

Analysis of the Effectiveness of Heuristic Methods in Determining the Shortest Route to Reduce Distribution Costs [Analisis Efektivitas Metode Heuristik dalam Penentuan Rute Terpendek untuk Mengurangi Biaya Distribusi]

Muhammad Muzakki Maulana¹⁾, Tedjo Sukmono ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstract. *Delivery delays and high distribution costs are common problems faced by UD. Amalia in distributing gas cylinders in the Pandaan–Gempol area. These issues lead to customer complaints due to stock shortages and inefficient use of time and operational costs. This study aims to determine optimal distribution routes to minimize travel distance and delivery costs. The methods applied in this research are the Clarke and Wright Saving Heuristic and the Nearest Neighbor method. The data used include customer locations and distances between distribution points. The results show that the application of both methods produces more efficient distribution routes compared to the company's initial routes. The proposed routes are able to reduce travel distance and distribution costs while improving delivery time efficiency. It can be concluded that the Clarke and Wright Saving Heuristic and Nearest Neighbor methods are effective in optimizing the distribution system of UD. Amalia.*

Keywords – Heuristik, Distribusi, Clarke and Saving Heuristik, Nearest Neighbour

Abstrak. *Permasalahan keterlambatan pengiriman dan tingginya biaya distribusi sering dialami oleh UD. Amalia dalam kegiatan distribusi tabung gas di wilayah Pandaan–Gempol. Kondisi tersebut menyebabkan keluhan pelanggan akibat kekosongan stok serta ketidakefisienan penggunaan waktu dan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi yang optimal guna meminimalkan jarak tempuh dan biaya pengiriman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Clarke and Wright Saving Heuristic dan Nearest Neighbor. Data yang digunakan meliputi lokasi pelanggan dan jarak antar titik distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kedua metode tersebut mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih efisien dibandingkan rute awal perusahaan. Dengan rute usulan, jarak tempuh dan biaya distribusi dapat diminimalkan sehingga waktu pengiriman menjadi lebih optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode Clarke and Wright Saving Heuristic dan Nearest Neighbor efektif digunakan dalam meningkatkan efisiensi distribusi UD. Amalia.*

Kata Kunci - Heuristik, Distribusi, Clarke and Saving Heuristik, Nearest Neighbour

I. PENDAHULUAN

UD. Amalia merupakan sebuah usaha dagang yang berfokus pada kegiatan distribusi tabung gas. UD. Amalia setiap harinya melakukan pengiriman tabung gas ke berbagai tempat hampir seluruh pelosok daerah Pandaan-Gempol. Dalam melakukan pengiriman ke berbagai tempat.

UD. Amalia sering kali mengalami keluhan dari pelanggan terkait dengan keterlambatan pengiriman yang menyebabkan stok diberbagai tempat habis, selain itu jarak tempuh yang berbeda sangat memakan waktu dan biaya pengiriman yang berbeda pula. Untuk mengatasi keluhan pelanggan serta biaya distribusi yang sangat tinggi maka di perlukan perbaikan distribusi baik dari segi rute pengiriman maupun waktu sehingga dapat lebih efisien dan biaya pengiriman dapat diminimalkan seminimal mungkin.

Dalam mencari jalur terpendek dan meminimalkan biaya bisa menggunakan metode *Clarke and Wright saving Heuristic* dan *Nearest Neighbour*, metode ini telah banyak dibuktikan dalam penelitian sebelumnya oleh Engraeni didapatkan hasil perhitungan diperoleh penghematan jarak tempuh, waktu penyelesaian dan biaya distribusi berturut turut sebesar 19,9%, 9,6% dan 24,4% [1]. Dipenelitian lainnya yang dilakukan oleh Marpaung menghasilkan efisiensi jarak distribusi sebesar 64,79% dan penghematan biaya bahan bakar dari Rp. 296.894 menjadi Rp. 104.519 [2]. Serta penelitian lainnya yang dilakukan oleh Afandy menggunakan Metode *Nearest Neighbour* didapatkan penghematan jarak awal 646km menjadi 476,2km sehingga didapatkan penghematan jarak sebesar 238,1km [3].

Untuk menyelesaikan permasalahan yang kerap dialami oleh UD. Amalia maka dilakukan penelitian menggunakan dua metode, yaitu *Clarke and Wright saving Heuristic* dan *Nearest Neighbor* dalam meminimalkan jarak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan rute distribusi dalam Penentuan rute terpendek untuk mengurangi biaya dengan harapan dapat dijadikan usulan perbaikan untuk pelaku usaha dalam meminimalkan biaya distribusi.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UD. Amalia yang berada di Pasuruan. Tempat penelitian ini bertempat di Jl. Randupitu-Gunung Gangsir No. 36, Randupitu, Gempol, Pasuruan. Dengan waktu pengambilan data dilakukan selama 2 bulan dimulai dari Desember 2024 – Februari 2025.

B. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dimulai dengan kegiatan studi lapangan dan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman awal permasalahan yang akan diteliti. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah untuk menentukan fokus penelitian. Pengumpulan data dilakukan setelah hasil observasi lapangan, dengan memanfaatkan dua jenis sumber data yaitu :

1. Data Primer, diperoleh melalui metode wawancara dan observasi langsung dilapangan.
2. Data Sekunder, diperoleh melalui studi literatur yang mendukung penelitian.

C. Metode Heuristik

Heuristik merupakan sebuah teknik yang dirancang untuk memecahkan masalah yang biasanya menghasilkan solusi yang baik[4]. Metode heuristik adalah sub-bidang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk melakukan pencarian dan optimasi[5]. Metode heuristic seringkali digunakan dalam penentuan rute distribusi baru yang dapat mengoptimalkan kapasitas kendaraan serta meminimasi jarak, waktu dan biaya distribusi[6]. Adapun metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi dalam penelitian ini adalah metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* dan metode *Nearest Neighbour*.

D. Clarke and Wright Saving Heuristic

Clarke and Wright Saving Heuristic ditemukan oleh *Clarke* dan *Wright* pada tahun 1964 dan sering disebut sebagai metode penghematan. Metode ini merupakan suatu prosedur pertukaran, di mana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik[1]. Armada yang biasa digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini, diharuskan menempuh rute yang sudah ditetapkan, mengawali dan mengakhiri di depot, di mana barang diserahkan ke satu atau lebih pelanggan[7]. *Clarke dan Wright* mempublikasikan sebuah algoritma sebagai solusi permasalahan dari berbagai rute kendaraan. Algoritma ini didasari pada suatu konsep yang disebut konsep savings [8].

Langkah-langkah pada metode ini sebagai berikut[9]:

1. Menentukan data agen, total permintaan agen di setiap titik dan kapasitas armada di depot sebagai input yang dibutuhkan.
2. Menghitung nilai *real* pada setiap agen dengan bentuk umum matriks jarak *real* sebagai berikut:

Tabel 1. Bentuk Umum Matriks Jarak Real

	C_0	C_i	C_j	...
C_0	0			
C_i	C_{0i}	0		
C_j	C_{0j}		0	
...				0

Sumber:[10]

Dimana:

C_0 = depot

C_i = agen i

C_j = agen j

C_{0i} = jarak dari depot ke agen i

3. Menghitung nilai *savings* pada setiap agen untuk mengetahui nilai savings dengan menggunakan persamaan:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Sumber:[7][11][8]

Dimana:

S_{ij} = nilai penghematan jarak dari agen i ke agen j

C_{i0} = jarak dari agen i ke depot

C_{0j} = jarak dari depot ke agen j

C_{ij} = jarak dari agen i ke agen j

Dengan bentuk umum matriks *savings* berdasarkan formula diatas sebagai berikut :

Tabel 2. Bentuk Umum Matriks Saving

	C_0	...	C_i	...
C_0	0			
...		0		
C_i	C_{0i}		0	
...				0

4. Mengurutkan pasangan agen menurut nilai *savings* dari tertinggi ke terendah. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, dimana jika nilai penghematan maksimum berada pada agen i dan j , maka baris i dan kolom j dicoret, lalu keduanya digabung dalam satu rute. Proses ini berlanjut hingga iterasi terakhir tanpa ada pengulangan kombinasi.
5. Menentukan armada pertama yang ditugaskan pada rute dengan cara memilih kombinasi agen dengan nilai *savings* terbesar.
6. Jumlahkan total permintaan dari agen terpilih. Jika masih sesuai kapasitas armada lanjut ke langkah 7 jika melebihi lanjut ke langkah 8.
7. Pilih agen berikutnya yang ditugaskan berdasarkan kombinasi agen terakhir yang terpilih dengan nilai *savings* terbesar, kembali ke langkah 6.
8. Hapus agen terakhir yang terpilih, lanjut ke langkah 9.
9. Input agen yang terpilih untuk dimasukkan kedalam rute 1. Apabila masih ada agen yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 11. Apabila semua agen telah ditugaskan, maka proses pekerjaan algoritma *clarke and wright savings* telah selesai.
10. Pengelompokan rute.
11. Mengurutkan rute pendistribusian.
12. Menentukan graf untuk mengetahui model distribusi *clarke and wright savings*.
13. Rekapitulasi waktu pendistribusian.
14. Analisis dan interpretasi hasil.

E. *Nearest Neighbour*

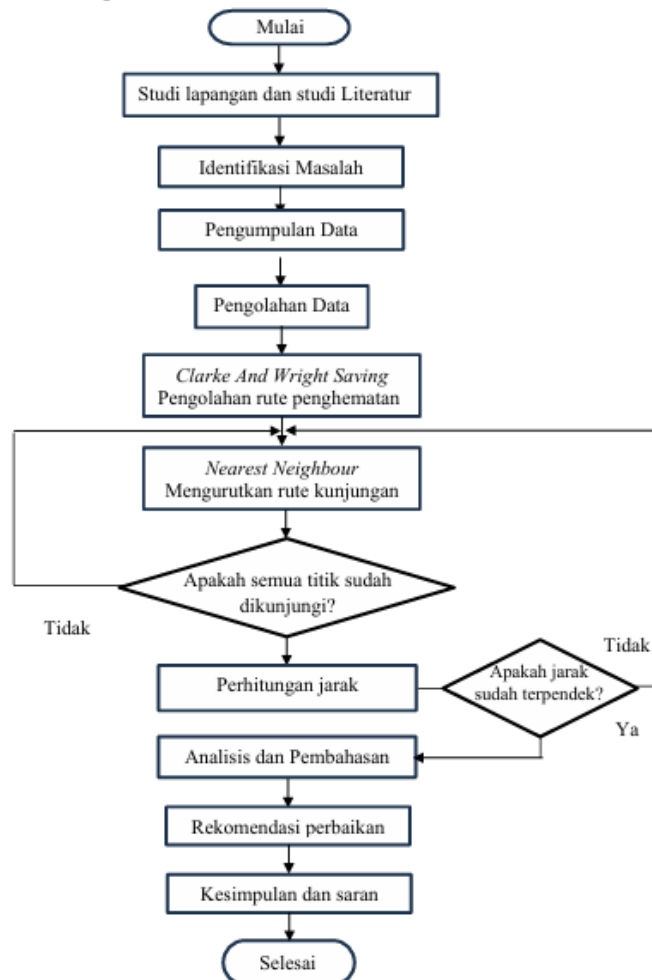
Metode *Nearest Neighbors* atau "*K-Nearest Neighbors*" (KNN) juga dapat digunakan dalam konteks rute distribusi, di mana tujuannya adalah untuk menentukan rute terdekat atau tetangga terdekat dari suatu titik atau lokasi tertentu dalam mengoptimalkan proses distribusi barang atau layanan. Jarak dari gudang ke toko dan juga jarak antar toko yang kemudian disusun dalam satu matriks yang disebut matriks jarak. Matriks jarak inilah yang nantinya digunakan dalam pengolahan data. Matriks jarak tersebut dibuat dengan bantuan aplikasi Google maps [12]. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam menggunakan metode *Nearest Neighbors* dalam rute distribusi:

- a) Menentukan jumlah K
Seperti dalam algoritma KNN pada umumnya, kita harus menentukan tujuan tetangga terdekat dahulu untuk digunakan dalam pemetaan rute distribusi.
- b) Mengumpulkan data Lokasi
Mengumpulkan data lokasi yang diperlukan, seperti koordinat geografis atau alamat, dari titik-titik yang akan dituju.
- c) Menghitung jarak
Menghitung jarak antara titik awal atau titik pusat distribusi dengan titik-titik yang akan menjadi tetangga terdekat.
- d) Menyusun titik terdekat
Memilih titik K yang terdekat berdasarkan jarak yang sudah dihitung sebelumnya sebagai titik terdekat dari titik awal. Pada langkah ini, kita akan menggunakan algoritma *nearest neighbors* untuk mengidentifikasi titik terdekat tersebut.
- e) Mengoptimalkan rute distribusi
Setelah mendapatkan K titik terdekat, kita bisa mengurutkan titik-titik tetangga terdekat berdasarkan urutan jarak dan membuat rencana pengiriman yang efisien berdasarkan urutan tersebut.

F. Alur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi dalam penentuan rute jalur terpendek untuk mengurangi biaya. Proses penelitian diawali dengan studi lapangan dan studi literatur, dilanjutkan dengan identifikasi masalah serta pengumpulan data yang mencakup data primer (wawancara dan observasi) serta data sekunder (studi literatur). Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode heuristic untuk penentuan rute distribusi baru yang dapat mengoptimalkan kapasitas kendaraan serta meminimasi jarak, waktu dan biaya distribusi[6]. Adapun metode yang

digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi dalam penelitian ini adalah metode *Clarke and Wright Saving Heuristic* dan metode *Nearest Neighbour*. Evaluasi dilakukan untuk menentukan apakah penentuan rute distribusi telah menghasilkan jarak yang optimal, dan jika masih terdapat keterlambatan, maka dilakukan perbaikan sistem kerja dengan strategi yang lebih efektif. Hasil analisis data digunakan untuk memberikan kesimpulan dan saran untuk meningkatkan efisiensi distribusi, seperti optimalisasi pengiriman barang. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat membantu mengurangi keterlambatan pengiriman dan meningkatkan efektivitas. Berikut merupakan alur penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir dapat dilihat di **Gambar 1** dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Data pengiriman dan permintaan dari para pelanggan yang akan didistribusikan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Pelanggan

Dari	Tujuan	Kode	Jumlah Barang	Jarak (Km)
Gudang	Toko Bima	C1	160	0,65
	Toko Pangkalan Arcopodo	C2	66	2,50
	Toko Sembako Mbah Min Kepulungan	C3	64	3,50
	Agen Sinar Abadi Suwayuwo Pandaan	C4	125	10,00
	Toko Sumber Rejeki 2 Tanggul	C5	140	4,60
	Toko Pak Siddik Randupitu	C6	165	0,13
	Toko Cak Jen Randupitu	C7	113	0,13
	Toko Sembako Refkal Madura Randupitu	C8	54	0,14
	Toko Sembako Rizkia Randupitu	C9	141	0,29
	Toko Suwandi Keceling	C10	90	1,00

Toko Amalia Randupitu	C11	76	0,75
Toko Masita Randupitu	C12	140	0,80
Toko Bu Trisna Sukoreno	C13	160	10,00
Toko Kencono Ungu	C14	44	5,10
Pasar Kepulungan	C15	48	2,60
Toko Mbak Yayuk Bulusari	C16	25	7,10
Toko Agung Lpg Pandaan	C17	100	7,40
Toko Pak Riono Lpg Pateguhan	C18	73	5,80
Toko Budi Gas Dan Galon	C19	45	3,00
Bashori Lpg Kesiman	C20	115	9,90
Pangkalan Lpg Ali Makmur Banjarsari	C21	81	10,00
Toko LPG 3kg Karangjati	C22	160	10,00

Angkutan yang digunakan dalam pendistribusian tabung gas lpg 3kg menggunakan 1 kendaraan Isuzu ELF NMR HD diesel dengan bahan bakar solar. Tabel 2 dibawah ini menunjukkan kebutuhan bahan bakar solar pada setiap pengantaran, dimana 1 liter solar dapat menempuh jarak hingga 5 km dengan asumsi kendaraan dalam keadaan baik.

Tabel 4. Data Angkutan Yang Digunakan

Keterangan	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
Dimensi Bak Kendaraan ISUZU ELF NMR HD	4300	2000	1760
Dimensi Tabung LPG 3kg	430	285	220

P = Panjang box mobil/ Panjang Tabung LPG 3kg

$$= 4.300/ 430$$

$$= 10 \text{ tabung}$$

L = Lebar box mobil/ Lebar Tabung LPG 3kg

$$= 2.000/ 285$$

$$= 7 \text{ tabung}$$

T = tinggi box mobil/ Tinggi Tabung LPG 3kg

$$= 1.760/ 220$$

$$= 8 \text{ lapis}$$

Kapasitas Angkut = P x L x T

$$= 10 \times 7 \times 8$$

$$= 560 \text{ Tabung}$$

Dengan kapasitas angkut maksimal 560 tabung, maka perhitungan total berat angkut adalah:

Total berat angkut = 560 Tabung x 8kg

$$= 4.480\text{kg}$$

Biaya transportasi untuk setiap kali distribusi dilakukan seperti yang dilihat pada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Rute Awal Perusahaan

RUTE AWAL PERUSAHAAN

KENDARAAN	RUTE	JUMLAH JARAK	KAPASITAS	PENGGUNAAN BBM (LITER)	HARGA SOLAR	TOTAL BIAYA
1	GUDANG - C1 -C2 - C3 - C4 - GUDANG	0,65 + 1,80 + 8,90 + 8,40 + 10,00 = 29,75KM	160+66+64+125 = 415	5,95	Rp 6.800,00	Rp 40.460,00
	GUDANG - C5 - C6 - C7 - C8 - GUDANG	4,60 + 4,50 + 0,10 + 0,10 + 0,14 = 9,44KM	140+165+113+5 4 = 472	1,89	Rp 6.800,00	Rp 12.838,40
	GUDANG - C9 - C10 - C11 - C12 - GUDANG	0,29, + 0,40 + 1,60 + 0,10 + 0,80 = 3,19KM	141+90+76+140 = 447	0,64	Rp 6.800,00	Rp 4.338,40
	GUDANG - C13 - C14 -C15 - C16 - C17 - GUDANG	10,00 + 9,30 + 5,50 + 6,30 + 9,30 + 7,40 = 47,8KM	160+44+48+25+ 100+73 = 450	9,56	Rp 6.800,00	Rp 65.008,00
	GUDANG - C18 - C19 - C20 - C21 - C22 - GUDANG	5,80 + 3,5 + 6,60 + 15,00 + 16,00 + 10,00 = 56,9KM	45+115+81+160 = 401	11,38	Rp 6.800,00	Rp 77.384,00
TOTAL		147,08	2185	29,416		Rp 200.028,80

Hasil Perhitungan Saving Matriks

Pada penelitian ini, perhitungan jarak antar titik dilihat menggunakan titik google maps dengan asumsi jarak bersifat simetris yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 6. Matriks Jarak

	GUD ANG	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
GUD ANG	0,00																						
C1	0,65	0,00																					
C2	2,50	1,80	0,00																				
C3	3,50	2,90	1,30	0,00																			
C4	10,00	11,00	9,60	8,90	0,00																		
C5	4,60	5,30	7,10	9,20	8,40	0,00																	
C6	0,13	0,60	2,40	3,50	10,00	4,50	0,00																
C7	0,13	0,60	2,30	3,40	9,90	4,40	0,00	0,00															
C8	0,14	0,65	2,50	4,40	9,80	4,30	0,10	0,10	0,00														
C9	0,29	0,80	2,60	3,60	9,50	4,30	0,30	0,60	0,30	0,00													
C10	1,00	1,40	3,20	3,70	9,40	3,70	1,00	0,80	0,70	0,40	0,00												
C11	0,75	0,65	1,70	2,80	11,00	5,20	0,80	0,70	0,80	1,10	1,60	0,00											
C12	0,80	0,18	1,70	2,70	10,90	5,30	0,90	0,75	0,85	1,15	1,50	0,10	0,00										
C13	10,00	9,70	6,10	6,70	11,00	12,00	10,00	9,60	9,70	10,00	9,60	7,50	7,40	0,00									
C14	5,10	4,80	5,80	4,60	5,00	5,60	5,00	4,20	4,10	4,00	3,40	4,90	5,00	9,30	0,00								
C15	2,60	2,30	0,35	1,10	9,00	9,00	2,60	2,90	3,00	3,10	4,10	2,10	2,00	6,10	5,50	0,00							
C16	7,10	6,30	4,20	5,30	13,00	11,00	6,30	5,70	9,10	9,00	7,80	5,50	5,50	9,10	9,70	6,30	0,00						
C17	7,40	6,90	5,20	4,60	6,20	8,60	6,20	6,30	6,20	5,90	5,60	6,70	6,60	6,30	2,40	4,60	9,30	0,00					
C18	5,80	5,10	3,60	2,90	7,60	8,50	5,70	4,10	4,30	3,70	3,30	5,00	4,90	5,10	4,70	3,00	7,60	4,10	0,00				
C19	3,00	3,50	4,60	3,80	6,20	5,80	2,30	2,20	2,30	2,00	1,40	2,90	3,00	8,60	1,60	4,50	8,60	4,40	3,50	0,00			
C20	9,90	10,00	6,60	8,60	10,00	12,00	9,80	9,70	9,80	9,50	8,80	8,00	8,10	0,50	7,60	6,60	13,00	5,90	4,60	6,60	0,00		
C21	10,00	10,00	8,90	11,00	9,00	3,20	7,70	7,60	7,40	7,90	6,40	8,40	8,50	15,00	8,60	12,00	16,00	11,00	13,80	8,80	15,00	0,00	
C22	10,00	8,90	6,30	4,50	8,40	5,70	6,50	6,40	6,50	6,20	5,80	8,40	8,80	11,00	2,40	6,40	10,00	3,90	6,00	5,80	8,20	16,00	0,00

Setelah menentukan matriks jarak antar titik-titik yang akan ditempuh, selanjutnya melakukan perhitungan penghematan yang disajikan pada tabel berikut dibawah ini

Tabel 7. Saving Matriks

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
C1	0,00																					
C2	1,35	0,00																				
C3	1,25	4,70	0,00																			
C4	-0,35	2,90	4,60	0,00																		
C5	-0,05	0,00	-1,10	6,20	0,00																	
C6	0,18	0,23	0,13	0,23	0,23	0,00																
C7	0,18	0,33	0,23	0,33	0,16	0,00																
C8	0,14	0,14	-0,76	0,34	0,44	0,17	0,17	0,00														
C9	0,14	0,19	0,19	0,79	0,59	0,12	-0,18	0,13	0,00													
C10	0,25	0,30	0,80	1,60	1,90	0,13	0,33	0,44	0,89	0,00												
C11	0,75	1,55	1,45	-0,25	0,15	0,08	0,18	0,09	-0,06	0,15	0,00											
C12	1,27	1,60	1,60	-0,10	0,10	0,03	0,18	0,09	-0,06	0,30	1,45	0,00										

5	C1	160
TOTAL		160

Berdasarkan tabel diatas, truk 1 akan menempuh rute ke titik lokasi C13, C20, C17, dan C22 dengan total pengiriman sebanyak 535 unit. Rute ke 2 dengan rute C14, C4, C21, C5, dan C18 sebanyak 463 unit, dan Rute ke 3 C3, C16, C19, C15, C2, C11, C10 dan dan C9 sebanyak 555 unit. Rute ke 4 dengan rute C7, C8, C6, dan C12 sebanyak 472 unit. Rute ke 5 dengan rute C1 sebanyak 160 unit

Metode Nearest Neighbor

Setelah menemukan kelompok rute yang akan ditempuh oleh angkutan pada metode *saving matrix* diatas, selanjutnya menentukan urutan pengiriman menggunakan metode *nearest neighbors* yang pada setiap iterasinya dapat menentukan titik terdekat dengan titik terakhir yang kemudian ditambahkan pada akhir rute tersebut. Pada tabel 7 sampai 10 di bawah ini tersaji contoh iterasi yang telah dilakukan untuk mendapatkan urutan rute distribusi yang akan ditempuh menggunakan truk:

Tabel 1. Tabel Jarak Dari Gudang Ke Titik Pertama

Titik	Jarak (km)
C13	10,00
C20	9,90
C17	7,40
C22	10,00

Pada tabel 7 diatas, jarak ditentukan mulai dari gudang sampai dengan titik awal. Dengan metode *nearest neighbors*, maka dipilih titik dengan jarak terpendek dari gudang yaitu sebesar 7,40 km pada titik C17. Sehingga titik tersebut terpilih sebagai titik pertama yang akan dikunjungi seperti yang diberi tanda kuning pada Tabel 9 di atas.

Tabel 2. Tabel Jarak Dari C17 Ke Titik Ke Dua

Titik	Jarak (km)
C13	6,30
C20	5,90
C22	3,90

Iterasi selanjutnya pada Tabel. 10 di atas yaitu mencari titik berikutnya setelah titik pertama C17. Jarak terpendek dari titik C17 yaitu titik C22 dengan jarak 3,90 km. Sehingga rute kedua setelah titik C17 adalah C22 yang diberi tanda kuning.

Tabel 3. Tabel Jarak Dari C22 Ke Titik Ke Tiga

Titik	Jarak (km)
C13	11,00
C20	8,20

Langkah berikutnya mencari titik ketiga yang akan ditempuh dengan cara mencari jarak terpendek dari titik sebelumnya pada C22, yaitu titik C20 dengan jarak 8,20 km. Titik C13 menjadi titik ketiga yang akan dikunjungi seperti yang diberi tanda kuning pada tabel 11 di atas.

Tabel 4. Tabel Jarak Dari C20 Ke Titik Ke Empat

Titik	Jarak (km)
C13	0,50

Terakhir yang merupakan akhir dari kunjungan distribusi yaitu pada titik C13 seperti yang diberi tanda kuning pada tabel 10 di atas dengan jarak 0,50 km. Dengan cara yang sama mengikuti algoritma metode *nearest neighbors*, maka didapatkan rute distribusi untuk kendaraan seperti yang tersaji pada tabel 12 berikut:

Tabel 13. Hasil Penentuan Rute Menggunakan Metode Nearest Neighbors

Rute Tempuh	Total Jarak (Km)
G - C17 - C22 - C20 - C13 - G	30
G - C5 - C21 - C14 - C18 - C4 - G	38,7
G - C9 - C10 - C19 - C11 - C2 - C15 - C3 - C16 - G	20,54
G - C6 - C7 - C8 - C12 - G	1,98

G - C1 – G

1,30

Hasil pengolahan data menggunakan metode *nearest neighbors* didapatkan hasil penentuan rute untuk distribusi produk yang dimana masing-masing rute memiliki jarak yang bervariasi. Jarak terpanjang ditempuh pada rute ke dua dengan total jarak sebesar 38,7 km yang harus menempuh lokasi C5 – C21 – C14 – C18 – C4, dan kembali ke gudang. Selanjutnya dapat diketahui biaya transportasi untuk masing – masing rute dan disajikan pada tabel 13 sebagai berikut:

Tabel 14. Biaya Transportasi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Rute	Jarak (km)	Pemakaian BBM (Liter)	Harga Solar (Rp)	Total (Rp)
G - C17- C22 - C20 - C13 - G	30	6	Rp 6.800,00	Rp 40.800,00
G - C5 - C21 - C14 - C18 - C4 - G	38,7	7,74	Rp 6.800,00	Rp 52.632,00
G - C9 - C10 - C19 - C11 - C2 - C15 - C3 - C16 - G	20,54	4,11	Rp 6.800,00	Rp 27.934,40
G - C6 - C7 - C8 - C12 - G	1,98	0,40	Rp 6.800,00	Rp 2.692,80
G - C1- G	1,3	0,26	Rp 6.800,00	Rp 1.768,00
TOTAL	92,52	18,504		Rp 125.827,20

Berdasarkan tabel 12 di atas, total jarak tempuh distribusi sejauh 92,52km dengan total biaya transportasi untuk setiap pendistribusian produk kepada pelanggan sebesar Rp. 125.827,20 Rekapitulasi jarak dan biaya transportasi dapat dilihat pada tabel 13 dan 14 berikut:

Tabel 15. Perbandingan Jarak Awal Dan Jarak Usulan

Jarak Awal (KM)	Jarak Usulan (KM)	Selisih Jarak (KM)	Persentase Penurunan
147,08	92,52	54,56	37%

Tabel 16. Perbandingan Biaya Awal Dan Biaya Usulan

Biaya Awal	Biaya Usulan	Selisih Biaya	Persentase Penurunan
Rp. 200.028,80	Rp. 125.827,20	Rp. 74.201,60	37%

Berdasarkan kedua tabel diatas yakni tabel 15 dan 16 dapat diketahui bahwa total jarak tempuh pendistribusian produk tabung gas kepada pelanggan dapat diperpendek sejauh 54,56 km atau sebesar 37%. Biaya transportasi mampu direduksi hingga 37% dari total biaya transportasi awal yang terbagi menjadi 5 kelompok rute perjalanan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan penggabungan metode *Clarke and Wright Saving Heuristik* dan *Nearest Neighbors* menunjukkan bahwa rute terbaik untuk pengiriman pada rute pertama ialah G-C17-C22-C20-C13-G, untuk rute ke dua ialah G-C5-C21-C14-C18-C4-G dan untuk rute ke tiga ialah G-C9-C10-C19-C11-C2-C15-C3-C16-G. Rute ke empat ialah G-C6-C7-C8-C12-G. Rute terakhir adalah G-C1-G Dengan menggunakan rute tersebut, jarak tempuh dapat diperpendek dengan selisih total jarak sejauh 54,56km dari awalnya 147,08 km menjadi 92,52 km serta mampu mereduksi biaya transportasi menjadi Rp125.827,20 atau sebesar 37% dari yang semula Rp200.028,80.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kepala gudang yang telah memberikan waktu, informasi, serta wawasan berharga selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada UD.AMALIA yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Dukungan dan kerja sama dari semua pihak sangat membantu dalam memperoleh data serta menyusun analisis yang mendukung penyelesaian penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan distribusi kedepan.

REFERENSI

- [1] V. Engraini, S. N. Meirizha, and D. Dermawan, "Optimasi Vehicle Routing Problem di PT. XYZ Menggunakan Metode Clarke and Wright Saving Heuristic dan Nearest Neighbour," *Sntiki*, vol. 12, pp. 435–442, 2020.
- [2] L. E. Marpaung, J. Arifin, and W. Winarno, "Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke and Wright Savings," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 6, no. 2, p. 76, 2022, doi: 10.35194/jmtsi.v6i2.1784.
- [3] F. R. Afandy and R. Fayaqun, "JURNAL LOCUS : Penelitian & Pengabdian OPTIMASI PENDISTRIBUSI BARANG DENGAN METODE CLARKE AND WRIGHT," vol. 2, no. 8, pp. 833–845, 2023, doi: 10.58344/locus.v2i8.1589.
- [4] D. Konggoro, "Arithmetic :," vol. 03, no. 02, pp. 147–162, 2021.
- [5] T. Optimization, "Jurnal teknik industri," vol. 3, no. 1, pp. 38–46, 2022.
- [6] R. Rahmawati, R. M. Sari, D. T. Industri, F. Teknik, and U. S. Utara, "USULAN MODEL DALAM MENENTUKAN RUTE DISTRIBUSI UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN METODE SAVING MATRIX DI PT . XYZ," vol. 5, no. 2, pp. 6–10, 2014.
- [7] L. Statistika, B. Fmipa, and U. Mulawarman, "Penentuan Rute Terpendek dengan Menggunakan Metode Algoritma Clarke and Wright Savings Determining The Shortest Route Using The Clarke and Wright Savings Algorithm Method," vol. 12, pp. 65–72, 2021.
- [8] P. Studi, T. Industri, F. Teknik, U. Pembangunan, N. Veteran, and J. Timur, "PENERAPAN METODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC DALAM MENENTUKAN RUTE," vol. 01, no. 04, pp. 1–11, 2020.
- [9] L. Octora, A. Imran, and S. Susanty, "Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion *," vol. 02, no. 02, pp. 1–11, 2014.
- [10] 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.
- [11] F. J. Azhar *et al.*, "PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA DISTRIBUSI PRODUK X DI PT BCD MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX DAN," pp. 702–712, 2023.
- [12] R. Sakti and A. Daulay, "Analisis Kritis dan Pengembangan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN): Sebuah Tinjauan Literatur," vol. 4, no. 2, pp. 131–141, 2024.
- [13] M. Cat, K. F. Octaviarie, D. T. Liputra, and R. M. Heryanto, "Penentuan Rute Distribusi dengan Metode Heuristik dan Alternatif Skenario Penentuan Rute Distribusi dengan Metode Heuristik dan Alternatif Skenario pada Manufaktur Cat," no. January, 2024, doi: 10.28932/sentekmi2023.v2i1.120.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.