

Penerapan Sistem Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Pendekatan *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing*

^{1*}Galuh Aprilia Putri Agita, ²Risky Aswi Ramadhani, ³Ahmad Bagus Setiawan

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹[*galuhapriaputriagita@gmail.com](mailto:galuhapriaputriagita@gmail.com), ²risky_aswi@unpkediri.ac.id,

³ahmad_bagus@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Galuh Aprilia Putri Agita

Abstrak— Pengiriman barang yang efisien menjadi tantangan besar bagi perusahaan logistik, terutama dalam mengoptimalkan rute distribusi dan pengaturan muatan barang. PT CV UKM Express menghadapi masalah terkait pemborosan waktu dan biaya operasional akibat rute yang tidak optimal serta pengaturan muatan yang tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem optimasi yang menggabungkan metode *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing* untuk mengatasi kedua masalah tersebut. Metode *Saving Matrix* digunakan untuk menentukan rute distribusi yang efisien, sementara *Simulated Annealing* mengoptimalkan urutan pengisian muatan dalam truk. Hasil penelitian ini dapat mengurangi waktu dan biaya pengiriman, serta meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan waktu sebesar 15%, sedangkan untuk biaya, penelitian ini mencatat penghematan sekitar 45,29%. Penerapan sistem ini memberikan kontribusi signifikan bagi efisiensi operasional PT CV UKM Express dan kepuasan pelanggan.

Kata Kunci—Optimasi rute distribusi, pengaturan muatan barang, *Saving Matrix*, *Simulated Annealing*, sistem distribusi logistik.

Abstract— Efficient goods delivery is a major challenge for logistics companies, especially in optimizing distribution routes and cargo load management. PT CV UKM Express faces issues of time wastage and operational costs due to suboptimal routes and inefficient cargo management. This study aims to design an optimization system integrating the *Saving Matrix* and *Simulated Annealing* methods to address these two issues. The *Saving Matrix* method is used to determine efficient distribution routes, while *Simulated Annealing* optimizes the loading sequence inside the truck. The results of this study are to reduce time and costs of delivery, as well as improve operational efficiency. The research shows a reduction of 15% in time, and reports savings of around 45.29% in costs. The implementation of this system to provide significant contributions to the operational efficiency of PT CV UKM Express and customer satisfaction.

Keywords— Cargo load management, distribution route optimization, *Saving Matrix*, *Simulated Annealing*, logistics distribution system.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Dalam pengiriman logistik, distribusi barang yang efisien menjadi faktor kunci dalam menjaga kelancaran proses pengiriman, menekan biaya operasional, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. PT CV UKM Express, sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengiriman barang, menghadapi tantangan besar dalam menentukan rute distribusi yang optimal serta pengaturan muatan barang dalam armada truk yang terbatas[1]. Masalah-masalah ini sering kali

menyebabkan pemborosan waktu, biaya bahan bakar yang lebih tinggi, dan kesulitan dalam proses bongkar-muat barang di titik pengiriman. Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan sebuah sistem yang dapat mengoptimalkan kedua aspek tersebut untuk meningkatkan efisiensi operasional [2][3]. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh CV UKM Express adalah penentuan rute distribusi yang efisien. Proses pengiriman barang harus mempertimbangkan berbagai faktor, seperti jarak, jumlah titik pemberhentian, dan biaya distribusi. Rute distribusi yang tidak optimal dapat meningkatkan waktu tempuh dan biaya bahan bakar, yang pada gilirannya akan mengurangi daya saing perusahaan dalam industri logistik yang sangat kompetitif [4]. Penelitian lain menjelaskan bahwa rute distribusi yang buruk dapat berdampak langsung pada tingginya biaya operasional dan menurunnya kualitas layanan [2][5].

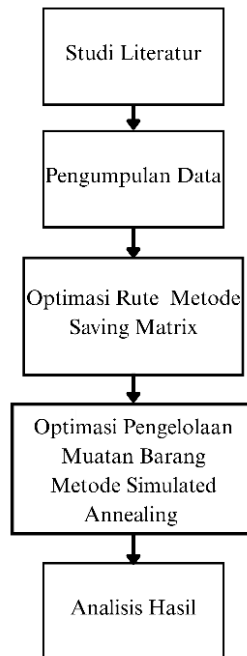
Selain itu, pengaturan muatan barang dalam truk juga menjadi masalah penting yang perlu diatasi. Pengaturan muatan yang kurang optimal sering kali menyebabkan proses bongkar-muat yang lambat dan meningkatkan biaya operasional. Pengaturan muatan yang efisien dapat mempercepat proses pengiriman barang, mengurangi waktu yang dihabiskan di titik pemberhentian, dan menekan biaya. Hal ini menunjukkan pentingnya solusi yang mengintegrasikan pengaturan rute distribusi dengan pengaturan muatan barang secara simultan [6]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem optimasi yang menggabungkan tiga metode, yaitu *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing*. Metode *Saving Matrix* akan digunakan untuk menentukan rute distribusi yang paling efisien berdasarkan jarak dan titik pemberhentian. Sedangkan *Simulated Annealing* akan digunakan untuk mengoptimalkan urutan pengisian barang di dalam truk, dengan mempertimbangkan kapasitas dan ukuran barang, serta meminimalkan waktu yang dibutuhkan dalam proses bongkar-muat [7]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah ini dengan menggunakan metode *Saving Matrix* untuk mengurangi jarak tempuh dan biaya transportasi. Namun, penelitian yang mengintegrasikan ketiga metode tersebut, terutama untuk perusahaan logistik seperti CV UKM Express, belum banyak ditemukan. Beberapa penelitian telah menguji kombinasi metode *Saving Matrix* dan Nearest Neighbors untuk mengoptimalkan rute distribusi, namun belum mempertimbangkan pengelolaan muatan dalam truk. Di sisi lain, ada juga penelitian yang mengungkapkan potensi penggunaan *Simulated Annealing* untuk pengoptimalan rute, namun belum mengarah pada optimasi pengisian barang [8] [9]. Dengan adanya kesenjangan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan dengan mengintegrasikan ketiga metode dalam satu sistem yang menyeluruh untuk mengoptimalkan rute distribusi, pengaturan titik pemberhentian, dan pengisian muatan dalam truk. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan bagi CV UKM Express dalam meningkatkan efisiensi operasional mereka, dengan fokus pada pengurangan waktu, biaya, dan peningkatan kepuasan pelanggan.

II. METODE

Penelitian ini mengembangkan sistem optimasi pengiriman barang dengan menggabungkan dua metode: *Saving Matrix* untuk optimasi rute distribusi, dan *Simulated Annealing* untuk pengelolaan muatan truk. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi distribusi barang di dengan mengurangi waktu dan biaya operasional. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini disusun dalam tahapan penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.

A. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengkajian terhadap landasan teoretis metode *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing*, serta tinjauan penelitian terdahulu yang relevan. Langkah ini bertujuan untuk memperkuat dasar metodologis penelitian dan memvalidasi pemilihan kedua metode tersebut untuk penilaian kinerja.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

B. Pengumpulan Data

Data penelitian yang digunakan dibagi dalam 2 jenis data dimana ada data primer dan data sekunder dan dijelaskan sebagai berikut:

1. Data Primer

Data Primer diperoleh dari hasil observasi dan wawancara langsung dengan CV. UKM Ekspres, hasilnya diketahui bahwa titik pemberhentian pada CV. UKM Ekspres Ada 9 Titik pemberhentian di Jawa Timur dan sekitar 300 data pengiriman barang. Kemudian CV UKM Ekspres menggunakan truk dengan ukuran medium dengan kapasitas 250-300 paket.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi dan sumber bacaan dan dokumen terkait perusahaan dan juga buku terkait sistem optimasi distribusi barang. Sehingga mendapatkan hasil data jarak antar titik pemberhentian.

C. Optimasi Rute Metode *Saving Matrix*

Metode *Saving Matrix* digunakan untuk mengoptimalkan rute distribusi dengan menghitung penghematan biaya perjalanan yang dicapai dengan menggabungkan dua titik tujuan [5]. Penghematan dihitung dengan rumus (1):

$$Saving(i, j) = Jarak(0, i) + Jarak(0, j) - Jarak(i, j), \quad (1)$$

di mana $Jarak(0, i)$ adalah jarak dari depot ke titik i dan $Jarak(i, j)$ adalah jarak antar dua titik tujuan. Titik dengan penghematan terbesar digabungkan, memperhatikan kapasitas truk, menggunakan rumus (2), untuk memastikan beban tidak melebihi kapasitas kendaraan.

$$TotalBeban = Beban(i) + Beban(j), \quad (2)$$

D. Optimasi Pengelolaan Muatan Barang Metode *Simulated Annealing*

Simulated Annealing (SA) digunakan untuk mengoptimalkan pengisian muatan truk [10]. Fungsi biaya dihitung dengan rumus (3)

$$C_{muatan} = \sum_{k=1}^n (Beban_k - Kapasitas_{Truk})^2, \quad (3)$$

Untuk meminimalkan pemborosan kapasitas. Perubahan acak dilakukan pada solusi, dan perubahan biaya dievaluasi dengan rumus (4)

$$\Delta C = C_{muatan\ baru} - C_{muatan\ lama}. \quad (4)$$

Solusi diterima berdasarkan probabilitas yang dihitung, di mana T adalah suhu yang menurun seiring iterasi (5).

$$P_{accept} = \exp\left(\frac{-\Delta C}{T}\right) \quad (5)$$

E. Teknik Analisis

Proses analisis dilakukan dengan menggunakan dua metode utama, yaitu *Saving Matrix* untuk optimasi rute distribusi dan *Simulated Annealing* untuk optimasi pengisian muatan truk. Metode *Saving Matrix* digunakan untuk menentukan rute distribusi yang paling efisien berdasarkan jarak antar titik pemberhentian, sehingga dapat mengurangi waktu tempuh dan biaya bahan bakar. Sementara itu, *Simulated Annealing* diterapkan untuk mengatur urutan pengisian barang ke dalam truk, dengan mempertimbangkan kapasitas dan ukuran barang, serta meminimalkan waktu bongkar-muat. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional perusahaan dengan menekan biaya dan waktu pengiriman [5][10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengiriman yang diambil dari Agustus 2024 hingga Desember 2024 mencakup 9 titik pemberhentian yang terletak di Jawa Timur. Di CV UKM Ekspres, armada yang digunakan memiliki kapasitas paket yang dapat ditampung dalam satu perjalanan ke setiap titik pemberhentian. Setiap truk box dapat menampung sekitar 250 hingga 300 paket, dan data armada truk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kapasitas Ekspedisi

Ekspedisi	Kapasitas	Jumlah
Truk Box Medium	80-100 Paket	1 Per titik pemberhentian

(Sumber: CV. UKM Ekspres)

Tabel 2 menyajikan data variabel biaya transportasi, termasuk biaya gaji sopir, bahan bakar, retribusi, dan bongkar muat per pengiriman barang. Data ini mencakup perjalanan dari titik pemberangkatan hingga tujuan.

Tabel 2. Data Biaya Pengiriman

Detail Biaya	Harga	Satuan
Gaji Sopir	Rp. 500.000	/ Pengiriman

Biaya Bahan Bakar Peralite	Rp. 10.000	/Liter
Biaya retribusi: makan, parkir dan lainnya	Rp. 80.000	/ Pengiriman
Biaya Bongkar Muat	Rp. 100.000	/ Pengiriman
Keterangan: 1 Liter pertalite mampu menempuh 12 km.		
(Sumber: CV. UKM Ekspres)		

Tabel 3 menyajikan data titik pemberhentian beserta koordinat lokasi dan alamat lengkapnya. Setiap lokasi diidentifikasi dengan kode unik (A hingga I) dan dilengkapi dengan informasi koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*), serta alamat yang merinci titik pemberhentian di berbagai kota di Jawa Timur, seperti Kediri, Tulungagung, Blitar, dan lainnya. Data ini penting untuk mengetahui posisi dan rute pengiriman barang yang dilakukan oleh CV UKM Ekspres.

Tabel 3. Data Titik Pemberhentian Dan Koordinat

Lokasi	Kode	Koordinat (Lat, Long)	Alamat
Kediri	A	-7.9131751, 111.9823887	Desa tales krajan RT01 RW 01, Krajan, Branggahan, Kec. Ngadiluwih, Kabupaten Kediri, Jawa Timur 64171
Tulungagung	B	-8.0772278, 111.9203553	Jl. Mayor Sujadi No.7, Jepun, Kec. Tulungagung, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66218
Blitar	C	-8.0520375, 112.2243594	W6XF+5PQ, Jl. Raya Penataran, Ngebra, Tawang Sari, Kec. Garum, Kabupaten Blitar, Jawa Timur 66182
Ponorogo	D	-7.8524411, 111.4788972	Jl. Perumahan Kertosari Indah No.D38, Kertosari, Kec. Babadan, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur 63491
Nganjuk	E	-7.6744173, 112.0547421	Jl. PB. Sudirman No.11, Ngrongot, Ngronggot, Kec. Ngronggot, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur 64395
Mojokerto	F	-7.5185413, 112.414578	Jl. Kemas Setyoadi, Kedung Maling 2, Kedungmaling, Kec. Sooko, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61361
Gresik	G	-7.160836, 112.6475013	Jl. Jaksa Agung Suprpto no. 108 A Gresik
Surabaya	H	-7.2627396, 112.7488241	Jl. Pemuda No.33 - 37, Embong kaliasin, Surabaya, Indonesia, East Java
Pasuruan	I	-7.66837, 112.6995931	Ruko The Orchard i2 No.6 depan Pos Ketan, Sukorejo, Karang Jati, Kec. Pandaan, Pasuruan, Jawa Timur 67156

(Sumber: CV. UKM Ekspres)

Berikut ini pada tabel 4 berisi data rute dari Kediri yang dilewati dalam 4 bulan terakhir berdasarkan data. Tabel 4 menunjukkan rute awal distribusi sebelum dilakukan matriks penghematan. Data menunjukkan bahwa total jarak dari rute yang ditempuh adalah 1629.58 km, dari 5 rute perjalanan yang dilakukan.

Tabel 4. Data Rute Awal Distribusi

Rute Perjalanan	Kode	Jarak
Kediri – Tulungagung – Blitar – Ponorogo – Kediri	A – B – C – D – A	300.67 km
Kediri – Nganjuk – Mojokerto – Gresik – Surabaya – Pasuruan	A – E – F – G – H – I	217.75 km
Kediri – Tulungagung – Blitar – Pasuruan – Mojokerto - Gresik	A – B – C – F – G	286.97 km
Kediri – Blitar – Ponorogo – Nganjuk – Pasuruan – Bitar – Kediri	A – C – D – E – F – C – A	574.15 km

Kediri – Tulungagung – Blitar – Nganjuk- Mojokerto - Pasuruan	A – B – C – E – F – I	250.04 km
Total jarak rute		1629.58 km

(Sumber: CV. UKM Ekspres)

Tabel 5 Matrik jarak awal ini didapatkan dari pengolahan data berdasarkan data koordinat dan diolah menggunakan route osrm dan juga ditunjugan dengan data wawancara langsung dengan driver dan staff terkait di CV. UKM Ekspres.

Tabel 5. Matriks Jarak Awal

Matriks Jarak (Km)										Demand
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
A	0	21.27	64.01	106.10	33.08	80.49	127.52	128.98	131.82	51
B	21.27	0	42.73	87.83	54.35	101.77	148.79	150.26	145.59	92
C	46.74	42.71	0	130.54	75.65	90.70	170.09	163.64	115.26	44
D	106.12	87.86	130.59	0	109.98	149.22	191.88	193.35	200.55	71
E	33.50	54.78	66.98	104.16	0	57.80	104.82	106.29	109.13	60
F	80.62	101.90	90.42	144.01	57.52	0	57.08	55.78	52.59	50
G	129.03	150.30	162.51	192.42	105.93	58.77	0	21.85	67.75	82
H	129.74	151.01	160.88	193.13	106.64	59.48	22.76	0	47.95	86
I	128.22	145.97	113.76	191.61	105.11	50.62	67.52	48.83	0	74

(Sumber: Google Maps)

Dari hasil perhitungan *Saving Matrix* didapatkan hasil tabel 6 Matriks Penghematan, kita dapat menghitung selisih antara total jarak rute awal (1629.58 km) dengan jarak total rute yang dihasilkan setelah optimasi menggunakan dua rute tercepat yang baru. Rute awal terdiri dari 5 rute dengan total jarak 1629.58 km. Setelah optimasi, hanya ada 2 rute dengan jarak total 217.75 km + 239.72 km = 457.47 km. Total Jarak Rute Awal: 1629.58 km.

Total Jarak Rute Baru: 457.47 km. Total Penghematan: 1629.58 km - 457.47 km = 1172.11 km. Tabel 6 menunjukkan penghematan jarak yang didapatkan dari penerapan rute baru yang lebih efisien. Penghematan ini sangat berpengaruh pada efisiensi waktu dan biaya operasional.

Tabel 6. Matriks Penghematan

Rute Awal	Jarak Rute Awal (km)	Rute Baru	Jarak Rute Baru (km)	Penghematan (km)
A – B – C – D – A	300.67	A – E – F – G – H – I	217.75	82.92
A – E – F – G – H – I	217.75	A – B – C – D	239.72	-21.97
A – B – C – F – G	286.97	A – E – F – G – H – I	217.75	69.22
A – C – D – E – F – C – A	574.15	A – B – C – D	239.72	334.43
A – B – C – E – F – I	250.04	A – E – F – G – H – I	217.75	32.29

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 7 menyajikan Matriks Penghematan yang berisi data jumlah barang (paket) yang akan dikirimkan ke setiap tujuan sepanjang rute yang telah dioptimalkan menggunakan metode *Simulated Annealing*. Rute yang terpilih adalah A – E – F – G – H – I, dengan jumlah barang yang tercatat untuk setiap tujuan.

Data ini menggambarkan penghematan yang diperoleh dari pengurutan barang dalam truk berdasarkan rute yang optimal, dimana setiap tujuan memiliki jumlah paket yang akan dikirimkan, mulai dari tujuan E hingga I.

Tabel 7. Matriks Penghematan

No	Tujuan	Jumlah Barang (Paket)
1	E	50
2	F	80
3	G	60
4	H	40
5	I	100

(Sumber: Pengolahan Data)

Selanjutnya estimasi waktu sebelum dan setelah menggunakan *Simulated Annealing* sebelum menggunakan *Simulated Annealing*, barang diurutkan secara random, dan berdasarkan waktu bongkar muat didapatkan hasil pada tabel 8:

Tabel 8. Estimasi Waktu Sebelum

No	Tujuan	Waktu Bongkar-Muat (menit)
1	H	25
2	G	30
3	E	20
4	F	35
5	I	40
Total		150

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah dititeapkan *Simulated Annealing*, urutan pengisian barang menjadi lebih efisien pengurutan barang di truk menjadi lebih efisien hasilnya dapat dilihat pada tabel 9, menghemat waktu sebesar 50 menit dalam proses bongkar muat barang. Hal ini sangat berpengaruh pada efisiensi operasional perusahaan, mengurangi waktu pengiriman dan biaya.

Tabel 9. Estimasi Waktu Setelah *Simulated Annealing*

No	Tujuan	Waktu Bongkar-Muat (menit)
1	E	30
2	F	25
3	G	20
4	H	15
5	I	10
Total		100

(Sumber: Pengolahan Data)

Sehingga berdasarkan hasil dari rute lama dan rute baru didapatkan penghematan, yaitu setiap satu rute dapat menempuh rute yang paling optimal dan mengurangi jumlah armada yang dibutuhkan sehingga menghemat jumlah rute, jaran dan biaya distribusi, Hasil rekaptulasi biaya ekspedisi awal dan ekspedisi setelah penghematan dapat dilihat pada tabel 10 dan tabel 11.

Tabel 10. Rekapitulasi Biaya Ekspedisi Awal

Rute	Jarak (Km)	Gaji Sopir	Bahan Bakar	Lainnya	Total
A – B – C – D – A	300.67	Rp. 500.000	Rp. 250.561	Rp. 180.000	Rp. 930.561
A – E – F – G – H – I	217.75	Rp. 500.000	Rp. 181.465	Rp. 180.000	Rp. 861.465
A – B – C – F – G	286.97	Rp. 500.000	Rp. 238.310	Rp. 180.000	Rp. 918.310

A – C – D – E – F – C – A	574.15	Rp. 500.000	Rp. 478.458	Rp. 180.000	Rp. 1.158.458
A – B – C – E – F – I	250.04	Rp. 500.000	Rp. 208.36	Rp. 180.000	Rp. 888.368
Total jarak rute	1629.58				Rp. 4.757.162

(Sumber: Pengolahan Data)

Kemudian pada tabel 11 menunjukkan rekapitulasi penghematan biaya yang dilakukan dengan 2 rute baru yang didapatkan. Data menunjukkan bahwa dengan 2 rute baru dapat menghemat biaya ekspedisi pengiriman dimana biaya total rute awal dengan biaya total dua rute baru: Penghematan Biaya = Rp. 4.757.162 - Rp. 1.741.232 = Rp. 3.015.930.

Tabel 11. Rekapitulasi Penghematan Biaya Ekspedisi

Rute	Jarak (Km)	Gaji Sopir	Bahan Bakar	Lainnya	Total
A – E – F – G – H – I	217.75	Rp. 500.000	Rp. 181.465	Rp. 180.000	Rp. 861.465
A – B – C – D	239.72	Rp. 500.000	Rp. 199.767	Rp. 180.000	Rp. 879.767
Total jarak rute	457.47				Rp. 1.741.232

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan permintaan, kita dapat menentukan jumlah truk yang diperlukan untuk setiap rute baru berdasarkan kapasitas truk dan jumlah barang yang harus dikirim. Tabel 12 menunjukkan pengalokasian jumlah truk yang diperlukan untuk setiap rute, dengan memperhitungkan kapasitas truk dan jumlah barang yang harus dikirim ke setiap titik pemberhentian.

Tabel 12. Alokasi Truk Berdasarkan Permintaan

No	Rute	Demand (Jumlah Paket)	Kapasitas Truk (Paket)	Jumlah Truk
1	A – E – F – G – H – I	50 + 80 + 60 + 40 + 100 = 330	250-300	2
2	A – B – C – D	92 + 71 + 44 + 71 = 278	250-300	1

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah menentukan alokasi truk berdasarkan demand, maka dapat disimpulkan dalam tabel 13 berapa persen penghematan yang dapat dilakukan di titik pemberhentian berdasarkan hasil rute penghematan. Penghematan yang tercatat tidak hanya mempengaruhi jarak dan waktu, tetapi juga berdampak pada efisiensi armada yang digunakan, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional secara keseluruhan.

Tabel 13. Kesimpulan Penghematan Biaya Operasional

	Awal	Penghematan	Persentase
Jarak	1629.58	457.47	71.93%.
Armada	5	2	60%
Biaya	Rp. 4.757.162	Rp. 2.602.697	45.29%.
Rute	A – B – C – D – A	A – E – F – G – H – I	27.58%
	A – E – F – G – H – I	A – B – C – D	-10.09% (meningkatkan jarak)
	A – B – C – F – G	A – E – F – G – H – I	24.12%
	A – C – D – E – F – C – A	A – B – C – D	58.25%
	A – B – C – E – F – I	A – E – F – G – H – I	12.91%

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada table 14 dapat disimpulkan bahwa penerapan rute optimal yang dihasilkan melalui sistem optimasi *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing* menunjukkan penghematan waktu yang signifikan. Dengan perubahan rute pengiriman dari A – B – C – E – F – I menjadi A – E – F – G – H – I, waktu perjalanan dapat berkurang sekitar **32,4 menit**, sementara waktu bongkar muat barang berkurang sebanyak **50 menit**, menghasilkan penghematan total waktu sebesar **82,4 menit**.

Penghematan waktu ini berdampak langsung pada efisiensi operasional perusahaan, mengurangi waktu pengiriman secara keseluruhan. Selain itu, penghematan jarak sebesar **71,93%** juga berkontribusi dalam pengurangan biaya operasional, meningkatkan efisiensi distribusi barang, dan mengurangi penggunaan armada yang diperlukan.

Tabel 14. Kesimpulan Penghematan Waktu

Aspek	Rute Awal	Rute Optimal	Penghematan
Waktu Perjalanan	4,17 jam	3,63 jam	32,4 menit
Waktu Bongkar-Muat	150 menit	100 menit	50 menit
Total Penghematan Waktu	-	-	82,4 menit

IV. KESIMPULAN

Penerapan sistem optimasi rute pengiriman barang dengan pendekatan *Saving Matrix* dan *Simulated Annealing* pada PT CV UKM Express berhasil mengatasi masalah pemborosan waktu dan biaya operasional yang disebabkan oleh rute distribusi yang tidak optimal dan pengaturan muatan yang tidak efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penghematan jarak sebesar 71,93% dan penghematan biaya mencapai 45,29%. Penghematan waktu yang signifikan juga tercatat, dengan waktu perjalanan berkurang sekitar 32,4 menit dan waktu bongkar muat barang berkurang sebanyak 50 menit, menghasilkan penghematan total waktu sebesar 82,4 menit. Dengan pengurangan jumlah armada sebanyak 60%, sistem ini memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya perusahaan.

Implementasi sistem optimasi ini berdampak langsung pada efisiensi distribusi barang, mengurangi waktu pengiriman, dan biaya operasional. Dengan mengurangi jarak tempuh, waktu perjalanan, dan biaya terkait, perusahaan dapat meningkatkan daya saingnya di pasar yang sangat kompetitif. Penghematan biaya mencapai lebih dari Rp. 3 juta, serta penghematan waktu yang signifikan memberikan manfaat jangka panjang bagi PT CV UKM Express dalam hal peningkatan kepuasan pelanggan dan optimalisasi sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Firdaus, D. Swanjaya, and R. A. Ramadhani, "Penerapan K-means dan Traveling Salesman dalam Optimasi rute pengiriman barang pada PT. Panjalu Tirta Lumas," *SEMNASINOTEK*, vol. 8, no. 1, pp. 601–608, Jul. 2024.
- [2] A. Nagari, A. Maradidya, A. M. N. Ihsan, and M. H. R. Chakim, *Manajemen Logistik dan Rantai Pasokan*, 1st ed., vol. 1. Serang: PT SADA KURNIA PUSTAKA, 2023.
- [3] E. D. Yulianto and M. Munir, "Optimasi Rute Distribusi Produk untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dengan Metode *Saving Matrix* di PT XYZ," *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)*, vol. 7, no. 3, pp. 100–107, Dec. 2020.

- [4] I. B. Quluby, A. B. Setiawan, and R. K. Niswatin, "Sistem Informasi Penjualan Menggunakan Metode EOQ (Economic Order Quantity) Pada PT. Bintang Aluminium," *SEMNASINOTEK*, vol. 5, no. 1, pp. 165–170, Aug. 2021.
- [5] Kushariyadi, Sono, T. W. Adi, S. Eka Aristantia, and M. Aviciena Taufiqurrahman, "Analisis Rute Distribusi BBM di Pertashop Menggunakan Metode Saving Matrik," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 4, pp. 51–56, Jan. 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.332.
- [6] F. J. Azhar, A. N. Astari, C. A. Rizky, and M. Fauzi, "Penentuan Rute Terbaik pada Distribusi Produk X di PT BCD Menggunakan Metode *Saving Matrix* dan Nearest Neighbors," *urnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 702–711, Jul. 2023.
- [7] B. G. Sudarsono, A. Ahyuna, T. Winarko, D. P. Anggraeni, and Z. Azhar, "Analisis Dalam Pendukung Keputusan Penerimaan Supervisor Industri Manufacturing dengan Menerapkan Metode EDAS dan Pembobotan ROC," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, Nov. 2023, doi: 10.47065/josyc.v5i1.4563.
- [8] S. I. Y. Salsabila Islami Yusnindi and W. Handayani, "Pengoptimalan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Saving Matrix* Pada Produk Makanan Beku Cv.Sego Njamoer," *Jurnal E-Bis (Ekonomi-Bisnis)*, vol. 6, no. 1, pp. 153–170, Jun. 2022, doi: 10.37339/e-bis.v6i1.883.
- [9] A. Mulyadi, St. N. Meirizha, and O. Fanuddin, "Optimasi Rute Distribusi Ayam Broiler dengan Metode Nearest Neighbour," *Jurnal Surya Teknik*, vol. 11, no. 1, pp. 268–272, Jul. 2024, doi: 10.37859/jst.v11i1.7285.
- [10] M. K. P. Santoso, H. A. Kurlillah, Purwanti, A. T. Anggita, N. S. Bimadhieka Nk, and N. A. D. Prahesti, "Penentuan Rute Distribusi LPG menggunakan Teknik *Simulated Annealing* pada PT XYZ," *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 4, pp. 68–76, Oct. 2024.