriman tersebut agar didapatkan rute terpendek dan biaya distribusi pengiriman yang minimal [11]. Langkah-langkah dalam penentuan rute menggunakan metode *Saving Matrix* menurut [12], [13], adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak (*Distance Matrix*)

Matriks jarak mengidentifikasi jarak tempuh kendaraan yang digunakan untuk mengirim produk dari depot ke konsumen ataupun dari konsumen ke konsumen yang lain. Pada langkah ini, diperlukan jarak antara gudang ke masing-masing konsumen dan jarak antara konsumen. Dimana dalam memperoleh jarak tersebut dibutuhkan bantuan dari aplikasi *google maps*. Cara menghitung jarak pada masing-masing lokasi terhadap Gudang pusat sebagai berikut dengan persamaan:

$$d_{ij} = \sqrt{[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- x_i = koordinat x untuk fasilitas i
- y_i = koordinat y untuk fasilitas i
- x_j = koordinat x untuk fasilitas j
- y_j = koordinat y untuk fasilitas j
- d_{ij} = jarak antar fasilitas i dan j

2. Mengidentifikasi Matriks Penghematan (*Saving Matrix*).

Saving matriks merupakan presentasi dari pengeluaran yang akan timbul ketika konsumen ditambahkan dalam sebuah armada transportasi. *Saving Matrix* merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua konsumen ke dalam satu rute selama tidak melebihi kapasitas angkut. Rumus untuk mendapatkan matriks penghematan (*Saving Matrix*) adalah sebagai berikut:

$$S(x, y) = J(G, x) + J(G, y) - J(x, y) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- (x, y) : Penghematan jarak (*Saving Matrix*) yang diperoleh dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu.
- (G, x) : Jarak dari gudang ke konsumen x.
- (G, y) : Jarak dari gudang ke konsumen y.
- (x, y) : Jarak dari konsumen x ke konsumen y.

3. Membagi Konsumen Dalam Rute

Langkah pertama dari prosedur iterasi ini adalah menggabungkan dua rute dengan nilai penghematan yang terbesar menjadi satu rute yang layak. Prosedur ini dilakukan berulang hingga semua customer telah teralokasi dalam rute yang ada, dan iterasi dilakukan terus menerus sampai tidak ditemukan lagi kombinasi yang layak.

Adapun Langkah – Langkah nya yaitu:

- a. Awalnya setiap pelanggan dialokasikan pada rute yang berbeda
- b. Dua rute dapat digabung menjadi satu rute yang feasible jika total pengiriman ke kedua rute tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan
- c. Pada setiap iterasi, gabungkan rute dengan savings terbesar kedalam satu rute baru yang feasible. Uji feasibilitas, jika feasible maka dapat dilakukan perhitungan utilitas. Jika tidak, maka kembali ke langkah sebelumnya dan menambah n menjadi n + 1.
- d. Ulangi sampai tidak ada lagi kombinasi yang memungkinkan

4. Melakukan Pengurutan Kunjungan Dalam Setiap Rute

Tujuan tahap ini yaitu melakukan urutan kunjungan kendaraan yang ada pada setiap rute yang telah dibentuk, sehingga waktu tempuh kendaraan dapat diminimalkan. Beberapa prosedur yang dapat digunakan dalam melakukan pengurutan kunjungan diantaranya:

a. *Nearest Insert*

Pengurutan kunjungan dengan metode ini dilakukan dengan memasukkan konsumen dalam sebuah rute kendaraan dengan memulainya dari konsumen yang memiliki peningkatan jarak yang paling kecil atau yang jaraknya paling dekat dengan gudang [14].

b. *Nearest Neighbour*

Pengurutan kunjungan konsumen dengan prosedur ini dimulai dari gudang kemudian dilakukan penambahan konsumen yang jaraknya paling dekat dengan gudang. Pada setiap tahap, rute yang ada dibangun dengan melakukan penambahan konsumen yang jaraknya paling dekat dengan konsumen terakhir yang dikunjungi. Tahapan dalam metode *nearest neighbor* yaitu [15]:

Langkah 1 : memilih konsumen yang jaraknya terdekat dengan gudang

Langkah 2 : menambahkan konsumen yang jaraknya paling dekat dengan konsumen yang dikunjungi terakhir.

2.2 Data Konsumen

UMKM Gerai Kimia memiliki 6 konsumen tetap. Rute pengiriman produk di UMKM Gerai Kimia yaitu dengan mengunjungi konsumen 1 sampai dengan 6 secara berurutan. Jarak yang ditempuh untuk mengirimkan produk selama 1 bulan mencapai 528 km. Berikut ini disajikan data nama konsumen, alamat konsumen dan jarak tempuh dari gudang ke konsumen tersebut. Tabel 1 menunjukkan data konsumen tetap di UMKM Gerai Kimia.

Tabel 1. Data Konsumen UMKM Gerai Kimia

Kode	Unit Usaha	Alamat	Jarak
1	PT. Mitra Bali Sukses Cabang 1	Jl. Dr. Mansyur	15 km
2	PT. Mitra Bali Sukses Cabang 2	Jl. Mongonsidi	15 km
3	PT. Mitra Bali Sukses Cabang 3	Jl. Karya	20 km
4	PT. Mitra Bali Sukses Cabang 4	Jl. Marelan Raya	31 km
5	Pos Bloc Medan	Jl. Kesawan	17 km
6	PT. Kelola Jasa Artha	Jl. Sei Rokan	16 km

2.3 Data Permintaan Produk

Data jumlah permintaan produk disajikan dalam periode satu tahun, yaitu mulai dari bulan Januari 2022 – Desember 2022. Tabel 2 menunjukkan data permintaan produk.

Tabel 2. Data Permintaan Produk Januari 2022 – Desember 2022

BULAN	TUJUAN						TOTAL	BULAN	TUJUAN						TOTAL
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
JAN	Minggu I	30	20	28	13	3	3	AGT	Minggu I	15	17	32	20	4	3
	Minggu II	10	15	28	14	4			Minggu II	20	18	28	12	4	
	Minggu III	20	13	27	20	3			Minggu III	23	15	27	12	4	
	Minggu IV	19	10	32	9	4			Minggu IV	15	10	28	10	5	
	Total	79	58	115	56	14	3		325	Total	73	60	115	54	17
FEB	Minggu I	30	20	30	10	5	5	SEP	Minggu I	18	19	30	13	4	3
	Minggu II	15	10	25	15	5			Minggu II	20	20	20	15	4	
	Minggu III	18	15	25	20	3			Minggu III	25	20	30	18	3	
	Minggu IV	20	10	30	10	5			Minggu IV	20	10	25	12	5	
	Total	83	55	110	55	18	5		326	Total	83	69	105	58	16
MAR	Minggu I	25	15	25	12	5	3	OKT	Minggu I	10	20	25	13	4	3
	Minggu II	10	15	27	10	5			Minggu II	15	20	25	14	4	
	Minggu III	20	20	27	25	5			Minggu III	20	15	25	20	3	
	Minggu IV	20	12	30	8	5			Minggu IV	23	12	25	9	3	
	Total	75	62	109	55	20	3		324	Total	68	67	100	56	14
APR	Minggu I	33	15	30	8	4	4	NOV	Minggu I	30	20	27	15	3	5
	Minggu II	17	12	31	13	4			Minggu II	15	20	25	10	4	
	Minggu III	15	12	20	14	4			Minggu III	15	10	30	21	3	
	Minggu IV	20	12	25	20	3			Minggu IV	20	10	32	15	5	
	Total	85	51	106	55	15	4		316	Total	80	60	114	61	15
MEI	Minggu I	30	18	30	14	5	3	DES	Minggu I	35	20	32	18	5	5
	Minggu II	10	12	30	15	3			Minggu II	20	13	31	17	3	
	Minggu III	19	15	30	15	3			Minggu III	20	15	33	18	3	
	Minggu IV	20	20	15	16	4			Minggu IV	10	15	30	20	3	
	Total	79	65	105	60	15	3		327	Total	85	63	126	73	14
JUN	Minggu I	20	28	28	15	3	3	JUL	Minggu I	25	20	30	10	4	3
	Minggu II	30	10	27	15	4			Minggu II	25	15	25	10	4	
	Minggu III	15	15	28	22	4			Minggu III	10	13	22	23	4	
	Minggu IV	15	10	15	5	4			Minggu IV	17	15	30	10	4	
	Total	80	63	98	57	15	3		316	Total	77	63	107	53	16

2.4 Jarak UMKM Gerai Kimia Ke Konsumen Dan Jarak Antar Konsumen (Matrix Jarak)

Jarak dari UMKM Gerai kimia ke konsumen dan jarak antar konsumen dibuat dalam tabel matrix, digunakan dalam menentukan jalur distribusi barang. Jarak didapat dengan menggunakan googlemaps dalam satuan kilometer. Jarak dari UMKM Gerai kimia ke setiap outlet dan jarak antar outlet dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Matrix Jarak UMKM Gerai Kimia ke Setiap Outlet dan Jarak Antar Outlet (km)

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	15	15	20	31	17	16
1		0	4,7	7,5	15	6,3	2,5
2			0	6,7	16	4,7	3,2
3				0	8,7	3,8	5,7
4					0	12	16
5						0	4,6
6							0

Keterangan :

0 = Gudang

1 = Outlet ke-1

4 = Outlet ke-4

- 2 = Outlet ke-2
- 3 = Outlet ke-3
- 5 = Outlet ke-5
- 6 = Outlet ke-6

2.5 Rute dan Biaya Distribusi Awal

Rute awal yang digunakan UMKM Gerai kimia yaitu dengan mengunjungi konsumen 1 sampai dengan konsumen 6 secara berurutan. Rute awal ini diterapkan setiap bulannya, dengan total jarak tempuh 528 km tiap bulan. Biaya distribusi selama satu bulan sebesar Rp 645.000 atau Rp 7.740.000 selama satu tahun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mengidentifikasi Matriks Penghematan

Saving Matrix merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua konsumen ke dalam satu rute selama tidak melebihi kapasitas angkut. Berikut ini perhitungan penghematan jarak untuk Outlet 1 dan Outlet 2 dengan menggunakan persamaan 2 diatas:

$$S(1,2) = J(\text{Gudang},1) + J(\text{Gudang},2) - J(1,2)$$

$$= 15 + 15 - 4,7 = 25,3 \text{ km}$$

Dengan cara yang sama perhitungan penghematan jarak lainnya untuk setiap retailer dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Penghematan Jarak Antar Outlet

	1	2	3	4	5	6
1		25.3	27.5	31	25.7	28.5
2			28.3	30	27.3	27.8
3				42.3	33.2	30.3
4					36	31
5						28.4
6						

3.2 Mengalokasikan Outlet dalam Rute

Pada tahap awal, setiap outlet dialokasikan ke rute yang berbeda. Dari 6 rute yang terbentuk dapat dilakukan penggabungan sampai pada batas kapasitas angkut yang tersedia. Prosedur ini dilakukan berulang hingga semua outlet telah teralokasi dalam rute yang ada, dan iterasi dilakukan terus menerus sampai tidak ditemukan lagi kombinasi yang layak.

1. Januari Minggu ke-1, iterasi 1

Tabel 5. Matriks Penghematan Jarak Minggu Ke-1 (Iterasi 1)

	1	2	3	4	5	6
1		25.3	27.5	31	25.7	28.5
2			28.3	30	27.3	27.8
3				42.3	33.2	30.3
4					36	31
5						28.4
6						

Dari 6 rute yang terbentuk dapat dilakukan penggabungan sampai pada batas kapasitas armada yang digunakan, yaitu 48 jerigen. Penggabungan akan dilakukan dari nilai penghematan yang paling besar. Penghematan terbesar pertama yaitu 42,3 km yang merupakan penghematan jarak dari penggabungan outlet 3 dengan 4. Jumlah beban adalah (13+28) jerigen = 41 jerigen ≤ 48 jerigen sehingga iterasi dapat digunakan.

2. Januari Minggu ke-1, iterasi 2

Tabel 6. Matriks Penghematan Jarak Minggu Ke-1 (Iterasi 2)

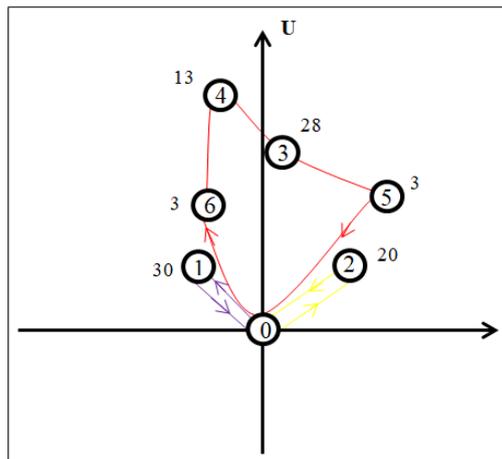
	1	2	3	4	5	6
1		25.3	27.5	31	25.7	28.5
2			28.3	30	27.3	27.8
3				42.3	33.2	30.3
4					36	31
5						28.4
6						

Penghematan terbesar kedua yaitu 36 km yang merupakan penghematan jarak dari outlet 4 ke 5. Maka, karena rute outlet 4 telah bergabung dengan outlet 3, rute pada iterasi kedua menjadi 3,4,5. Jumlah beban adalah $(13+28+3)$ jerigen = 44 jerigen \leq 48 jerigen sehingga iterasi dapat digunakan.

3. Januari Minggu ke-1, iterasi 3

Tabel 7. Matriks Penghematan Jarak Minggu Ke-1 (Iterasi 3)

	1	2	3	4	5	6
1		25.3	27.5	31	25.7	28.5
2			28.3	30	27.3	27.8
3				42.3	33.2	30.3
4					36	31
5						28.4
6						



Gambar 1. Mapping Rute Bulan Januari Minggu 1

Penghematan terbesar ketiga yaitu 33,2 km yang merupakan penghematan jarak dari outlet 3 ke 5. Tetapi, karena outlet 3 dan 5 sudah bergabung pada iterasi ke-2, maka dipilih penghematan terbesar urutan keempat yaitu 31 km, yang merupakan penghematan jarak dari outlet 4 ke 6. Kemudian outlet 6 ditambahkan pada rute kunjungan menjadi 3,4,5,6. Jumlah beban adalah $(13+28+3+3)$ jerigen = 47 jerigen \leq 48 jerigen sehingga iterasi dapat digunakan. Karena tidak ada lagi kombinasi rute yang memungkinkan, maka proses iterasi dapat dihentikan. Berikut ini rute akhir hasil dari *saving matrix* pada minggu ke - 1 ditunjukkan pada tabel 8:

Tabel 8. Rute Hasil *Saving Matrix* Bulan Januari Minggu Ke - 1

No.	Rute	Jarak (km)	Biaya Distribusi
1	0 - 6 - 4 - 3 - 5 - 0	61,5	Rp. 82.041,-
2	0 - 1 - 0	30	Rp. 40.020,-
3	0 - 2 - 0	30	Rp. 20.010,-
Total		121,5	Rp. 142.071,-

Untuk rute *saving matrix* pada minggu dan bulan selanjutnya didapatkan dengan mengikuti tahapan - tahapan penentuan rute *saving matrix* untuk bulan Januari

3.3 Pengurutan Rute

Tujuan tahap ini yaitu melakukan urutan kunjungan kendaraan yang ada pada setiap rute yang telah dibentuk, sehingga waktu tempuh kendaraan dapat diminimalkan. Prosedur yang digunakan dalam melakukan pengurutan kunjungan yaitu *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour*.

1. Metode *Nearest Insert*

Pengurutan kunjungan dengan metode ini dilakukan dengan memasukkan customer dalam sebuah rute kendaraan dengan memulainya dari customer yang memiliki peningkatan jarak yang paling kecil atau yang jaraknya paling dekat dengan gudang [14].

2. Metode *Nearest Neighbour*

Pengurutan kunjungan customer dengan prosedur ini dimulai dari depot kemudian dilakukan penambahan customer yang jaraknya paling dekat dengan depot. Pada setiap tahap, rute yang ada dibangun dengan melakukan penambahan customer yang jaraknya paling dekat dengan customer terakhir yang dikunjungi. Tahapan dalam metode *nearest neighbor* yaitu [15]:

Langkah 1 : memilih outlet yang jaraknya terdekat dengan gudang

Langkah 2 : menambahkan outlet yang jaraknya paling dekat dengan outlet yang dikunjungi terakhir.

3.4 Perbandingan Urutan Kunjungan Rute Awal, *Saving Matrix*, *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour*

Setelah dilakukan penghematan jarak tempuh menggunakan *saving matrix*, rute - rute yang telah terbentuk disempurnakan dengan cara mengurutkan kunjungan rute menggunakan metode metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*, sehingga dapat dicapai jarak dan biaya minimum. Berikut ini disajikan tabel perbandingan jarak dan biaya distribusi ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Urutan Kunjungan Rute Awal, *Saving Matrix*, *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour*

BULAN	MINGGU KE -	RUTE SAVING MATRIX		RUTE NEAREST INSERT		RUTE NEAREST NEIGHBOR	
		Jarak (km)	Biaya	Jarak (km)	Biaya	Jarak (km)	Biaya
JAN	Minggu I	121,5	Rp 142.071,00	124,1	Rp 145.539,40	133,5	Rp 158.079,00
	Minggu II	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	101,1	Rp 134.867,40	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	413	Rp 530.932,00	415,6	Rp 534.400,40	424,6	Rp 546.406,40
FEB	Minggu I	121,2	Rp 141.670,80	124	Rp 145.406,00	124	Rp 145.406,00
	Minggu II	92,4	Rp 123.260,80	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	102,7	Rp 137.001,80	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.001,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	408,7	Rp 525.195,00	415,5	Rp 534.267,00	415,1	Rp 533.401,40
MAR	Minggu I	96	Rp 128.064,00	98,8	Rp 131.799,20	98,8	Rp 131.799,20
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	131,7	Rp 155.677,80	131,7	Rp 155.677,80	131,7	Rp 155.677,80
	Minggu IV	92,4	Rp 100.116,70	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	412,5	Rp 507.120,10	420,9	Rp 541.470,60	420,9	Rp 541.470,60
APR	Minggu I	121,2	Rp 141.670,80	124	Rp 145.406,00	124	Rp 145.406,00
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	398,4	Rp 511.455,60	409,6	Rp 526.396,40	409,6	Rp 526.396,40
MEI	Minggu I	129	Rp 152.076,00	129,7	Rp 153.009,80	129,7	Rp 153.009,80
	Minggu II	92,4	Rp 100.116,70	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	406,2	Rp 498.715,90	415,3	Rp 534.000,20	415,3	Rp 534.000,20
JUN	Minggu I	121,2	Rp 139.336,30	124	Rp 165.416,00	124	Rp 165.416,00
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00
	Minggu IV	92	Rp 102.718,00	94,8	Rp 106.453,20	94,8	Rp 106.453,20
	Total	411,6	Rp 506.719,90	420	Rp 540.270,00	420	Rp 540.270,00
JUL	Minggu I	96	Rp 128.064,00	98,8	Rp 131.799,20	98,8	Rp 131.799,20

BULAN	MINGGU KE -	RUTE SAVING MATRIX		RUTE NEAREST INSERT		RUTE NEAREST NEIGHBOR	
		Jarak (km)	Biaya	Jarak (km)	Biaya	Jarak (km)	Biaya
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	100,7	Rp 134.333,80	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	381,5	Rp 508.921,00	390,3	Rp 520.660,20	389,9	Rp 520.126,60
AGT	Minggu I	135,1	Rp 160.213,40	135,1	Rp 160.213,40	135,1	Rp 160.213,40
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	412,3	Rp 529.998,20	420,7	Rp 541.203,80	420,7	Rp 541.203,80
SEP	Minggu I	93,4	Rp 124.595,60	96,2	Rp 128.330,80	96,2	Rp 128.330,80
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	102,7	Rp 137.001,80	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	380,9	Rp 508.120,60	387,7	Rp 517.191,80	387,3	Rp 516.658,20
OKT	Minggu I	96	Rp 128.064,00	98,8	Rp 131.799,20	98,8	Rp 131.799,20
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu IV	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Total	373,2	Rp 497.848,80	384,4	Rp 512.789,60	384,4	Rp 512.789,60
NOV	Minggu I	121,2	Rp 141.670,80	124	Rp 145.406,00	124	Rp 145.406,00
	Minggu II	92,4	Rp 123.261,60	95,2	Rp 126.996,80	95,2	Rp 126.996,80
	Minggu III	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00
	Minggu IV	100,7	Rp 134.333,80	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.333,80
	Total	420,3	Rp 540.670,20	426,3	Rp 548.674,20	425,9	Rp 548.140,60
DES	Minggu I	135,8	Rp 181.157,20	135,8	Rp 181.157,20	135,8	Rp 181.157,20
	Minggu II	100,7	Rp 134.333,80	101,1	Rp 134.867,40	100,7	Rp 134.333,80
	Minggu III	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00	106	Rp 141.404,00
	Minggu IV	109	Rp 145.406,00	107,4	Rp 143.271,60	112	Rp 149.408,00
	Total	451,5	Rp 602.301,00	450,3	Rp 600.700,20	454,5	Rp 606.303,00

Rute yang terpilih untuk digunakan adalah rute yang memiliki jarak tempuh terpendek dan biaya distribusi terkecil, ditunjukkan dengan kolom yang berwarna hijau. Pada bulan Januari minggu I,II dan IV rute *saving matrix* yang terpilih, sedangkan untuk minggu III dipilih rute *nearest neighbor*. Pada bulan Februari minggu I,II dan IV rute *saving matrix* yang terpilih, sedangkan untuk minggu III dipilih rute *nearest neighbor*. Pada bulan Maret, Aril, Mei, Juni, Juli Agustus, Oktober dan November digunakan rute *saving matrix* pada tiap minggunya. Pada bulan September minggu I,II dan IV rute *saving matrix* yang terpilih, sedangkan untuk minggu III dipilih rute *nearest neighbor*. Pada bulan Desember minggu I,II,III digunakan rute *saving matrix* dan pada minggu IV digunakan rute *nearest insert*.

3.5 Rute Optimal

Setelah dilakukan perhitungan penentuan rute optimal, berikut ini hasil rute yang memiliki jarak tempuh terpendek dan biaya distribusi terkecil. Tabel 10 menunjukkan data rute optimal.

Tabel 10. Rute Optimal

BULAN	MINGGU KE -	Rute	Jarak (km)	Biaya
JAN	Minggu I	0-6-4-3-5-0 0-1-0	121,5	Rp 142.071,00

BULAN	MINGGU KE -	Rute	Jarak (km)	Biaya
		0-2-0		
	Minggu II	0-4-3-5-0 0-1-2-0	95.2	Rp 126.996,80
	Minggu III	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	0-4-3-5-0 0-1-2-0	95.2	Rp 126.996,80
	Total		412.6	Rp 530.932,00
		0-3-4-5-0		
	Minggu I	0-6-1-0 0-2-0	121.2	Rp 141.670,80
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.260,80
FEB	Minggu III	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.001,80
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		406.7	Rp 525.195,00
		0-3-4-5-6-0		
	Minggu I	0-1-2	96	Rp 128.064,00
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Minggu III	0-4-5-0 0-2-3-0 0-1-0	131.7	Rp 155.677,80
MAR	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 100.116,70
	Total		412.5	Rp 507.120,10
		0-3-4-5-0		
	Minggu I	0-1-6-0 0-2-0	121.2	Rp 141.670,80
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
APR	Minggu III	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		398.4	Rp 511.455,60
		0-3-4-6-0		
	Minggu I	0-1-5-0 0-2-0	129	Rp 152.076,00
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 100.116,70
MEI	Minggu III	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		406.2	Rp 498.715,90
		0-3-4-5-0		
	Minggu I	0-1-6-0 0-2-0	121.2	Rp 139.336,30
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
JUN	Minggu III	0-4-5-1-0	106	Rp 141.404,00

BULAN	MINGGU KE -	Rute	Jarak (km)	Biaya
		0-2-3-0		
	Minggu IV	0-3-4-5-1-0 0-2-0	92	Rp 102.718,00
	Total		411.6	Rp 506.719,90
	Minggu I	0-3-4-5-6-0 0-1-2-0	96	Rp 128.064,00
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
JUL	Minggu III	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		381.5	Rp 508.921,00
	Minggu I	0-4-5-6-1-0 0-2-0 0-3-0	135.1	Rp 160.213,40
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
AGT	Minggu III	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		412.3	Rp 529.998,20
	Minggu I	0-3-4-5-0 0-1-6-2-0	93.4	Rp 124.595,60
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
SEP	Minggu III	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.333,80
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		378.9	Rp 508.120,60
	Minggu I	0-3-4-5-6-0 0-1-2-0	96	Rp 128.064,00
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
OKT	Minggu III	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Minggu IV	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
	Total		373.2	Rp 497.848,80
	Minggu I	0-3-4-5-0 0-1-6-0 0-2-0	121.2	Rp 141.670,80
	Minggu II	0-3-4-5-0 0-1-2-0	92.4	Rp 123.261,60
NOV	Minggu III	0-4-5-1-0 0-2-3-0	106	Rp 141.404,00
	Minggu IV	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.333,80
	Total		420.3	Rp 540.670,20
DES	Minggu I	0-4-5-6-2-0 0-1-0 0-3-0	135.8	Rp 181.157,20

BULAN	MINGGU KE -	Rute	Jarak (km)	Biaya
	Minggu II	0-3-4-0 0-2-5-1-0	100.7	Rp 134.333,80
	Minggu III	0-4-5-1-0 0-2-3-0	106	Rp 141.404,00
	Minggu IV	0-1-2-5-4-0 0-3-0	107.4	Rp 143.271,60
	Total		449,9	Rp 602.301,00

Dari hasil perhitungan penentuan rute optimal menggunakan metode *saving matrix*, diperoleh rute seperti yang disajikan pada tabel 10. Untuk bulan Januari diperoleh jarak tempuh sebesar 413 km dengan biaya distribusi Rp 530.932. Bulan Februari diperoleh jarak tempuh sebesar 406,7 km dengan biaya distribusi Rp 525.195. Bulan Maret diperoleh jarak tempuh sebesar 412,5 km dengan biaya distribusi Rp 507.120,1. Bulan April diperoleh jarak tempuh sebesar 398,4 km dengan biaya distribusi Rp 511.455,6. Bulan Mei diperoleh jarak tempuh sebesar 406,2 km dengan biaya distribusi Rp 498.715,9. Bulan Juni diperoleh jarak tempuh sebesar 411,6 km dengan biaya distribusi Rp 506.719,9. Bulan Juli diperoleh jarak tempuh sebesar 381,5 km dengan biaya distribusi Rp 508.921. Bulan Agustus diperoleh jarak tempuh sebesar 412,3 km dengan biaya distribusi Rp 529.998,2. Bulan September diperoleh jarak tempuh sebesar 378,9 km dengan biaya distribusi Rp 508.120,6. Bulan Oktober diperoleh jarak tempuh sebesar 373,2 km dengan biaya distribusi Rp 497.848,8. Bulan November diperoleh jarak tempuh sebesar 420,3 km dengan biaya distribusi Rp 540.670,2. Bulan Desember diperoleh jarak tempuh sebesar 449,9 km dengan biaya distribusi Rp 602.301. Total biaya distribusi selama satu tahun yaitu sebesar Rp 6.267.998,3.

3.6 Analisis Jarak Tempuh

Jarak yang ditempuh mempengaruhi tingkat keoptimalan rute distribusi. Semakin jauh jarak tempuh maka semakin jauh pula waktu tempuh kendaraan angkut yang digunakan dan sebaliknya semakin pendek jarak tempuh maka waktu yang diperlukan dalam melakukan proses distribusi akan semakin singkat [16]. Rute awal yang digunakan UMKM Gerai kimia yaitu dengan mengunjungi konsumen 1 sampai dengan konsumen 6 secara berurutan. Rute awal ini diterapkan setiap bulannya, dengan total jarak tempuh 528 km tiap bulan. Berikut ini disajikan tabel perbandingan dan penghematan jarak tempuh sebelum dan sesudah menggunakan rute *saving matrix* ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Analisis Jarak Tempuh Tahun 2022

Bulan	Jarak Tempuh Awal (Km)	Jarak Tempuh <i>Saving Matrix</i> (Km)	Penghematan (Km)	Efisiensi
Januari	528	412,6	115,4	21,85 %
Februari	528	406,7	121,3	22,97%
Maret	528	412,5	115,5	21,87%
April	528	398,4	129,6	24,54%
Mei	528	406,2	121,8	23,06%
Juni	528	411,6	116,4	22,04%
Juli	528	381,5	146,5	27,74%
Agustus	528	412,3	115,7	21,91%
September	528	378,9	149,1	28,23%
Oktober	528	373,2	154,8	29,31%
November	528	420,3	107,7	20,39%
Desember	528	449,9	78,1	14,79%

Dapat dilihat dari tabel 11 bahwa pembentukan rute usulan menggunakan metode *saving matrix* menghasilkan jarak yang lebih minimum. Penghematan jarak yang paling besar terdapat pada bulan Oktober, yaitu sebesar 154,8 km (29,31%), sedangkan penghematan jarak yang terkecil terdapat pada bulan Desember, yaitu sebesar 78,1 km (14,79%). Semakin pendek jarak tempuh suatu rute distribusi, maka akan semakin sedikit biaya distribusi yang perlu dikeluarkan. Biaya distribusi awal selama satu tahun sebesar Rp 7.740.000 sedangkan biaya distribusi menggunakan rute *saving matrix* selama satu tahun sebesar Rp 6.267.998,3. Dengan melakukan pengoptimalan rute menggunakan metode *saving matrix*, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 1.472.001,7 dan efisiensi biaya sebesar 19,01% dari biaya awal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu penggunaan metode

saving matrix menghasilkan rute baru yang lebih tepat dan optimal untuk pendistribusian produk di UMKM Gerai Kimia, Pembentukan rute usulan menggunakan metode *saving matrix* menghasilkan jarak yang lebih minimum, yaitu dengan penghematan jarak pada bulan Januari sebesar 115,4 km (21,85%), pada bulan Februari sebesar 121,3 km (22,97%), pada bulan Maret sebesar 115,5 km (21,87%), pada bulan April sebesar 129,6 km (24,54%), pada bulan Mei sebesar 121,8 km (23,06%), pada bulan Juni sebesar 116,4 km (22,04%), pada bulan Juli sebesar 146,5 km (27,74%), pada bulan Agustus sebesar 115,7 km (21,91%), pada bulan September sebesar 149,1 km (28,23%), pada bulan Oktober sebesar 154,8 km (29,31%), pada bulan November sebesar 107,7 km (20,39%), dan pada bulan Desember sebesar 78,1 km (14,79%). Penggunaan metode *saving matrix* dapat menghemat biaya distribusi sebesar Rp 1.472.001,7 dan efisiensi biaya sebesar 19,01% dari biaya awal. Adapun masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya dilakukan peramalan permintaan produk terlebih dahulu, sehingga rute usulan *saving matrix* dapat digunakan untuk beberapa tahun kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Ikfan and D. I. Masudin, "Penentuan Rute Transportasi Terpendek Untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 165–178, 2013.
- [2] K. Aprilliani, "PENENTUAN RUTE BARU DISTRIBUSI SPARE PART," Makassar, 2021.
- [3] M. M. Herry Gunawan, S.E., *Pengantar Transportasi Dan Logistik*. RajaGrafindo Persada, 2014.
- [4] H. Anwar, R. K. Sandi, and A. Sukma, "Implementasi Metode Dijkstra Dalam Menentukan Jarak Terpendek Pada Pendistribusian Barang Pt. Akur Makmur," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 86–89, 2020, doi: 10.33884/jrsi.v5i2.1877.
- [5] L. Octora, A. Imran, and S. Susanty, "Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion," *Reka Integr.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2019.
- [6] A. Chandra and B. Setiawan, "Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)," *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 5, no. 2, p. 105, 2018, doi: 10.54324/j.mtl.v5i2.233.
- [7] T. Dahniar and Khairunnisa, "Optimalisasi Distribusi Menggunakan Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Pendekatan Nearest Neighbour Studi Kasus Produk Salad," *Pros. Senantias*, vol. 1, no. 1, pp. 209–218, 2020.
- [8] H. Demez, "Combinatorial Optimization : Solution Methods of Traveling Salesman Problem, (January)," *Dr. Diss. East. Mediterr. Univ.*, no. January, pp. 1–76, 2013.
- [9] T. J. Pattiasina, E. T. Setyoadi, and D. Wijayanto, "Saving Matrix Method for Efficient Distribution Route Based on Google Maps API," 2018, Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <http://journal.utem.edu.my/index.php/jtec/article/view/4215>
- [10] R. Yuniarti and M. Astuti, "Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang," 2013.
- [11] G. Rand, "The Life and Times of the Savings Method for Vehicle Routing Problems," *ORiON*, vol. 25, no. 2, Dec. 2009, doi: 10.5784/25-2-78.
- [12] G. Clarke and J. . Wright, "Scheduling Of Vehicles from a Central Depot to a Number Delivery Points," *Oper. Res.*, vol. 12, pp. 568–581, 1964.
- [13] A. Sutoni and I. Apipudin, "Spektrum industri," *Anal. Perenc. Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metod. Econ. Order Quant. Dengan Pertimbangan Stock. Cost (Studi Kasus Pt. Multi Logam Presisi)*, vol. 17, no. 2, pp. 143–155, 2019.
- [14] G. Kurnia and N. P. D. V. Darmawan, "Optimizing Warehouse Distribution Routes During Eid Season Using Saving Matrix and Nearest Insert Method," *J. Logistik Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 111–119, 2021, doi: 10.31334/logistik.v5i2.1882.
- [15] C. B. K. Wulandari, "Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbors dan Metode Branch and Bound Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.30998/joti.v2i1.3848.
- [16] Zaharuddin and J. Hidayati, "Optimalisasi Moda Transportasi Dalam Rangka Mendistribusikan Produk PT. XYZ," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 324–333, 2019.