

Optimasi Rute Distribusi ES Kristal Dengan Metode NN Dan LS UMKM XYZ

¹Salmawati Husin, ²Idham Halid Lahay, ³Hendra Uloli

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
^{2,3}Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
e-mail: wwnhusin15@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang produksi es kristal premium. Metode Nearest Neighbor (NN) digunakan untuk mencari rute awal dengan memilih lokasi terdekat secara berturut-turut, sementara Local Search digunakan untuk memperbaiki rute yang ditemukan dengan mencari solusi lokal yang lebih baik melalui pertukaran atau perbaikan urutan pengiriman. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data distribusi dari beberapa pelanggan dan lokasi pengiriman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute distribusi UMKM Es Kristal Premium dengan diterapkannya metode Nearest Neighbor dan Local Search menunjukkan bahwa penurunan jarak tempuh pengiriman yang semula 40,3 Km menjadi 33,74 Km dengan penghematan 16,28% untuk area kota dan pada area Limboto-Telaga semula 52,5 Km menjadi 33,1 Km dengan penghematan 36,95%. Selain itu, metode ini juga memberikan penurunan biaya transportasi dimana biaya awal transportasi sebesar Rp. 100.000,00 menjadi Rp. 66.840,00 dengan penurunan biaya sebesar 33,16% metode ini dapat mengefisienkan waktu dan penghematan biaya operasional yang dapat memberikan dampak positif bagi UMKM es kristal premium dalam meningkatkan daya saing dan pelayanan kepada pelanggan.

Kata Kunci: Optimasi Rute, Distribusi, Nearest Neighbor, Local Search, UMKM Es Kristal Premium.

Abstract

This study aims to optimize distribution routes for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) engaged in the production of premium ice crystals. The Nearest Neighbor (NN) method is used to find the initial route by selecting the closest locations in sequence, while Local Search is used to improve the route found by searching for better local solutions through exchange or improvement of the delivery sequence. The testing was conducted using distribution data from several customers and delivery locations. The research results show that the distribution route for UMKM Es Kristal Premium, when applying the Nearest Neighbor and Local Search methods, resulted in a reduction in delivery distance from 40.3 km to 33.74 km, with a savings of 16.28% for the urban area, and from 52.5 km to 33.1 km for the Limboto-Telaga area, with a savings of 36.95%. Additionally, this method also reduces transportation costs, with initial transportation costs of Rp. 100,000.00 decreasing to Rp. 66,840.00, representing a cost reduction of 33.16%. This method can optimize time and operational cost savings, which can have a positive impact on UMKM Es Kristal Premium in enhancing their competitiveness and service to customers.

Keywords: Route Optimization, Distribution, Nearest Neighbor, Local Search, UMKM Es Kristal Premium

Diterima: April 2025
Disetujui: Mei 2025
Dipublikasi: Juni 2025

©2025 Salmawati Husin, Idham Halaid Lahay, Hendra Uloli
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

UMKM adalah kegiatan usaha yang dijalankan oleh perseorangan atau individu, rumah tangga, atau badan usaha skala kecil. Biasanya bisnis UMKM digolongkan melalui pendapatan per tahun, jumlah karyawan, dan aset yang dimiliki (Sudrartono et al., 2022). UMKM memiliki peran penting dalam menciptakan lapangan kerja, menggerakkan pertumbuhan ekonomi, dan memperbaiki kesejahteraan rakyat (Vinatra et al., 2023)..

Distribusi adalah suatu kegiatan pemasaran yang dapat mempermudah kegiatan penyampaian jasa/barang dari produsen ke konsumen sehingga sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Pasaribu & Rizal, 2021). Proses distribusi ini ditujukan pula untuk memenuhi pesanan pelanggan yang masuk ke Perusahaan (Jihad Azhar et al., 2023). Eksplorasi jalur terpendek sudah diimplementasikan dalam banyak sektor guna mengoptimalkan performa suatu sistem seperti mengurangi biaya atau mempercepat proses berjalan (Wawan Saputra, 2022). Penentuan rute optimal kendaraan tersebut harus memperhatikan beberapa batasan yaitu setiap kendaraan harus memulai rute perjalanannya dari depot dan setelah melayani sejumlah pelanggan juga harus kembali ke depot (Lestari et al., 2022). Distribusi dan transportasi memiliki peranan yang penting dalam suatu Perusahaan (Andalia et al., 2021).

Berdasarkan hasil observasi awal proses distribusi yang dilakukan UMKM Es Kristal Premium adalah menggunakan pengiriman langsung dari UMKM ke konsumen tanpa melalui jasa pengiriman, serta memiliki kapasitas angkut muatan kurang lebih 100 pak dalam sekali pengantaran pada kemasan 10 kg, sedangkan untuk es kristal yang berukuran 3kg dan 5kg dijual langsung ditempat produksi Es Kristal. Pada pengeluaran biaya transportasi di UMKM Es Kristal Premium bisa dikatakan besar. Hal ini disebabkan oleh adanya jarak pengiriman yang cukup jauh dan biaya transportasi yang cukup tinggi.

Masalah yang menyebabkan rute tidak menjadi pendek terutama dalam optimasi rute terdapat beberapa faktor yakni, jalur distribusi yang tidak efisien dimana rute yang dipilih tidak optimal, sehingga menyebabkan waktu pengiriman lebih lama, dan biaya bahan bakar yang tinggi, serta untuk pengiriman barang mungkin ada kebutuhan khusus seperti mengunjungi beberapa titik atau memenuhi waktu pengantaran tertentu yang membuat rute tidak menjadi pendek.

Metode

Penelitian ini menggunakan integrasi metode Nearest Neighbor dan Local Search dalam menentukan jalur distribusi. Metode nearest neighbour digunakan untuk menentukan urutan pengantaran berdasarkan jarak terdekat dari titik pengantaran

terakhir sehingga menghasilkan satu rute utuh dengan tetap memperhatikan total demand terhadap kapasitas truk. Hasilnya yang nantinya akan dioptimalkan lebih lanjut menggunakan pendekatan local search dengan mencoba merubah urutan posisi konsumen secara acak hingga semua percobaan terlaksana dalam rute itu. penelitian ini berfokus pada penentuan jalur distribusi Es Kristal di UMKM XYZ yang terletak di Jl. Imam Bonjol, Limba B, Kota Selatan, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini yakni, data kuantitatif merupakan data yang dinyatakan dalam bentuk angka atau nominal. Jenis data kuantitatif yang dipergukan dalam penelitian ini adalah mencakup data hasil pengukuran jarak tempuh pengiriman, waktu dalam proses pendistribusian Es Kristal kepada pelanggan, data kapasitas muatan kendaraan yang dimiliki UMKM Es Kristal Premium

Analisis Data Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Nearest neighbor adalah metode heuristik digunakan menjadi dasar penentuan rute bagi metode-metode metaheuristik dan digunakan untuk pemecahan masalah penentuan rute (Martono & Warnars, 2020). Penentuan jumlah pengiriman produk ke pelanggan yang masuk dalam rute tidak melanggar batasan kapasitas kendaraan yang ada. Proses penentuan jalur kendaraan selanjutnya juga sama, sampai semua pelanggan dikunjungi atau kapasitas kendaraan sudah terpenuhi (Suyitno et al., 2020).

Berikut merupakan Langkah – langkah penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour* (Purwadana et al., 2021):

Langkah 1: Input data permintaan setiap pelanggan (D_i), jarak antara depot ke pelanggan dan pelanggan ke pelanggan, Horison perencanaan (H), waktu *loading* (LT) dan *unloading* (UT).

Langkah 2: Inisialisasi awal, rute ($r = 1$) dan tur ($t = 1$).

Langkah 3: lokasi awal dari depot.

Langkah 4: cari pelanggan yang memiliki jarak terpendek dari lokasi terakhir.

Langkah 5: hitung waktu tempuh perjalanan antar lokasi (WT).

Langkah 6: hitung waktu *unloading time* (UT), atau waktu penurunan produk ke tiap toko.

Langkah 7: hitung waktu administrasi (W_{adm}).

Langkah 8: hitung waktu penyelesaian (CT), dengan perhitungan dibawah ini:

$$CT_i = CT_{i-1} + WT + UT + LT + W_{adm}$$

a) Jika waktu penyelesaian (CT) \leq jam kerja.

b) Jika waktu penyelesaian (CT), \geq jam kerja maka kembali ke depot pendistribusian selesai.

Langkah 9: apabila semua pelanggan sudah terlayani pendistribusian selesai. Apabila masih ada pelanggan belum terlayani dan kapasitas mobil >0 , lanjut langkah 10. Jika kapasitas mobil $=0$.

Langkah 10: titik akhir pelanggan menjadi titik awal untuk pengiriman, serta cari jarak yang paling dekat.

Langkah 11: kembali ke depot serta menghitung waktu tempuh saat perjalanan.

Langkah 12: jika waktu penyelesaian (CT), \leq jam kerja maka lanjut ke langkah 4. Jika waktu penyelesaian \geq jam kerja maka kembali ke depot pendistribusian selesai.

Langkah 13: lakukan seterusnya sampai semua pelanggan terpenuhi.

Analisis Data Menggunakan Metode *Local Search*

Algoritma *local search* adalah algoritma yang digunakan untuk mendapatkan rute terpendek (Ruben & Imran, 2020). Algoritma ini akan memanipulasi solusi TSP dengan melakukan pemotongan pada sebuah tur sehingga didapatkan dua buah sub-tur. Kemudian kedua sub-tur ini digabungkan kembali dengan cara lain yang memungkinkan. Proses ini akan terus diulang sampai tidak ditemukan lagi tur yang lebih baik (Gunawan & Sandy, 2024)

Adapun langkah – langkah menggunakan metode *Local Search* sebagai berikut:

Langkah 1: input tur dan rute hasil pembentukan metode *nearest neighbour*, matriks jarak, *loading time* dan *unloading time*, permintaan setiap pelanggan (D_i), kapasitas kendaraan (Q).

Langkah 2: dimulai dari tur ke 1, $i = 1$.

Langkah 3: melakukan proses *insertion intra-route* (1-0), menukar urutan pelayanan setiap titikpelanggan dalam rute yang sama untuk setiap rute kendaraan, lanjutkan ke langkah 4 jika semua rute telah dicari.

Langkah 4: jika total jarak pada rute yang baru lebih kecil dari sebelumnya maka pilih rute tersebut untuk menggantikan rute sebelumnya. Lakukan sampai pertukaran selesai dan lanjutkan ke langkah 2. Apabila semua tur telah dilakukan pertukaran lanjutkan ke langkah 5.

Langkah 5: prosedur selesai.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

1. Data Input

Pada penelitian ini, data yang dibutuhkan terdiri dari data Lokasi konsumen, permintaan per masing-masing konsumen, jarak antara gudang dengan konsumen

maupun antar sesama konsumen, kapasitas truk pengantaran, serta biaya yang dikeluarkan di setiap proses penyaluran produk ke konsumen

a. Data Konsumen dan Permintaannya

Tabel 1. Data Lokasi dan Permintaan Area Kota

No.	Kode	Nama Pelanggan	Permintaan (pak)
1.	K1	Wisata Tamendao Beach	15
2.	K2	Hisanah 2	15
3.	K3	XX1	20
4.	K4	Share Tea	25
5.	K5	RM Sri Wangi	15
6.	K6	Yumme	10
7.	K7	Hotel Damhil	10
8.	K8	RM Suapin	15
9.	K9	Warung Makan Regina	15
10.	K10	Kantin UNG	25
11.	K11	Tana Teman	20
12.	K12	Holchick	10
13.	K13	Warkop Jack Kopi	30
14.	K14	Es The Indonesia	35
15.	K15	Kopi Labs	25
16.	K16	Mie Bakso Roso 2	15
17.	K17	Rumah Durian	20
18.	K18	Hisanah 1	15
19.	K19	Hisanah 3	15
20.	K20	RM Dapoer Rasa	10
Total			360

Tabel 2. Data Lokasi dan Permintaan Area Limboto

No.	Kode	Nama Pelanggan	Permintaan (pak)
21	TL1	Hisanah 4	15
22	TL2	Mie Bakso Roso 3	25
23	TL3	Es Teh Indonesia	35
24	TL4	Hisanah 5	15
Total			90

2. Data Jarak dan Rute Awal Antar Konsumen

Pengambilan data jarak dari UMKM Es Kristal Premium ke lokasi konsumen dan jarak antar konsumen satu sama lain diperoleh dengan bantuan *google maps* yang sudah ditanda yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 dan rute awal diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 3. Matriks Jarak Area Kota

	P	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20
P																					
K1	5.5																				
K2	1.6	3.8																			
K3	0.8	5.1	1.3																		
K4	0.8	5.1	1.3	0.65																	
K5	1.8	6.6	2.8	1.8	1.8																
K6	1.8	6.6	2.8	1.8	1.8	0.05															
K7	2.3	7.1	3.3	2.3	2.3	0.55	0.55														
K8	2.2	7.7	3.8	3.2	3.2	1.4	1.4	1.4													
K9	1.9	7.1	3.3	2.6	2.5	0.7	0.7	0.45	0.7												
K10	2.4	7.1	3.3	2.6	2.5	0.75	0.75	0.35	1.1	0.45											
K11	1.6	7	3.2	2.5	2.4	0.6	0.6	0.7	0.85	0.28	0.8										
K12	0.9	6.4	2.6	2.1	2	1.8	1.8	2.2	1.8	1.8	2.3	1.5									
K13	1	5.8	2	1.2	1.1	0.75	0.75	1.3	2	1.4	1.4	1.2	1.2								
K14	1.6	6.4	2.6	1.8	1.8	0.19	0.19	0.65	1.4	0.7	0.75	0.6	1.8	0.65							
K15	1.2	6.3	2.5	1.7	1.7	0.45	0.45	0.95	1.5	0.85	1	0.85	1.3	0.55	0.27						
K16	0.6	5.8	2	1.7	1.6	1.2	1.2	1.7	2	1.7	1.7	1.4	0.7	0.5	1	0.75					
K17	3.5	9	5.2	4.7	4.6	3.2	3.2	3.1	2	2.6	3.4	2.7	2.7	3.7	3.2	3.3	3.4				
K18	1	5.8	2	1.7	1.6	2.6	2.6	3.2	2.7	2.7	3.2	2.4	0.9	1.9	2.5	2.1	1.7	3.2			
K19	2.6	8	4.2	3.7	3.7	2.3	2.3	2.4	1.8	2	2.5	1.7	1.7	2.8	2.3	2.4	2.5	0.95	2.3		
K20	2.5	7.9	4.1	3.7	3.6	2.2	2.2	2.3	1.9	1.9	2.4	1.6	1.7	2.7	2.2	2.3	2.4	1	2.2	2.2	

Tabel 4. Matriks Jarak Area Telaga-Limboto

	P	TL1	TL2	TL3	TL4
P					
TL1	17				
TL2	4.9	12			
TL3	14	2.6	9.1		
TL4	13	4	7.6	1.4	

Tabel 5. Rute Awal Distribusi

	Rute Distribusi	Muatan (Pak)	Jarak (Km)	Total Jarak (Km)
Rute awal area Kota	P-K1-K2-K3-K4-K5-K6-P	100	14.9	40.3
	P-K7-K8-K9-K10-K11-K12-P	95	8.05	
	P-K13-K14-K15-P	90	3.12	
	P-K16-K17-K18-K19-K20-P	75	14.2	
Rute awal Telaga-Limboto	P-TL1-TL2-TL3-TL4-P	90	52.5	52.5

Penentuan Urutan Pengantaran Menggunakan *Nearest Neighbour*

Proses ini diawali dengan membentuk kelompok distribusi menggunakan metode *saving matriks* berdasarkan urutan nilai penghematan jarak yang nantinya akan diurutkan menggunakan logika *Nearest Neighbour* agar menjadi satu rute utuh. Hasil penghematan jarak serta pengelompokan titik distribusi dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Nilai Penghematan Terbesar-Terkecil (Kota)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	Demand	
K1																					15	
K2	(2,7)	3.3																			15	
K3	1.2	1.1																			20	
K4	1.2	1.1	(4,12)	0.95																	25	
K5	0.7	0.6		0.8	0.8																15	
K6	0.7	0.6		0.8	0.8	(2,6)	3.55														10	
K7	0.7	0.6		0.8	0.8	3.55	3.55														10	
K8	0	0	-0.2	-0.2	2.6	2.6	3.1														15	
K9	0.3	0.2	0.1	0.2	3	3	(1,5)	3.75	3.4												15	
K10	0.8	0.7	0.6	0.7	3.45	3.45	(1,3)	4.35	3.5	(1,4)	3.95										25	
K11	0.1	0	-0.1	0	2.8	2.8	3.2	(3,9)	2.95	3.22	3.2										20	
K12	0	-0.1	-0.4	-0.3	0.9	0.9	1	1.3	1	1	1										10	
K13	0.7	0.6	0.6	0.7	2.05	2.05	2	1.2	1.5	2	1.4	0.7									30	
K14	0.7	0.6	0.6	0.6	(2,8)	3.21	3.21	3.25	2.4	2.8	3.25	2.6	0.7	1.95							35	
K15	0.4	0.3	0.3	0.3	2.55	2.55	2.55	1.9	2.25	2.6	1.95	0.8	1.65	2.53							25	
K16	0.3	0.2	-0.3	-0.2	1.2	1.2	1.2	0.8	0.8	1.3	0.8	(4,13)	0.8	1.1	1.2	(3,10)	1.05				15	
K17	0	-0.1	-0.4	-0.3	2.1	2.1	2.7	3.7	2.8	2.5	2.4	1.7	0.8	1.9	1.4	0.7					20	
K18	0.7	0.6	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2	(4,11)	1	0.1	0.1	0.1	-0.1	1.3			15	
K19	0.1	0	-0.3	-0.3	2.1	2.1	2.5	3	2.5	2.5	2.5	1.8	0.8	1.9	1.4	0.7	(1,1)	5.15	1.3		15	
K20	0.1	0	-0.4	-0.3	2.1	2.1	2.5	2.8	2.5	2.5	2.5	1.7	0.8	1.9	1.4	0.7	(1,2)	5	1.3	2.9	0	10

Tabel 7. Nilai Penghematan Terbesar-Terkecil (Telaga-Limboto)

	TL1	TL2	TL3	TL4	Demand
TL1					15
TL2	9.9				25
TL3	(1,1)28.4	9.8			35
TL4	26	(1,2)10.3	25.6		15

Dapat dilihat bahwa pada tabel 6 dan 7 menampilkan nilai penghematan jarak dengan beberapa nilai dikasih kode nomor dengan format penulisan (Kelompok, urutan ke-). Hasil tersebut kemudian dikonversi ke dalam bentuk tabel agar dapat memperlihatkan kelompok distribusi yang terbentuk menggunakan logika *saving matrix* seperti pada tabel 8.

Tabel 8. Kelompok Distribusi

Kelompok	Kode	Nama Konsumen	Permintaan (pak)	Total (pak)
AREA KOTA				
1	K7	Hotel Damhil	10	95
	K9	Warung Makan Regina	15	
	K10	Kantin UNG	25	
	K17	Rumah Durian	20	
	K19	Hisanah 3	15	
	K20	RM Dapoer Rasa	10	
2	K1	Wisata Tamendao Beach	15	90
	K2	Hisanah 2	15	
	K5	RM Sri Wangi	15	
	K6	Yumme	10	
	K14	Es Teh Indonesia	35	
3	K8	RM Suapin	15	90
	K11	Tana Teman	20	
	K13	Warkop Jack Kopi	30	
	K15	Kopi Labs	25	
4	K3	XX1	20	85
	K4	Share Tea	25	
	K12	Holchick	10	
	K16	Mie Bakso Roso 2	15	

	K18	Hisanah 1	15	
TOTAL			360	360
AREA TELAGA-LIMBOTO				
1	TL1	Hisanah 4	15	90
	TL2	Mie Bakso Roso 3	25	
	TL3	Es Teh Indonesia	35	
	TL4	Hisanah 5	15	
TOTAL			90	90

Hasil di atas dianalisis lebih lanjut menggunakan pendekatan *Nearest neighbor* untuk menghasilkan satu rute utuh yang hasilnya ditampilkan pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Rute Distribusi Area Kota Gorontalo

Rute	Urutan Rute	Total Jarak (km)
1	P-K9-K10-K7-K20-K17-K19-P	9,55
2	P-K2-K14-K6-K5-K1-P	16,54
3	P-K13-K15-K11-K8-P	5,45
4	P-K16-K12-K18-K4-K3-P	5,25
Total		36,79

Tabel 10. Rute Distribusi Area Telaga-Limboto

Rute	Urutan Rute	Total Jarak (km)
1	P-TL2-TL4-TL3-TL1-P	33,5
Total		33,5

Dari tabel 9 dan 10 dapat membuktikan bahwa metode *Nearest Neighbor* berhasil membentuk satu rute utuh yang total jaraknya lebih sedikit daripada rute awal. Namun untuk memastikan bahwa rute yang dihasilkan sudah optimal masih diperlukan analisis lanjutan.

Pengoptimalan Rute Pengantaran Menggunakan *Local Search*

Urutan rute yang sudah didapatkan sebelumnya masih ada kemungkinan untuk dilakukan pengoptimalan dengan menerapkan konsep metode *Local search* yang kemudian dibandingkan hasilnya dengan *ouput* metode *nearest neighbour*.

Tabel 11. Optimalisasi Rute Area Kota Gorontalo

<i>Nearest Neighbor</i>		<i>Local Search</i>	
Urutan rute	Total jarak (km)	Urutan rute	Total jarak (km)
P-K9-K10-K7-K20-K17-K19-P	9,55	P-K9-K10-K7-K20-K17-K19-P	9,55
P-K2-K14-K6-K5-K1-P	16,54	P-K14-K6-K5-K1-K2-P	13,84
P-K13-K15-K11-K8-P	5,45	P-K13-K11-K8-K15-P	5,1
P-K16-K12-K18-K4-K3-P	5,25	P-K16-K12-K18-K4-K3-P	5,25
Total	36,79	Total	33,74

Tabel 12. Optimalisasi Rute Area Telaga-Limboto

<i>Nearest Neighbor</i>		<i>Local Search</i>	
Urutan rute	Total jarak (km)	Urutan rute	Total jarak (km)
P-TL2-TL4-TL3-TL1-P	33,5	P-TL2-TL4-TL1-TL3-P	33,1
Total	33,5	Total	33,1

Dari tabel 11 dan 12 bisa lihat bahwa metode *local search* lebih mengoptimalkan rute yang terbentuk dari hasil penerapan metode *nearest neighbour*. Hasil ini yang kemudian akan dibandingkan dengan rute awal untuk melihat persentase pengoptimalan rute distribusinya.

Analisis Minimasi Biaya

Tabel 13. Persentase Optimasi Jarak

Kota Gorontalo			Telaga-Limboto		
Awal	Akhir	Persen penghematan (%)	Awal	Akhir	Persen penghematan (%)
40,3	33,74	16,28	52,5	33,1	36,95

Penelitian ini hadir untuk membantu memberikan analisis dan perhitungan yang lebih mendetail dan komprehensif tentang penetapan dan pembentukan rute baru untuk mengoptimalkan rute yang sudah ada dari UMKM Es Kristal Premium. Hasil menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan kombinasi metode *Saving Matrix*, *Nearest Neighbor*, dan *Local Search*, studi ini berhasil memaksimalkan rute lama dari UMKM tersebut. Hasil menunjukkan bahwa total jarak dari rute awal dapat dioptimalkan karena mengalami penurunan sebesar 16,28% untuk Area Kota dan 36,95% untuk area Telaga-Limboto

Tabel 14. Persentase Optimasi Biaya Distribusi

Biaya Awal	Biaya Akhir	Persentase Penghematan (%)
Rp. 100.000	Rp. 66. 840	33,16

Penelitian ini juga menyediakan hasil analisis pengoptimalan biaya distribusi. Perhitungan bagian ini didasarkan pada total jarak yang sudah dihematkan sebelumnya yang dibandingkan dengan data aktual biaya distribusi langsung dari objek penelitian dengan keterangan total biayanya sebesar Rp. 100.000,00 untuk setiap harinya. Tabel 14 menunjukkan bahwa setelah dilakukan analisis pengoptimalan rute, biayanya juga berhasil ditekan sebesar 33,16 %.

Pembahasan

UMKM Es Kristal Premium merupakan salah satu usaha berjalan di Kota Gorontalo yang rutin memproduksi es kristal untuk didistribusikan ke konsumen. Proses distribusi ini yang dilakukan rutin oleh supir truk angkut milik UMKM dilakukan pada rute yang relatif sama setiap proses pengantaran berlangsung. Hal ini dengan tanpa disadari telah membentuk suatu rute distribusi standar yang selalu digunakan supir sebagai patokan urutan pengantaran. Proses penentuan ini semata-mata hanya didasarkan pada pengetahuan dan pengalaman pribadi dari supir tentang lokasi dari masing-masing konsumen tanpa ada analisis yang terperinci dan mendalam.

Penelitian ini hadir untuk membantu memberikan analisis dan perhitungan yang lebih mendetail dan komprehensif tentang penetapan dan pembentukan rute baru untuk mengoptimalkan rute yang sudah ada dari UMKM Es Kristal Premium. Hasil menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan kombinasi metode Saving Matrix, Nearest Neighbor, dan Local Search, studi ini berhasil memaksimalkan rute lama dari UMKM tersebut. Hal ini dibuktikan dengan penurunan total jarak yang dihasilkan dari analisis dengan memanfaatkan tiga metode ini. Logika sederhana yang memprioritaskan jarak terdekat dari titik terakhir pengantaran membantu mencapai optimalisasi rute. Hal ini juga berdampak pada penurunan biaya distribusi yang bisa memaksimalkan margin keuntungan UMKM Es Kristal Premium agar dapat bersaing di pasar.

Hasil ini dapat diterapkan oleh UMKM Es Kristal Premium dilapangan nantinya. Namun ada kemungkinan penerapan ini mendapati kendala. Seperti contoh karena ini merupakan rute baru yang berbeda dengan rute awal dari UMKM maka perlu dilakukan penjadwalan ulang melalui koordinasi dengan konsumen terkait mengenai perubahan jam pengantaran karena hasilnya sudah merupakan rute yang urutan pengantarannya sudah tertata rapi. Hal ini bisa menjadi proses yang cukup memakan waktu karena faktanya tidak semua konsumen fleksibel terhadap waktu pengantaran ke tempat mereka. Jadi diperlukan negosiasi terhadap konsumen dengan tanpa merugikan kedua belah pihak.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rute distribusi UMKM Es Kristal Premium menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Local Search* menunjukkan bahwa dua metode ini berhasil memberikan rute distribusi yang optimal dari rute awal yang ada dengan persentase optimasi jarak pada area Kota Gorontalo sebesar 16,28% dan Telaga-Limboto sebesar 36,95%.

Penelitian ini juga menganalisis penghematan biaya yang diperoleh secara maksimum. Berdasarkan menunjukkan bahwa biaya akhir turun dari Rp. 100.000,00 menjadi Rp. 66.840,00 dengan persentase penurunan biaya sebesar 33,16%

Daftar Pustaka

- Amaluna, M. I., Alamsyah, N., Khofia, R., & Fauzi, M. (2022). Mengoptimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode North West Corner (NWC) Dan Software Lingo. *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v4i1.1889>
- Andalia, W., Oktarini, D., & Humairoh, S. (2021). Penentuan pola distribusi optimal menggunakan metode saving matrix untuk meningkatkan fleksibilitas pemesanan. *Journal Industrial Servicess*, 7(1), 23. <https://doi.org/10.36055/jiss.v7i1.11378>
- Firdausya, L. Z., & Ompusunggu, D. P. (2023). Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (Umkm) Di Era Digital Abad 21. *Tali Jagad Journal*, 1(1), 16–20.
- Gunawan, Y. C., & Sandy, I. A. (2024). Penerapan Lightning Search Algorithm dengan 2-Opt Local Search untuk Penyelesaian Asymmetric Traveling Salesman Problem. 13(2), 191–202.
- Hasanah, T. U., Utami, P., & Fauzi, M. (2020). Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan Metoda North West Corner (NWC) dan Stepping Stone (SS) untuk Distribusi Produk Farmasi. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.24014/jti.v6i1.9468>
- Jihad Azhar, F., Astari, A. N., Rizky, C. A., & Fauzi, M. (2023). Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X Di Pt Bcd Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbors. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 3(1), 702–712.
- Lestari, P., Hasibuan, A., & Harahap, B. (2022). Analisis Penentuan Rute Distribusi menggunakan Metode Nearest Neighbor di PT Medan Juta Rasa Tanjung Morawa. *Factory Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 1(1), 26–32. <https://doi.org/10.56211/factory.v1i1.110>
- Martono, S., & Warnars, H. L. H. S. (2020). Penentuan Rute Pengiriman Barang Dengan Metode Nearest Neighbor. *Petir*, 13(1), 44–57. <https://doi.org/10.33322/petir.v13i1.869>
- Pasaribu, A. B., & Rizal, R. (2021). Pengaruh Biaya Distribusi Terhadap Penjualan Dengan Biaya Promosi Sebagai Mediasi Pada Perusahaan Makanan Dan Minuman Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Tahun 2016 - 2020. *Jurnal Terapan Ilmu Manajemen dan Bisnis*, 4(2), 129–140.

- Purwadana, P. I. A., Candiasa, I. M., & Sukajaya, I. N. (2021). Pengembangan Aplikasi Penentuan Rute Pengiriman Barang Berdasarkan Berat dan Time Windows Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Tabu Search. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 299. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i02.p14>
- Ruben, M., & Imran, A. (2020). Usulan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Sweep Dan Local Search (Studi Kasus Di Perusahaan X). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(1), 40–44. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v6i1.2491>
- Sudrartono, T., Nugroho, H., Irwanto, I., Agustini, I. G. A. A., Yudawisastra, H. G., Maknunah, L. U., Amaria, H., Witi, F. L., Nuryanti, N., & Sudirman, A. (2022). *Kewirausahaan Umkm Di Era Digital*. In Cv Widina Media Utama.
- Suyitno, H., Isnaini Rosyida, dan, & Juni, D. (2020). Pengoptimalan Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Nearest Insertion2) 2020. *UNNES Journal of Mathematics*, 9(2), 2020. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmUJM9>
- Wawan Saputra, D. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 159–165. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1577>