



Optimalisasi Rute Distribusi Pada PT. Pusaka Agro Tani Menggunakan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic*

Ahmad Ali Imran*, Trifandi Lasalewo**, Buyung Rahmad Macmoed***

*, **, ***, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

(ahmadaliimran44@gmail.com, trifandilasalewo@ung.ac.id, amacmoed@gmail.com)

‡ Ahmad Ali Imran; Trifandi Lasalewo, Postal address, Tel: +62 822-9183-2930, ahmadaliimran44@gmail.com

Received: 18.11.2022 Accepted: 24.11.2022 Published: 30.11.2022

Abstract- This research aims to determine the optimization of distribution routes at P.T Pusaka Agro Tani. One of the important factor that need to be considered is the distribution of products from company to consumers that is pinctual and evectorive. The problem encountered by the company is tha lack of a proper distribution planning system to determine the distribution route to customers, resulting in long distances traveled for delivery, which leads to high distribution costs. This research employs Clarke And Wright Saving Heuristic. The data used are primary data obtained form interviews and secondary data consisting of demand for goods, number and type of fleet, distribution areas, and vehicle capacity data. The research results indicate the indicate traveled using the Clarke & Wright saving heuristic method can make savings, with the current condition of a total travel time of 43.53 hours and a total distance of 1,662 km, becoming 1,035 minutes 17.25 hours with a total distance of 679.7 km, Thus, the total savings obtained were a travel time of 1.577 minutes or 26.28 hours and a distance of 982,3 kilometers. In conclusion the distance in km generated using the Clarke & Wright saving heuristic method can save distance and time.

Keywords Distribusi, Route, Clarke & Wright Saving

1. Pendahuluan

Proses distribusi yang efektif dan efisien menjadi salah satu faktor yang untuk mencapai kepuasan pelanggan. Rute pengantaran yang tidak terstruktur dengan baik dapat menyebabkan terjadinya penambahan jarak tempuh. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rencana rute yang memiliki jarak tempuh dan biaya transportasi yang minimum, dengan rute yang tidak melebihi kapasitas kendaraan dan setiap kios pengecer dikunjungi hanya sekali oleh satu kendaraan dalam sekali proses pengantaran[1].

PT. Pusaka Agro Tani ialah perusahaan yang berfokus pada industri pertanian, memiliki kewajiban agar bisa melakukan perancangan performa pendistribusian yang kredibel, produk pertanian yang beragam menjadikan kegiatan ini memiliki banyak potensi dan manfaat pada tiap tingkatannya mulai dari tingkatan produksi yang berperan adalah petani maupun sampai pemasaran penyaluran produk ke konsumen[2].

Sementara itu pada usaha untuk memenuhi target ini berdasarkan studi awal pengambilan data serta informasi, kenyataannya pada perusahaan tersebut terdapat kelemahan dalam hal pendistribusian, yaitu belum adanya sistem perencanaan pendistribusian barang yang tepat dalam menentukan jalur distribusi ke *curtemer* sehingga jarak pengiriman yang ditempuh panjang yang mengakibatkan biaya distribusi menjadi mahal dan berimbas pada kegiatan distribusi berjalan kurang efisien. Pencarian solusi yang tepat mengenai permasalahan ini adalah melakukan optimasi pada distribusi. Proses pendistribusian yang lakukan dengan menggunakan transportasi mobil untuk keseluruhannya Di Provinsi Gorontalo, pada penelitian ini hanya agen yang diambil sebanyak 21 konsumen yang merupakan konsumen tetap yang dilayani setiap bulan. *Clark and Wright Saving* ialah skema *heuristic* guna mengatasi permasalahan pada pengiriman yang berguna pada penentuan rute serta rencana pengiriman barang jadi, pengembang konsep ini yaitu *Clarke end Wright* di

tahun 1964. Skema tersebut bertujuan agar total jarak yang ditempuh, waktu serta biaya mengenai transportasi pada saat aktivitas distribusi dapat ditekan hingga seminimal mungkin[3].

2. Metodologi

2.1 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer, merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung. Penelitian ini menggunakan data rute pengiriman, data waktu *loading* dan *unloading*.

b. Data sekunder

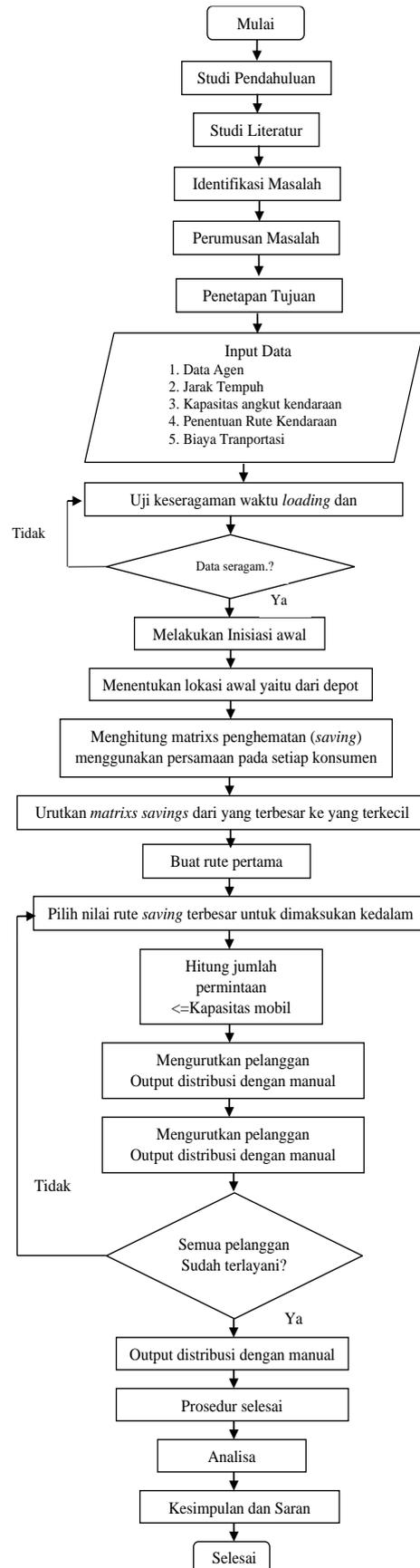
Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Biaya bahan bakar =Rp. 250.000 – 300.000/sekali jalan/oprasi
- b. Harga bahan bakar (solar) = 6.800/liter
- c. Harga bahan bakar (pertalite) = 10.000/liter
- d. Biaya pengemudi= 2.850.000/orang/25 hari kerja = 114.000/orang/hari
- e. Biaya kru = 2.850.000/orang/25 hari kerja = 114.000/orang/hari
- f. Biaya Makan = 20.000 - 40.000/ sekali jalan

2.2 Tahapan Penelitian

a. Melakukan perhitungan keseragaman data

1. Uji Keseragaman data pada penelitian ini dilakukan dengan melihat peta control. Dimana menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% untuk menentukan nilai BKA (batas control atas) dan BKB (batas kontrol bawah). Hal ini berarti dari 21 data yang diambil memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5 %.
- b. Melakukan perhitungan terhadap data yang diperoleh[4].
 1. Melakukan inisialisasi awal terhadap nama-nama data agen yang telah diperoleh
 2. Menentukan lokasi awal yaitu dari depot
 3. Menghitung matriks penghematan untuk setiap konsumen menggunakan persamaan untuk menentukan nilai, menggunakan persamaan $S_{i,j} = C_{oi} + C_{oj} - C_{ij}$
 4. Urutkan *matriks saving* dari yang terbesar ke yang terkecil, langkah ini merupakan salah satu iterasi dari matriks penghematan.
 5. Memilih nilai penghematan maksimum untuk dimasukkan kedalam rute
 6. Jumlah permintaan dihitung berdasarkan kapasitas kendaraan.
 7. Mengurutkan pelanggan berdasarkan rute
 8. Memastikan setiap pelanggan terlayani, jika tidak hapus pelanggan terakhir yang terpilih, kemudian lanjut ke langkah 6
 9. Jika seluruh pelanggan sudah terlayani, slalu menyelesaikan proses pengerjaan perhitungan manual algoritma *Clarke and wright* untuk mendapatkan output rute pengiriman.



Gbr. 1. Bagan alir penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil

PT. Pusaka Agro Tani melakukan pendistribusian produk yang beralamat perusahaan yang berada di Jalan Adam Hoesa No.5, Pentadio Barat, Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo. Pada proses pendistribusian produk, perusahaan hanya melakukan proses *loading* di depot dan *unloading* pada masing-masing *customer*, tidak ada melakukan kegiatan pengambilan barang di tempat *customer*. Berikut data yang akan digunakan dalam menentukan waktu kerja PT. Pusaka Agro Tani.

Tabel 1. Hari dan waktu kerja karyawan

Hari Kerja	Waktu Kerja	Jam Kerja	Waktu Istirahat (jam)	Jam Kerja Distribusi Barang (jam)
Senin- Jumat	08.00- 16.00	8	1	9
Sabtu	08.00- 12.00	4		

Sumber : PT.Pusaka Agro Tani

PT. Pusaka Agro Tani menerapkan sistem 6 hari kerja, hari saptu bekerja sampai 12.00 dan 1 hari libur yaitu hari minggu, selain hari libur nasional dan hari

besar. Jam kerja yang wajib dijalani dalam 1 hari adalah 8 jam, sehingga jumlah jam kerja wajib dalam 1 minggu (6 hari). Khusus untuk karyawan yang mendistribusikan barang waktu distribusi sampai 9 jam kendaraan sudah tiba di kantor.

Dalam melakukan pendistribusian, perusahaan menggunakan sarana berupa mobil angkut. Spesifikasi dari alat kendaraan yang digunakan yaitu:

Tabel 2. Spesifikasi kendaraan

No	Kendaraan	Kapasitas Tangki	Kapasitas /Km	Jumlah Unit
1	Pick Up Box Gran Max	43 Liter	10km/liter	1
2	Truk Box Hino	100 Liter	7km/liter	1

Sumber : PT.Pusaka Agro Tani

Jumlah Operator untuk setiap kendaraan ada sebanyak 2 atau lebih orang yaitu operator alat angkut, operator *loading / unloading* dan sopir.

Berikut di bawah ini data awal jarak yang dihasilkan sebesar 1.662 km dan waktu sebesar 43.53 jam. Setiap pelanggan diberi kode C1-C21, sesuai dengan jumlah pelanggan, seperti tabel di atas jarak dan waktu yang dihasilkan cukup besar.

Kode	Customer	Alamat	Jarak Tempuh (km)	Waktu Tempuh (jam)
C1	Anak Tani	Sido Mulyo, Kabupaten Gorontalo	116	2.76
C2	Babong Tani	Gandasari, Kabupaten Gorontalo	124,6	3
C3	Cahaya Tani	Jl. Rusli Datau, Dulomo, Kota Gorontalo	26,8	0.73
C4	CV. Agro Makmur	Monggolito, Kabupaten Gorontalo	116	2.56
C5	Indo Tani Jaya	Jl. Trans Sulawesi, Kabupaten Gorontalo	40,8	1.2
C6	Hj Rohman Kios	Harapan, Kabupaten Boalemo	158	3.58
C7	Kios Mitra Tani	Bunuo, Kabupaten Bone Bolango	34,8	1
C8	Marzuki Kios	Makmur, Kabupaten Boalemo	163,8	4.16
C9	Mitra Agro Tani	Oluhuta, Kabupaten Bone Bolango	31	1.12
C10	Mutiara Tani TK	Isimu Sel, Kabupaten Gorontalo	43,6	1.6
C11	Rahmat Tani TK	Pontolo, Kabupaten Gorontalo Utara	83	2.12
C12	Sang Tani TK	Pantungo, Kabupaten Gorontalo	11	0.4
C13	Sinar Tani TK	Kayubulan, Kabupaten Gorontalo	8	1
C14	Sumber Tani TK	Gandasari, Kabupaten Gorontalo	120,4	3.10
C15	UD. Tani Sami Jaya	Tenilo, Kabupaten Gorontalo	14,6	0.56
C16	Taninda Tk	Limehe Bar. Kabupaten Gorontalo	28	1
C17	Kios Rahma	Palopo, Kec. Marisa, Kabupaten Pohuwato	306	6.44
C18	UD. Yulian star	Jl. Trans Sulawesi, Kabupaten Boalemo	183,2	2.50
C19	UD. Central Tani	Tunggulo, Kabupaten Gorontalo	17,8	0.63
C20	UD. Tani Baru	Jl. Trans Sulawesi, Kabupaten Gorontalo	10,4	0.43
C21	Viral Tani Kios	Jl. Tinaloga, Kabupaten Bone Bolango	24,8	1
Total			1.662	43.53

Tabel 3. Rute Awal Pendistribusia

3.2 Jarak Titik Distribusi

Data jarak antar titik distribusi didapat dengan menggunakan *google maps*. Jarak yang telah didapatkan dari Perusahaan kesetiap konsumen, konsumen antara konsumen lain selanjutnya dibuat dengan matrix jarak:

Tabel 4. Jarak tempuh antar titik distribusi menggunakan *google maps* dalam km

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0																							
C1	58																						
C2	62,3	6,4																					
C3	13,4	68	71																				
C4	58	0,22	6,8	68																			
C5	18,4	37,3	43,9	31,7	37,3																		
C6	79	19,6	13,2	5,7	19,8	57,3																	
C7	17,4	70,8	76,3	10,4	72	35	93																
C8	81,9	23,8	17,4	93,2	24	61,5	4,2	96															
C9	9,7	73,2	78,7	7,8	74,4	33,8	95,4	17,7	97,5														
C10	21,8	37,4	41,6	33,1	37,4	1,6	58,3	35,2	62,5	37,2													
C11	41,5	53,9	58,1	51,5	53,8	19,7	71,3	55,5	75,4	56,7	20,8												
C12	5,5	63,5	67,7	6,2	63,4	23	84,4	13,4	88,7	10,8	24	46,9											
C13	4	51,2	56,7	16,8	52,4	17,5	73,4	19,6	77,6	18,7	17,5	35,9	9										
C14	60,2	5,6	0,9	71,5	5,8	39,7	14,1	75,5	18,3	76	40,8	57,3	67	54									
C15	7,3	46,8	53,7	12,6	47,2	12,3	68,1	25,6	72,3	28	12,2	30,6	13	4,1	50,6								
C16	14	44,9	49,1	29,2	44,9	10,9	65,8	33,3	70	35,7	7,7	28,3	19	10,1	48,3	6,7							
C17	153	104	108	164	104	132	92	168	96,2	169	133	150	158	146	109	143	141						
C18	91,6	42,2	45,6	102	42,2	69,8	29,7	106	33,9	107	70,9	87,5	97	84,1	46,5	80,7	78,4	64,5					
C19	8,9	53,5	50	13	45,7	10,8	66,7	26	70,9	15	10,8	29,2	13,2	4,8	49,2	1,4	5,3	141	79,3				
C20	5,2	49,2	55,7	18,5	49,1	14,2	70,1	21,1	74,3	19,8	14,2	32,5	9,8	1,5	54,9	3,7	8,7	144	82,7	3,4			
C21	12,4	69	74,4	2,8	70,2	33,6	91,2	12,6	94	4,7	35,3	53,6	9	19	73,6	23	39	163	103	25	16,7		

Tabel 5. Rekapitulasi Matrix Jarak

0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	
C1																						
C2	113,9																					
C3	3,4	4,7																				
C4	115,7	113,5	3,3																			
C5	39,1	36,8	0,1	39,1																		
C6	117,4	128,1	86,7	117,2	40,1																	
C7	4,6	3,4	20,4	3,4	0,8	3,4																
C8	116,1	126,8	2,1	115,9	38,8	156,7	3,3															
C9	-5,5	-6,7	15,3	-6,7	-5,7	-6,7	9,4	-5,9														
C10	42,4	42,5	2,1	42,4	38,6	42,5	4	41,2	-5,7													
C11	45,6	45,7	3,4	45,7	40,2	49,2	3,4	48	-5,5	42,5												
C12	0	0,1	12,7	0,1	0,9	0,1	9,5	-1,3	4,4	3,3	0,1											
C13	10,8	9,6	0,6	9,6	4,9	9,6	1,8	8,3	-5	8,3	9,6	0,5										
C14	112,6	121,6	2,1	112,4	38,9	125,1	2,1	123,8	-6,1	41,2	44,4	-1,3	10,2									
C15	18,5	15,9	8,1	18,1	13,4	18,2	-0,9	16,9	-11	16,9	18,2	-0,2	7,2	16,9								
C16	27,1	27,2	-1,8	27,1	21,5	27,2	-1,9	25,9	-12	28,1	27,2	0,5	7,9	25,9	14,6							
C17	107	107,3	2,4	107	39,4	140	2,4	138,7	-6,3	41,8	44,5	0,5	11	104,2	17,3	26						
C18	107,4	108,3	3	107,4	40,2	140,9	3	139,6	-5,7	42,5	45,6	0,1	11,5	105,3	18,2	27,2	180,1					
C19	13,4	21,2	9,3	21,2	16,5	21,2	0,3	19,9	3,6	19,9	21,2	1,2	8,1	19,9	14,8	17,6	20,9	21,2				
C20	14	11,8	0,1	14,1	9,4	14,1	1,5	12,8	-4,9	12,8	14,2	0,9	7,7	10,5	8,8	10,5	14,2	14,1	10,7			
C21	1,4	0,3	23	0,2	-2,8	0,2	17,2	0,3	17,4	-1,1	0,3	8,9	-2,6	-1	-3,3	-12,6	2,4	1	-3,7	0,9		

Langkah tabel di atas setelah menentukan matriks jarak menggunakan *Google Maps* menggunakan rumus.

Anak Tani dan Babon Tani

$$S_{1,2} = C_{(0,1)} + C_{(0,2)} - C_{(1,2)}$$

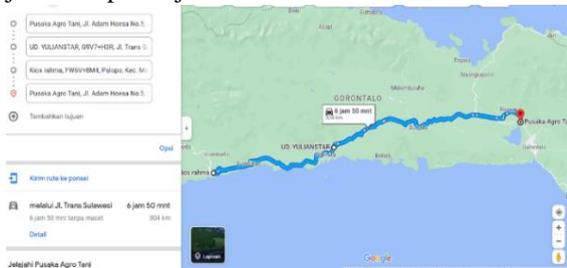
$$= 58 + 62,3 - 6,4$$

$$= 113,9 \text{ km}$$

Berikut adalah langkah-langkah untuk pembentukan kelompok rute dari hasil pengurutan nilai *savings*[5].

a. Iterasi 1

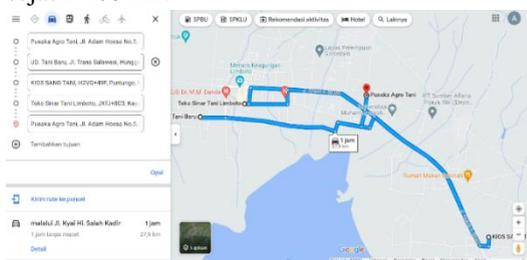
Dari hasil pengurutan nilai *savings* didapatkan nilai tertinggi yaitu 180.1 pada rute C18 UD. Yulian star - C17 Kios Rahma, sejauh 153 km dengan jumlah permintaan 1.720 kg. Dikarenakan kapasitas kendaraan *pick up* sudah terpenuhi yaitu sebanyak 1.720 kg maka rute 1 sudah terbentuk dengan total jarak tempuh sejauh 304 km.



Gambar 2. Kelompok Tur C18-C17

b. Iterasi 2

Dari hasil pengurutan nilai *savings* didapatkan nilai tertinggi yaitu 128,1 pada rute C2 Babon Tani - C6 HJ Roman Kios. Dikarenakan kapasitas *truck* masih dapat melayani titik yang lain, maka lanjut ke rute yang memiliki nilai *savings* tertinggi pada lanjutan rute sebelumnya yaitu node C8C14 Marzuki Kios, C14 Sumber Tani TK, C4 CV. Agro Makmur Sejahtra, C1 Anak Tani. Dikarenakan tidak ada lagi titik yang dapat dilayani oleh kapasitas *truck* dan kapasitas sudah terpenuhi yaitu sebanyak 7.820 kg, maka ite 2 sudah terbentuk dengan total jarak tempuh sejauh 168 km.

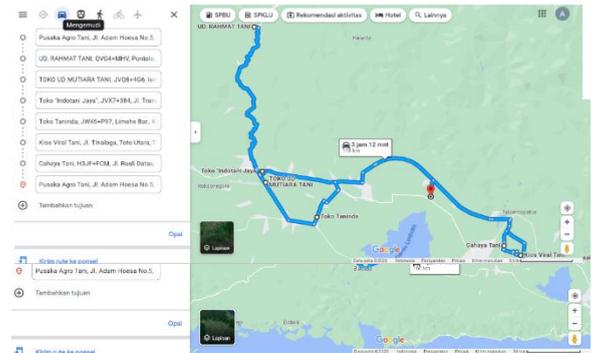


Gambar 3. Kelompok Tur C2-C6-C8-C14-C4-C1

c. Iterasi 3

Dari hasil pengurutan nilai *savings* didapatkan nilai tertinggi yaitu 42.5 pada rute C11 Rahmat Tani

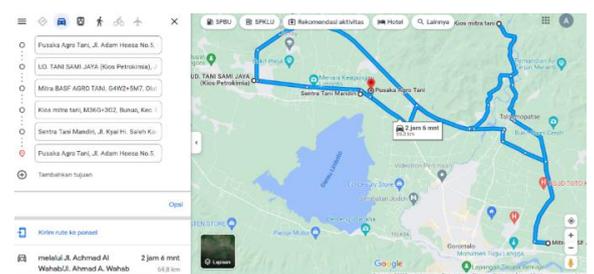
TK dan C10 Mutiara Tani TK. Dikarenakan kapasitas *truck* masih dapat melayani titik yang lain, maka lanjut ke rute yang memiliki nilai *savings* tertinggi pada lanjutan rute sebelumnya yaitu node C5 Indo Tani Jaya, C16 Taninda Tk, C21 Viral Tani Kios, C3 Cahaya Tani. Dikarenakan tidak ada lagi titik yang dapat dilayani oleh kapasitas *truck* dan kapasitas sudah terpenuhi yaitu sebanyak 7.480 kg, maka rute 3 sudah terbentuk dengan total jarak tempuh sejauh 118 km



Gambar 4. Kelompok Tur C11-C10-C5-C16-21-C3

d. Iterasi 4

Dari hasil pengurutan nilai *savings* didapatkan nilai tertinggi yaitu 18.2 pada rute C15 UD. Tani Sami Jaya dan C11 Rahmat Tani TK. Dikarenakan C11 Rahmat Tani TK sudah memiliki rute maka tidak perlu lagi digabungkan dengan C15 UD. Tani Sami Jaya. Rute yang didapat masih belum melampaui kapasitas kendaraan maka masih dapat digabung dengan nilai *savings* tertinggi lainnya yaitu pada C9 Mitra Agro Tani, C7 Kios Mitra Tani, C19 UD. Central Tani Mandiri. Dikarenakan tidak ada lagi titik yang dapat dilayani oleh kapasitas *truck* dan kapasitas sudah terpenuhi yaitu sebanyak 5.720 kg, maka iterasi 4 sudah terbentuk dengan total jarak tempuh sejauh 69.8 km

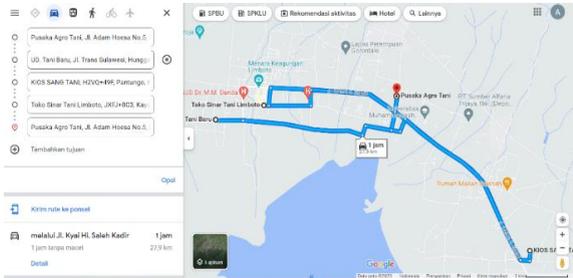


Gambar 5. Kelompok Tur C15-C9-C7-C19

Iterasi 5

Dari hasil pengurutan nilai *savings* didapatkan nilai tertinggi yaitu 14,2 pada rute C20 UD dan C11 Rahmat Tani TK. Dikarenakan C11 Rahmat Tani TK sudah memiliki rute maka tidak perlu lagi digabungkan dengan C11 Rahmat Tani TK. Rute yang didapat masih belum melampaui kapasitas kendaraan maka masih dapat digabung dengan nilai *savings* tertinggi lainnya yaitu 12 Sang Tani Tk, C13 sinar

Tani Tk. Dikarenakan *truck* sudah tidak dapat melayani titik yang lain dan kapasitas sudah terpenuhi yaitu sebanyak 6.460 kg, maka Iterasi 5 sudah terbentuk dengan total jarak sejauh 27.9 km.



Gbr 6. Kelompok Tur C20-C12-C13

Waktu Proses *Loading* dan *Unloading*

Kegiatan *loading* dan *unloading* ini menggunakan sistem LIFO (*Last In First Out*) dimana box yang pertama sekali masuk kedalam alat angkut adalah yang terakhir keluar pada *customer* akhir dalam rute distribusi, hal ini dilakukan untuk menghindari waktu bongkar muat yang lebih lama. Untuk waktu administrasi memiliki batas waktu maksimal sebesar 600 detik untuk masing-masing *customer*.

3.3 Ranting Factor dan *Allowance*

Penentuan *Rating Factor* dan *Allowance* dilakukan terhadap operator *loading* / *unloading*. Penentuan nilai rating factor dapat dilihat sebagai berikut[6]:

- 1. Keterampilan : Good C1 = 0.06
- 2. Usaha : *Excellent* B2 = 0.08
- 3. Kondisi Kerja : *Excellent* B = 0.04
- 4. Konsistensi : Good C = $\frac{0.01+}{2}$
- Total = 0.19

Penentuan nilai kelonggaran (*allowance*) terhadap operator *loading*/ *unloading* adalah sebagai berikut:

- 1. Tenaga yang dikeluarkan: Berat = 20%
- 2. Sikap kerja : Berdiri diatas dua kaki = 2%
- 3. Gerakan kerja : Normal = 0%
- 4. Kelelahan mata : Pandangan yang terus-menerus = 6.0%
- 5. Keadaan temperatur : Normal = 5%
- 6. Keadaan atmosfer : Baik = 0%
- 7. Keadaan lingkungan : Bersih, sehat, cerah bising, yang rendah = 0%
- 8. Kebutuhan pribadi : Pria = $\frac{2% +}{2}$ = 35%

1. Waktu *Loading*

Tabel 6 . Hasil perhitungan $\sum Xi$ untuk data waktu *loading*

Pengukuran Ke	Waktu Loading	x^2	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$
1	10,76	115,78	11,28	0,3
2	9,59	91,97	11,28	2,9
3	9,44	89,11	11,28	3,4
4	10,07	101,40	11,28	1,5
5	10,37	107,54	11,28	0,8
6	11,02	121,44	11,28	0,1
7	11,64	135,49	11,28	0,1
8	11,78	138,77	11,28	0,2
9	12,83	164,61	11,28	2,4
10	10,98	120,56	11,28	0,1
11	12,20	148,84	11,28	0,8
12	12,58	158,26	11,28	1,7
13	12,46	155,25	11,28	1,4
14	10,89	118,59	11,28	0,2
15	12,60	158,76	11,28	1,7
Total	169.21	1926,3	11,28	17,57

Maka didapat:

$N = 15$

$\sum Xi = 169.21$ detik

$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N} = \frac{169.21}{15} = 11.28$

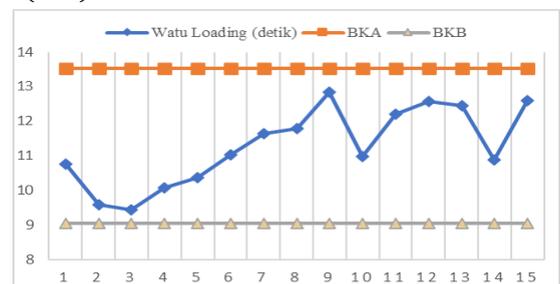
Menentukan standar deviasi waktu pengamatan:

$s = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{x}^2)}{N - 1}} = \sqrt{\frac{17.57}{14}} = 1.12$

Uji keseragaman data waktu pengamatan:

Batas Kontrol Atas (BKA) = $\bar{x} + k/s = 11.29 + 2(1.12) = 13.52$

Batas Kontrol Bawah (BKB) = $\bar{x} - k/s = 11.29 - 2(1.12) = 9.04$



Gbr 7. Peta control uji keseragaman data waktu *loading*

2. Waktu *Unloading*

Tabel 7. Hasil perhitungan $\sum Xi$ untuk data waktu *unloading*

Pengukuran Ke	Waktu unloading	x^2	\bar{x}	$(x-\bar{x})^2$
1	9,19	84,46	8,28	0,82
2	9,48	89,87	8,28	1,43
3	8,34	69,56	8,28	0,00
4	9,02	81,36	8,28	0,54
5	8,08	65,29	8,28	0,04
6	9,18	84,27	8,28	0,80
7	8,66	75,00	8,28	0,14
8	8,14	66,26	8,28	0,02
9	8,01	64,16	8,28	0,08
10	7,92	62,73	8,28	0,13
11	8,04	64,64	8,28	0,06
12	7,43	55,20	8,28	0,73
13	7,36	54,17	8,28	0,86
14	7,89	62,25	8,28	0,16
15	7,53	56,70	8,28	0,57
Total	124,27	1035,9		6.38

Maka didapat: $N = 15$

$$\sum Xi = 124,27 \text{ detik}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N} = \frac{124,27}{15} = 8.28$$

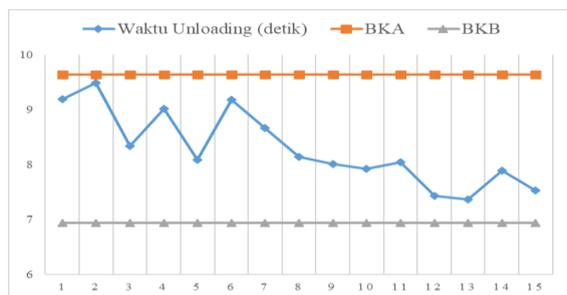
Menentukan standar deviasi waktu pengamatan:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{x}^2)}{N - 1}} = \sqrt{\frac{6.38}{14}} = 0.67$$

Uji keseragaman data waktu pengamatan:

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = \bar{x} + k/s = 8.28 + 2(0.67) = 9.62$$

$$\text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} = \bar{x} - k/s = 8.28 - 2(0.67) = 6.94$$



Gbr 8. Peta control uji keseragaman data waktu unloading

3.4 Pengujian Kecukupan Data Waktu Loading dan Unloading

Pengujian kecukupan data dilakukan untuk melihat apakah data yang telah dikumpulkan

memenuhi kebutuhan data dalam pengamatan. Untuk menghitung jumlah pengamatan yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus N dengan tingkat kepercayaan 95% (nilai $k=2$) dan tingkat ketelitian 5%. Perhitungan kecukupan data menggunakan rumus sebagai berikut[7]:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

1. Proses Loading

Perhitungan kecukupan data waktu loading adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{15 \cdot (1926,37) - (28632,02)} \right]^2 \\ &= \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{28895,55 - (28632,02)} \right]^2 \\ &= \frac{40\sqrt{263,53}}{169,21} \\ &= \frac{649,34428^2}{169,21} = 14.73 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa $N' < N$ ($14.73 < 15$), yang berarti jumlah pengamatan waktu loading sudah mencukupi.

2. Proses Unloading

Perhitungan kecukupan data waktu unloading adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{15 \cdot (1035,91) - (15443,03)} \right]^2 \\ &= \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{15538,65 - (15443,03)} \right]^2 \\ &= \frac{40\sqrt{95,62}}{124,27} \\ &= \frac{391,14192^2}{124,27} = 9.90 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa $N' < N$ ($9.90 < 15$), yang berarti jumlah pengamatan waktu unloading sudah mencukupi[7]. Perhitungan Waktu Standar Proses Loading dan Unloading

1. Proses Loading

$$\text{Waktu Rata-rata (WT)} = \bar{x} = 11.28 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (WN)} &= \text{WT} \times (1 + \text{Rf}) \\ &= 11.28 \times (1 + 0.19) \\ &= 13.42 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Standar (WS)} &= \text{WN} \times \frac{1}{1 - \text{Allowance}} \\ &= 13.42 \times \frac{1}{1 - 0.35} \\ &= 20.53 \text{ detik} \end{aligned}$$

2. Proses Unloading

$$\text{Waktu Rata-rata (WT)} = \bar{x} = 8.28 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (WN)} &= \text{WT} \times (1 + \text{Rf}) \\ &= 8.28 \times (1 + 0.19) \\ &= 9.85 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Standar (WS)} &= \text{WN} \times \frac{1}{1 - \text{Allowance}} \\ &= 9.85 \times \frac{1}{1 - 0.35} \\ &= 13.29 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel 8. Rekapitulasi perhitungan dan pembentukan seluruh tur

Urutan <i>Costumer</i>	Permintaan (Kg)	Jumlah (Kg)	Kapasitas (Kg)
C18	280	7.820	8.000
C17	1.440		
C2	440		
C6	3.080		
C8	2.120		
C14	680	7.480	8.000
C4	560		
C1	940		
C11	900		
C10	420		
C5	2.240	5.720	8.000
C16	520		
C21	1.380		
C3	2.020		
C15	400		
C9	840	6.460	8.000
C7	1.160		
C19	3.320		
C20	3.440		
C12	1.260		
C13	1.760		

Dari tabel tersebut terbentuk 5 rute perjalanan, kemudian dilakukan perhitungan waktu dan jarak tempuh dari rute yang terbentuk. Hasil dari perhitungan tahap perbaikan dapat dilihat pada Tabel.

Sebagai contoh perhitungan dilakukan pada rute D0-C18-C17 -D0

$$\begin{aligned} \text{Waktu Loading} &= \frac{86 \text{ box} \times 20.53 \text{ detik}}{60 \text{ menit}} = 29.42 \text{ menit} \\ \text{Waktu Unloading} &= \frac{86 \text{ box} \times 13.29 \text{ detik}}{60 \text{ menit}} = 19.04 \text{ menit} \\ \text{Waktu Allowance} &= 2 \times 10 \text{ menit} = 20 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu Perjalanan Rute} = 128 + 77 + 205 = 410 \text{ menit}$$

$$\text{Total Waktu} = 27.33 + 19.04 + 20 + 410 = 478 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama dilakukan proses iterasi serta perhitungan waktu dan jarak tempuh untuk seluruh rute distribusi yang tersisa.

Tabel 9. Rekapitulasi rute distribusi yang terbentuk dengan menggunakan metode *clarke end wright*

Tur	Waktu Perjalanan (menit)	Total Waktu (menit)	Jarak tempuh (km)
1	410	478	304
2	247	517	160
3	192	453	118
4	126	320	69.8
5	60	266	27.9
	1.035	2.034	679.7

Setelah dilakukan penetapan rute distribusi dengan metode *Clarke & Wright Savings heuristic* maka dilakukan perbandingan hasil distribusi. Analisa penyelesaian permasalahan menggunakan data jarak dan waktu pelayanan yang didapatkan dari hasil *survey* pada saat pengangkutan barang dan juga dengan menggunakan bantuan *software google maps*.

Tabel 10. Perbandingan metode *Clarke & Wright Saving* dengan kondisi saat ini

Deskripsi	Total Waktu Perjalanan (jam)	Total Jarak Tempuh (km)
Kondisi saat ini	43.53	1.662
Kondisi setelah menggunakan <i>saving</i> Besar penghematan	17.25	679.7
	26.28	982.3

Dari tabel di atas di jelaskan bahwa metode *Clark & Wright Saving* dapat melakukan penghematan jarak dan waktu dengan deskripsi kondisi waktu saat ini total waktu perjalanan 43.53 jam dengan jarak tempuh 1.662 km, menjadi 17.25 jam total waktu perjalanan dengan total jarak tempuh 679.7 km sehingga besar waktu dan jarak penghematan yang dihasilkan 26.28 jam dan Jarak tempuh 982.3 km. Biaya yang dihitung dengan mempertimbangkan total jarak tempuh dari setiap kendaraan dalam satu kali operasi[8].

Berikut adalah perhitungan biaya yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Clark & Wright Saving Heuristic*[9].

a. Perhitungan Rute Awal

1. Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Biaya Makan = Rp. 240.000 x 3 = Rp.720.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM pick up Gran Max
 $= \frac{1.245 \text{ km}}{10 \text{ km/liter}} = 124.5 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM untuk pick up Gran Max box

= 124.5 liter x Rp. 10.000 = Rp. 12.450.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.720.000 + Rp.12.450.000 = Rp. 14.512.000

2. Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM truk Hino box

$= \frac{147.6 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}} = 59.65 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM truk Hino box

= 59.65 liter x Rp. 6.800 = Rp. 406.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.406.000 = Rp.748.000

Berdasarkan pertimbangan jarak tempuh maka total Penggunaan BBM pick up Gran Max box dan truk Hino box adalah sebesar Rp.15.260.000

b. Perhitungan Biaya Setelah Menggunakan Metode Clark & Wright Saving

1. Kelompok Rute 1

Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Biaya Makan = Rp. 40.000 x 3 = Rp.120.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM pick up Gran Max box

$= \frac{304 \text{ km}}{10 \text{ km/liter}} = 30 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM untuk pick up Gran Max box

= 30 liter x Rp. 10.000 = Rp. 300.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.120.000 + Rp.300.000 = Rp.762.000

2. Kelompok Rute 2

Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Biaya Makan = Rp. 20.000 x 3 = Rp.60.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM truk Hino box

$= \frac{160 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}} = 22 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM truk Hino box = 22 liter x Rp. 6.800 = 149.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.60.000 + Rp.149.000 = Rp.551.000

3. Kelompok Rute 3

Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM truk Hino box

$= \frac{118 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}} = 16 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM truk Hino box = 16 liter x Rp. 6.800 = Rp. 110.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.110.000 = Rp.452.000

4. Kelompok Rute 4

Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM truk Hino box
 $= \frac{69.8 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}} = 9 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM truk Hino box = Rp.9 liter x Rp. 6.800 = Rp. 62.000

Total = Rp.342.000 + Rp.62.000 = Rp.404.000

5. Kelompok Rute 5

Biaya Pengemudi + Biaya Kru = Rp. 114.000 + (Rp. 114.000 x 2) = Rp. 342.000

Jarak Tempuh : Penggunaan BBM truk Hino box

$= \frac{27.9 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}} = 4 \text{ liter}$

BBM Yang diperlukan x Harga BBM truk Hino box = Rp.4 liter x Rp. 6.800 = Rp. 28.000

Total = Rp. 342.000 + Rp.28.000 = Rp.370.000

Berdasarkan pertimbangan jarak tempuh maka total Penggunaan BBM pick up Gran Max box dan truk Hino box adalah sebesar Rp.2.539.000.

Dari perhitungan biaya diatas dapat dijabarkan bahwa yang dihasilkan terdapat perbandingan berdasarkan jarak awal memiliki biaya sebesar Rp. 15.260.000, setelah menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic* terdapat penghematan biaya berdasarkan jarak tempuh yang dihasilkan sebesar Rp.2.539.000. Penghematan ini terjadi karena jarak tempuh yang lebih pendek, sehingga konsumsi bahan bakar menjadi berkurang. Selain itu, lama waktu yang dibutuhkan untuk melayani seluruh pelanggan yang tersedia lebih sedikit dikarenakan pelayanan beberapa pelanggan dilakukan dalam satu rute.[10].

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari kasus penentuan rute kendaraan di PT. Pusaka Agro Tani adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan uraian dan pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan, menghasilkan 5 kelompok rute dengan total jarak tempuh yang lebih kecil dari rute sebelumnya dimana rute awal menghasilkan 1.662 km, dan total waktu perjalanan 43.53 jam, sedangkan hasil setelah dilakukan proses perhitungan menggunakan metode *Clark & Wright Saving Heuristic* jarak tempuh yang diperoleh dapat diminimasi menjadi 679.7 km dan waktu tempuh 17.25 jam
2. Jumlah biaya yang dikeluarkan berdasarkan jarak awal sebesar Rp. 15.260.000, penghematan dari 5 kelompok rute didapatkan total biaya Rp.2.539.000. Biaya tersebut merupakan biaya dari biaya bahan

3. bakar, biaya pengemudi, biaya kru, biaya makan.

2.2 Saran

Adapun saran yang diberikan sebagai perbaikan selanjutnya antara lain:

1. Rekomendasi perbaikan yang diberikan di dalam penelitian ini dapat dipertimbangkan bagi pihak perusahaan untuk memperbaiki proses pendistribusian, dengan susunan jadwal pengiriman yaitu memaksimalkan kapasitas armada pengiriman dan susunan rute yang memiliki jarak tempuh yang optimal sehingga akan menghasilkan penghematan jarak dan biaya yang besar.
2. Bagi penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan waktu dan biaya pendistribusian dengan lebih terperinci agar hasil penelitian menjadi lebih baik

Daftar Pustaka

- [1] A. Latief, P. Famalya Melu, I. Halid Lahay, and Hasanuddin, "Pengukuran Waktu Kerja Karyawan pada Pengemasan Es Kristal Menggunakan Metode Time Study," *Jambura Ind. Rev.* vol. 1, no. 2, pp. 48–57, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.2.48-57.
- [2] A. Lihawa, H. Uloli, and A. Rasyid, "Analisis Rantai Nilai (Value Chain) Pada Komoditas Jagung," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 2, pp. 94–103, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.2.94-103.
- [3] D. Meilani and A. Iswara, "Aplikasi Penentuan Rute Distribusi LPG 3 Kg," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 17, no. 2, pp. 208–219, Oct. 2018, doi: 10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018.
- [4] D. Igo Pratomo Putro Haniswanto, A. Suseno, D. Nurwinata Rinaldi, and C. Author, "Penerapan Metode Clark And Wright dan Pure Strategy dalam Menentukan Strategi Pemasaran dan Distribusi Produk Roti," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 9, pp. 104–116, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6633749.
- [5] H. N. Mutia, N. Matondang, and A. Ishak, "Penentuan Rute Distribusi Barang Yang Optimal Dengan Menggunakan Algoritma Heuristik Pada Pt. Xyz," *Jurnal Teknik Industri FT Usu*, vol 3, no. 3, pp. 48-51, 2013.
- [6] M. I. Monoarfa, T. Lasalewo, and Hasanuddin, "Optimalisasi Rute Distribusi Pupuk Urea Bersubsidi Dengan Metode Saving Matrix Dan Generalized Assignment," *JVST I.*, vol 1, no. 1, 12-18. 2021.
- [7] M. Rahayu and S. Juhara, "Pengukuran Waktu Baku Perakitan Pena Dengan Menggunakan Waktu Jam Henti Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja," *UNISTEK*, vol. 7, no. 2, pp. 93–97, Aug. 2020, doi: 10.33592/unistek.v7i2.650.
- [8] O. Rohmad, D. Kurniawan, and Y. A. Nugroho, "Metode Saving Matriks And Algoritma Clarke Studi Kasus : Pt Multitama Sarana Indonesia (MSI)," *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah.*, vol. 1, no. 6, pp. 1429-1450 2022. [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- [9] R. Wahyu, D. Samanhudi, Akmal, P. Studi Teknik Industri, F. Teknik -UPN, "Penentuan Rute Distribusi Produk Gas Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode Clarke & Wright Saving Di CV. Surya Inti Gas," *Journal of Industrial Engineering and Management.*, vol 13, no. 01, 2018.
- [10] T. H. Hartien, J. Susetyo, E. W. Asih,) Fakultas, and T. Industri, "Optimalisasi Distribusi Tabung Gas Dengan Metode Clarke & Wright Saving Heuristik dan Generalized Assigment," *JRI J. Rekayasa Ind.*, vol. 3, no. 2, 2021