

OPTIMISASI RUTE PADA CVRP DALAM PENDISTRIBUSIAN GAS OKSIGEN MENGGUNAKAN ALGORITMA CLARKE AND WRIGHT SAVINGS

Fheby Moudya¹⁾, Niken Rarasati^{2)*}, Wardi Syafmen³⁾

^{1,2)}Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi

³⁾Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jambi

Jl. Lintas Jambi-Ma Bulian, Kode Pos 36361

*nikenrarasati@unja.ac.id

Abstrack

In this distribution process, a company needs to maintain trust and increase the number of customers to survive in this industry. One way to improve this process is by delivering services by making delivery trips on demand in a timely and efficient manner. PT Rezeki Surya Gasindo is a company that focuses on producing oxygen gas in the health sector where its customers are spread across Jambi City area. The company delivered oxygen gas by not maximizing the capacity of each vehicle moreover the route that are still used for this delivery process based on the driver's experience without considering the mileage and travel time. This will affect delays in oxygen gas delivery. One of the VRP types used for this problem is Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) and can be solved with Clarke and Wright Savings Algorithm. This algorithm is used to determine the distribution route by identifying the distance and savings matrix, allocating customer locations into routes based on customer demands, and sorting customer locations that has been formed. To find the optimal distance and minimum distribution cost, the sorting will be processed using two methods, Nearest Insert and Nearest Neighbour. The research results show there are 7 routes on the beginning, then after the calculation is done, the route can be cut down to 4 routes according to the number of vehicles that the company has. Vehicle mileage can be cut down to 92.7 km or 44.08% and distribution costs can be lowered to Rp. 599,760.

Keywords: Clarke and Wright Savings Algorithm, CVRP, Distribution, Route

Abstrak

Dalam proses pendistribusian, suatu perusahaan perlu menjaga kepercayaan serta menambah jumlah customer supaya bisa bertahan dalam persaingan industri. Salah satu upaya untuk meningkatkan hal tersebut bisa dengan memberikan pelayanan dengan melakukan perjalanan pengantaran sesuai permintaan dengan tepat waktu dan efisien. PT. Rezeki Surya Gasindo adalah perusahaan yang bergerak dibidang kesehatan dalam pembuatan gas oksigen dimana untuk customernya tersebar di beberapa wilayah di Kota Jambi. Permasalahan yang terjadi

yaitu perusahaan mengirimkan gas oksigen dengan tidak memaksimalkan kapasitas angkut yang dimiliki oleh tiap-tiap kendaraan ditambah lagi rute yang masih digunakan untuk proses pengantaran ini hanya berdasarkan pengalaman driver tanpa mempertimbangkan jarak yang dilewati dan waktu tempuh selama di perjalanan. Hal ini nantinya akan berdampak pada keterlambatan pengantaran gas oksigen. Salah satu jenis VRP yang digunakan untuk permasalahan ini yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Permasalahan CVRP pada PT. Rezeki Surya Gasindo dapat dirampungkan dengan *Algoritma Clarke and Wright Savings*. Algoritma ini dipakai untuk menetapkan rute distribusi dengan cara mengidentifikasi matriks jarak dan mengidentifikasi matriks penghematan, mengalokasikan lokasi customer ke dalam rute berdasarkan permintaan customer dan kapasitas kendaraan, serta mengurutkan lokasi customer dalam rute yang sudah terbentuk. Untuk menemukan jarak yang optimal dan biaya distribusi yang minimum pengurutan akan dilakukan menggunakan dua metode yaitu *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pada rute awal terdapat 7 rute maka setelah dilakukan perhitungan dapat dikurangi menjadi 4 rute sesuai dengan banyak kendaraan yang dimiliki perusahaan. Jarak tempuh kendaraan dapat diperpendek sebesar 92,7 km atau 44,08% dan biaya distribusi dapat dikurangi sebesar Rp. 599.760.

Kata Kunci: *Algoritma Clarke and Wright Savings, CVRP, Distribusi, Rute.*

PENDAHULUAN

Masuk ke abad 21, di era *society 5.0* dimana diartikan dengan ketatnya persaingan di berbagai bidang yang berkaitan langsung dengan kebutuhan masyarakat. Istilah ini adalah bentuk pengembangan dari era *industry 4.0*, dimana pada era tersebut lebih ditekankan pada penggunaan teknologi dan mesin untuk membantu berbagai bentuk aktivitas kehidupan manusia. Sedangkan *society 5.0* lebih berfokus pada bagaimana manusia dalam berupaya untuk dapat hidup berdampingan dengan perkembangan teknologi. Bila dicontohkan, beberapa tahun terakhir, masyarakat lebih memilih membeli kebutuhan lewat *e-commerce* yang tersedia dimana nantinya barang/produk yang dibeli bisa diantarkan ke masyarakat tanpa harus keluar rumah. Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk pendistribusian.

Untuk dapat bertahan dalam dunia industri, suatu perusahaan harus dapat

memberikan kepuasan kepada pelanggannya dengan memberikan kemudahan untuk mendapatkan produk yang mereka inginkan. Selain itu, perusahaan harus dapat mempertahankan kepercayaan dan meningkatkan jumlah pelanggannya. Mengirimkan barang sesuai permintaan dengan tepat waktu dan efisien adalah salah satu cara untuk meningkatkan hal tersebut. Permasalahan pendistribusian sangat penting untuk mencapai puncak penjualan dan kepuasan pelanggan karena akan berkaitan dengan biaya pengiriman, yang berdampak pada total biaya produksi.

Permasalahan untuk penentuan rute distribusi dari perusahaan menuju beberapa *customer* termasuk ke dalam *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Menurut Toth & Vigo (2002), *Vehicle Routing Problem (VRP)* adalah masalah penentuan rute kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan depot ke *customer* dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan, dan dengan

permintaan yang sudah diketahui, dari satu atau lebih depot (Yeun dkk, 2008).

Salah satu jenis VRP yang digunakan yaitu *Capacitated Vehicle Routign Problem* (CVRP) bertujuan untuk meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan dan meminimalkan total jarak tempuh rute perjalanan dalam pendistribusian produk dari gudang ke *customer*, solusi CVRP dikatakan layak jika permintaan *customer* pada setiap pemesanan tidak melebihi batas kapasitas kendaraan yang digunakan (Toth & Vigo, 2002).

Untuk membantu menyelesaikan permasalahan CVRP tersebut, algoritma *Clarke and Wright Savings* dipilih karena metode ini dapat membantu menyelesaikan permasalahan terkait pendistribusian yang bergantung pada kapasitas angkut pengiriman untuk tiap kendaraan. Algoritma *Clarke and Wright Savings* adalah metode yang digunakan untuk penentuan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan yang digunakan berdasarkan kapasitas angkut dari tiap kendaraan agar diperoleh rute optimal dan biaya transportasi yang minimal (Demez, 2013).

Menurut (Suyadi, 2007), model transportasi telah di terapkan pada berbagai macam organisasi usaha seperti pengendalian operasi pabrik, penentuan daerah penjualan, dan pengalokasian pusat-pusat distribusi dan gudang. Optimisasi (*Optimization*) merupakan kegiatan untuk mendapatkan hasil yang unggul dibawah kondisi yang diberikan. Tujuan akhir dari semua bentuk kegiatan tersebut adalah meminimalkan usaha (*effort*) atau

memaksimalkan manfaat (*benefit*) yang diinginkan (Moengin, 2011).

Menurut Tjiptono (2008), distribusi dapat diartikan sebagai suatu usaha pemasaran untuk memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, dan tempat). Dalam melakukan proses pendistribusian, diperlukan penyesuaian antara waktu pengiriman dan permintaan para konsumen. Oleh karena itu, model pendistribusian sangat diperlukan agar keterlambatan dapat diatasi (Dinnullah, 2018).

Jadwal pengiriman dan penentuan rute yang nantinya akan dilalui oleh masing-masing kendaraan akan sangat mempengaruhi biaya pengiriman. Tujuan dari penentuan rute dan jadwal pengiriman adalah untuk mengoptimalkan waktu, biaya pengiriman, dan jarak tempuh yang diperlukan oleh perusahaan dalam proses pendistribusian produk (Pujawan, 2010).

Menurut Battarra (2007), metode penghematan ini dapat menjadwalkan kendaraan untuk mendistribusikan produk dari gudang *central* ke beberapa area *customer*. Metode ini juga mudah untuk diimplementasikan ke dalam bentuk permasalahan yang kompleks. Meskipun hasil yang diberikan tidak menjamin merupakan solusi optimal, tetapi metode ini merupakan metode *heuristik* dimana hasil yang didapat nantinya akan mendekati dengan solusi yang optimal.

Soenandi (2017) melakukan penelitian karena ingin mengurangi biaya logistik dan transportasi yaitu dengan cara

mengoptimalkan rute pengambilan atau pengangkutan komponen dari setiap supplier. Penelitian ini menghasilkan lima rute optimal yang dapat diusulkan kepada perusahaan, pengurangan jarak tempuh kendaraan pengangkut sebanyak 36 km/hari, jika dibandingkan dengan rute yang berjalan saat ini. Hasil pengujian menggunakan algoritma ACO diperoleh rute yang lebih cepat dibandingkan dengan metode yang diterapkan oleh perusahaan.

Permasalahan pokok dalam penelitian ini adalah bagaimana rute optimal dalam pendistribusian gas oksigen pada PT. Rezeki Surya Gasindo menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Savings* ? dan biaya penghematan jarak untuk transportasi yang digunakan setelah penentuan rute optimal pada PT. Rezeki Surya Gasindo menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Savings* ?

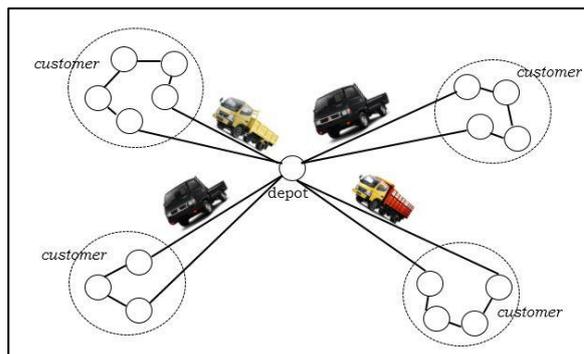
METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh melalui observasi langsung di PT. Rezeki Surya Gasindo.

Adapun sumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah (1) Rute yang dilewati dapat dilalui oleh kendaraan yang digunakan oleh PT. Rezeki Surya Gasindo. (2) Kendaraan dan keadaan jalan dalam kondisi normal. (3) Rute untuk jalur pendistribusian yang dilewati diasumsikan simetris ($C_{ij} = C_{ji}$). (4) Titik lokasi pengantaran hanya ke Rumah Sakit, Apotek dan Bengkel. (5) Permintaan dari *customer* sudah ditetapkan. (6) Pengiriman kepada *customer* terjadwal. (7) Untuk biaya transportasi hanya meliputi biaya bahan bakar. (8) 1 liter bahan bakar dapat menempuh 8 km perjalanan. (9) Jenis

tabung yang di distribusikan adalah tabung gas oksigen bervolume $6m^3$. (10) Banyaknya kendaraan yang beroperasi hanya mengangkut dan mendistribusikan pesanan dari *customer* Rumah Sakit, Bengkel dan juga Apotek.

Sebagai gambaran permasalahan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram Permasalahan CVRP

Data yang digunakan merupakan data kualitatif yang didapatkan langsung dari perusahaan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah (1) Pengumpulan data, dilakukan dengan cara melakukan penelitian langsung di PT. Rezeki Surya Gasindo terkait informasi yang dibutuhkan. (2) Penyelesaian dengan Algoritma *Clarke and Wright Savings* : Langkah-langkah menggunakan metode tersebut adalah sebagai berikut :

(a) Menentukan titik lokasi yang menjadi tujuan pendistribusian

0=PT. Rezeki Surya Gasindo
(Depot/tempat produksi gas oksigen)

1 =Lokasi RS. DR. BRATANATA

2=Lokasi RSUD. H. ABDUL MANAP

3=Lokasi RS. ISLAM ARAFAH

4=Lokasi RS. KAMBANG

- 5=Lokasi bengkel Bubut Aan Jaya
- 6=Lokasi bengkel Rascar Variasi
- 7=Lokasi Apotek K24 Simpang Rimbo
- 8=Lokasi bengkel Toko Jaya Buana Motor
- 9=Lokasi Apotek K24 Kebun Handil
- 10=Lokasi RS. Royal Prima Jambi
- 11=Lokasi RS. Baiturrahim
- 12= Lokasi Apotek KDA Mandala Mart
- 13= Lokasi bengkel Las Amar Cipta
- 14 = Lokasi Apotek Harmoni Indo Farma
- 15= Lokasi bengkel Handil Motor
- 16= Lokasi Apotik KDA Mayang
- 17= Lokasi bengkel Utama Teknik
- 18= Lokasi Apotek KDA Jerambah Bolong
- 19= Lokasi Apotek Sari Asih
- 20= Lokasi bengkel Ginting

(b) Mengidentifikasi matriks jarak, pada tahap ini diperlukan jarak antara tempat produksi gas ke masing-masing *customer* dan jarak antar *customer*.

(c) Mengidentifikasi matriks penghematan (*Saving Matrix*), pada tahap ini *Saving Matrix* menyajikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua atau lebih *customer* dalam satu rute dan satu kendaraan.

(d) Mengalokasikan tujuan ke dalam rute, langkah ini adalah menggabungkan dua rute dengan penghematan terbesar menjadi satu rute yang layak.

(e) Mengurutkan tujuan dalam rute yang telah terdefinisi, menentukan urutan kunjungan menggunakan algoritma *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Rezeki Surya Gasindo saat ini mempunyai satu pusat tempat produksi gas oksigen yang berada di Jalan Lingkar Barat 1, Kenali Asam Bawah. Lokasi *customer* dengan alamat yang tersebar di wilayah Kota Jambi beserta jumlah permintaan gas oksigen di setiap *customer* berbeda satu sama lain. Pada penelitian ini, proses pendistribusian gas oksigen dilakukan menggunakan banyaknya 4 kendaraan dengan kapasitas yang heterogen. Adapun data lokasi *customer* dan jumlah data pengiriman gas oksigen ke setiap *customer* dapat dilihat pada Tabel 1, untuk PT. Rezeki Surya Gasindo dinyatakan dengan kode 0.

Tabel 1. Data Customer dan Banyaknya Permintaan Customer

No (kode cust)	Nama customer	Alamat	Banyak permintaan (tabung)
1	RS. Dr. Bratanata	Jl. Rd. Mattaher	82
2	RSUD. H. Abdul Manap	Jl. Sk. Rd. Syahbudin	32
3	RS. Islam Arafah	Jl. Mpu Gandring	38

No (kode cust)	Nama customer	Alamat	Banyak permintaan (tabung)
4	RS. Kambang	Jl. Kol. Amir Hamzah	20
5	Bengkel Bubut Aan Jaya	Jl. Lkr. Selatan II	11
6	Bengkel Rascar Variasi	Jl. Lkr. Barat III	5
7	Apotek K24 Simpang Rimbo	Jl. Kapten Pattimura	6
8	Bengkel T. Jaya Buana Motor	Jl. DI. Panjaitan	8
9	Apotek K24 Kebun Handil	Jl. Sumatera	9
10	RS. Royal Prima Jambi	Jl. Raden Wijaya	16
11	RS. Baiturrahim	Jl. Moh Yamin	10
12	Apotek KDA Mandala Mart	Jl. Sultan Hasanuddin	13
13	Bengkel Las Amarta Cipta	Jl. RB. Siagian	10
14	Apotek Harmoni Indo Firma	Jl. Hayam Wuruk	13
15	Bengkel Handil Motor	Jl. Yunus Sanis	6
16	Apotek KDA Mayang	Jl. Sk. Rd. Syahbudin	6
17	Bengkel Utama Teknik	Jl. Lkr Barat III	6
18	Apotek KDA Jerambah Bolong	Jl. Lingkar Selatan	12
19	Apotek Sari Asih 1	Jl. Sultan Agung	8
20	Bengkel Ginting	Jl. Lkr Barat III	5
Total			316

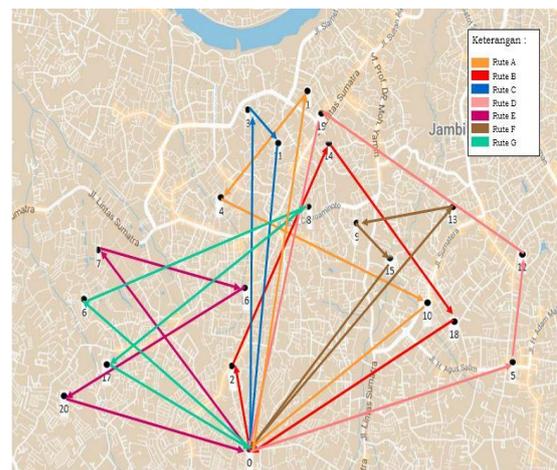
(sumber : PT. Rezeki Surya Gasindo)

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh PT. Rezeki Surya Gasindo berikut pada Tabel 2 ditampilkan rute yang diterapkan oleh perusahaan untuk pendistribusian dari tempat produksi ke customer dan 0 sebagai tempat produksi.

Tabel 2. Rute yang diterapkan perusahaan

Rute	Urutan Rute Pengiriman	Total Jarak (km)
A	0 – 1 – 4 – 10 – 0	35
B	0 – 2 – 14 – 18 – 0	29,1
C	0 – 3 – 11 – 0	22,3
D	0 – 5 – 12 – 19 – 0	36,7
E	0 – 7 – 16 – 20 – 0	26
F	0 – 13 – 9 – 15 – 0	30,6
G	0 – 6 – 8 – 17 – 0	30,6
Total		210,3

(sumber : PT. Rezeki Surya Gasindo)



Gambar 2. Rute Awal Pendistribusian

Parameter yang digunakan yaitu : i = titik awal; j = titik tujuan; k = kendaraan ke-; C_{ijk} = Jarak dari titik awal i ke titik tujuan j yang dilakukan oleh kendaraan ke

k (km); X_{ijk} = Nilai yang menentukan dilakukannya perjalanan dari titik awal i ke titik tujuan j yang dilakukan oleh kendaraan ke k . (Variabel keputusan); d_i = Banyak permintaan *customer* ke i (tabung); q_k = Kapasitas kendaraan yang digunakan pada kendaraan ke k (tabung)

Model CVRP adalah salah satu tipe dari VRP dengan masalah batas kapasitas kendaraan, jarak diasumsikan simetris $C_{ij} = C_{ji}$

Didefinisikan : Untuk setiap $E = \{(i,j)|i,j \in V, (i \neq j)\}$. (i,j) menyatakan sisi dari titik i ke titik tujuan j . Semua rute dimulai dari 0 dan berakhir di 0. Himpunan kendaraan k adalah kumpulan kendaraan yang berbeda kapasitas angkut, dengan q sebagai kapasitasnya. Setiap agen i untuk setiap $i \in V$ punya permintaan d_i maka panjang rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan, variabel keputusan adalah X_{ijk} :

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{bila ditemukan perjalanan dari } i \text{ ke } j \\ & \text{dengan kendaraan ke } k \\ 0, & \text{bila tidak ditemukan perjalanan dari } i \\ & \text{ke } j \text{ dengan kendaraan ke } k \end{cases}$$

Model matematika CVRP untuk pengoptimalan rute di PT. Rezeki Surya Gasindo adalah :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=0}^{20} \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^4 C_{ijk} X_{ijk}$$

Dengan kendala

a. Setiap *customer* hanya dikunjungi tepat sekali oleh suatu kendaraan

$$\sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^4 X_{ijk} = 1, \quad \forall i = 0,1,2,3,4 \dots, 20$$

b. Permintaan pada semua *customer* dalam satu rute tidak melebihi kapasitas angkut kendaraan

$$\sum_{i=1}^{20} d_i \sum_{i=0}^{20} \sum_{j=1}^{20} X_{ijk} \leq q_k, \quad \forall k = 1,2,3,4$$

c. Setiap rute berawal dari tempat produksi

$$\sum_{j=1}^{20} X_{0jk} = 1, \quad \forall k = 1,2,3,4$$

Data kendaraan yang tersedia dan yang digunakan adalah (1) Mobil Truk PS dengan kapasitas maksimal tabung adalah 145 tabung. (2) Mobil Truk Engkel dengan kapasitas maksimal tabung adalah 85 tabung. (3) Mobil L300 *pick up* dengan kapasitas maksimal tabung adalah 50 tabung, untuk kendaraan L300 ini perusahaan memiliki 2 kendaraan. Biaya transportasi seharga Rp. 6.800/1 liter, dan diasumsikan dapat menempuh 8 km perjalanan.

Pada bagian pengolahan data untuk matriks jarak, data diperoleh dari pihak perusahaan lalu dihitung besarnya jarak yang dilalui dari tempat produksi ke *customer* serta jarak antar *customer* diperoleh dengan bantuan aplikasi *Google Maps* yang dinyatakan dalam satuan kilometer (km). Hasil data dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Data Matriks Jarak

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	0																					
1	1	0																				
2	3	9	0																			
3	1	3	7	0																		
4	7	6	3	3	0																	
5	1	8	1	1	1	0																
6	5	1	6	8	6	1	0															
7	7	1	6	8	6	1	1	0														
8	9	3	6	3	4	6	9	9	0													
9	9	4	6	3	4	6	9	8	0	0												
10	9	6	7	7	6	4	1	1	3	3	0											
11	1	3	6	1	2	9	9	7	2	3	6	0										
12	1	8	1	1	1	5	1	1	6	6	7	9	0									
13	1	7	1	8	9	5	1	1	5	5	5	8	3	0								
14	1	2	7	4	5	7	1	1	2	2	5	3	7	5	0							
15	9	4	7	4	5	5	1	9	1	1	2	4	6	4	3	0						
16	3	9	0	6	3	1	6	6	6	6	7	5	1	1	7	7	0					
17	4	1	5	9	7	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	0				
18	1	7	8	8	9	2	1	1	5	5	1	8	7	3	5	3	8	1	0			
19	9	2	5	0	2	9	9	7	3	3	7	1	9	8	4	4	5	1	8	0		
20	5	1	7	1	8	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	0	

(sumber : PT. Rezeki Surya Gasindo)

Pada pencarian penghematan menggunakan rumus :

$$S(i, j) = J(G, i) + J(j, G) - J(i, j) \text{Dimana :}$$

$S(i, j)$ = penghematan jarak *customer i* dan *customer j*

$J(G, i)$ = jarak antara tempat produksi ke *customer i*

$J(j, G)$ = jarak antara *customer j* ke tempat produksi

$J(i, j)$ = jarak antara *customer i* ke *customer j*

Dengan :

$$G = \text{kode tempat produksi} = 0$$

Perhitungan matriks penghematan akan dicontohkan pada beberapa titik:

1. Perhitungan matriks penghematan *customer 2* dan 1

$$\begin{aligned} S(2,1) &= J(0,2) + J(1,0) - J(2,1) \\ &= 3,5 + 13 - 9 \\ &= 7,5 \end{aligned}$$

2. Perhitungan matriks penghematan *customer 3* dan 1

$$\begin{aligned} S(3,1) &= J(0,3) + J(1,0) - J(3,1) \\ &= 11 + 13 - 3 \\ &= 21 \end{aligned}$$

3. Perhitungan matriks penghematan *customer 3* dan 2

$$\begin{aligned} S(3,2) &= J(0,3) + J(2,0) - J(3,2) \\ &= 11 + 3,5 - 7 \end{aligned}$$

$$= 7,5$$

4. Perhitungan matriks penghematan *customer 4* dan 1

$$\begin{aligned} S(4,1) &= J(0,4) + J(1,0) - J(4,1) \\ &= 7 + 13 - 6 \end{aligned}$$

$$= 14$$

5. Perhitungan matriks penghematan *customer 4* dan 2

$$\begin{aligned} S(4,2) &= J(0,4) + J(2,0) - J(4,2) \\ &= 7 + 3,5 - 3,6 \end{aligned}$$

$$= 6,9$$

6. Perhitungan matriks penghematan *customer 4* dan 3

$$\begin{aligned} S(4,3) &= J(0,4) + J(3,0) - J(4,3) \\ &= 7 + 11 - 3 \end{aligned}$$

$$= 15$$

Lakukan cara yang sama untuk semua titik yang belum dikunjungi. Setelah dicari menggunakan rumus penghematan diatas langkah selanjutnya mengalokasikan lokasi *customer* ke dalam rute. Pada asumsi awal terdapat 7 rute yang berbeda, dengan ini akan dialokasikan *customer-customer* yang bisa digabungkan sampai batas kapasitas kendaraan yang ada. Penggabungan *customer-customer* dilakukan dari nilai

penghematan paling besar hingga yang paling kecil dengan tujuan memaksimalkan penghematan. Sehingga

didapatlah rute pendistribusian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rute Pendistribusian

Rute Kendaraan	Kode Customer	Permintaan (tabung)	Jumlah Permintaan (tabung)
A	12	13	141
	13	10	
	5	11	
	1	82	
	14	13	
	18	12	
B	3	38	80
	11	10	
	8	8	
	10	16	
	19	8	
C ₁	15	6	46
	9	9	
	17	6	
	4	20	
	6	5	
C ₂	7	6	49
	20	5	
	16	6	
	2	32	

Pada pencarian urutan rutanya menggunakan metode *Nearest Neighbour*, seperti yang terlihat di Tabel 5.

Tabel 5. Pengurutan menggunakan metode *Nearest Neighbour*

Rute	Urutan Rute Pengiriman	Total Jarak (km)
A	0 – 18 – 5 – 12 – 13 – 14 – 1 – 0	43,4
B	0 – 19 – 3 – 11 – 8 – 10 – 0	26,4

Rute	Urutan Rute Pengiriman	Total Jarak (km)
C ₁	0 – 17 – 6 – 4 – 9 – 15 – 0	28,1
C ₂	0 – 2 – 16 – 7 – 20 – 0	19,7
Total		117,6

Bila dibandingkan berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 5, terlihat bahwa terdapat penghematan jarak. Besar penghematan jarak adalah :

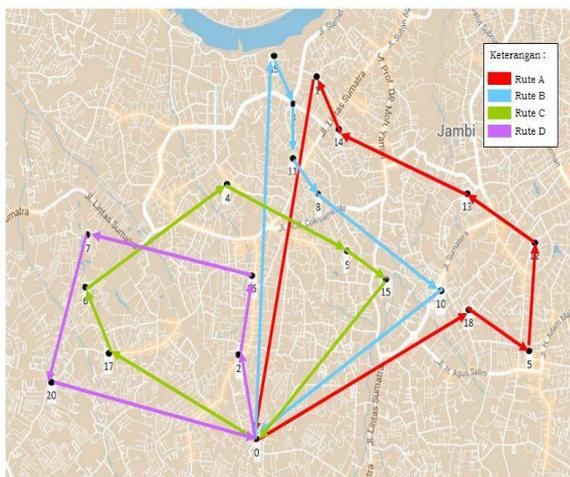
Penghematan jarak

$$= \frac{\text{Total Jarak Rute Awal} - \text{Total Jarak Rute Terpilih}}{\text{Total Jarak Rute Awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{210,3 \text{ km} - 117,6 \text{ km}}{210,3 \text{ km}} \times 100 \%$$

$$= 44,08 \%$$

Berikut ditunjukkan pada peta rute final yang telah dihasilkan.



Gambar 3. Rute Final

Pada perhitungan total biaya distribusi sebelum penggunaan Algoritma *Clarke and Wright Savings* untuk rute A dapat diketahui sebagai berikut :

1. Bahan bakar yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{jarak tempuh}}{8 \text{ km/l}} = \frac{35 \text{ km}}{8 \text{ km/l}} = 4,38 \text{ liter}$$
2. Biaya bahan bakar

$$= \text{bahan bakar yang dibutuhkan} \times \text{Rp. 6.800}$$

$$= 4,38 \text{ liter} \times \text{Rp. 6.800}$$

$$= \text{Rp. 29.784}$$
3. Biaya distribusi = biaya bahan bakar

4. Biaya distribusi 1 minggu (6 hari)

$$= \text{biaya bahan bakar} \times 6$$

$$= \text{Rp. 29.784} \times 6$$

$$= \text{Rp. 178.704}$$

Perusahaan memiliki empat kendaraan dengan tiga jenis kendaraan berkapasitas berbeda kecuali kendaraan ke 3 dan ke 4 berkapasitas sama, sehingga untuk memudahkan pencarian jumlah biaya distribusi maka, untuk mencari total biaya distribusi akan dijumlahkan biaya distribusi 1 minggu/kendaraan.

Perhitungan total biaya distribusi setelah penggunaan Algoritma *Clarke and Wright Savings* untuk rute A dapat diketahui sebagai berikut :

5. Bahan bakar yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{jarak tempuh}}{8 \text{ km/l}} = \frac{43,4 \text{ km}}{8 \text{ km/l}} = 5,43 \text{ liter}$$
6. Biaya bahan bakar

$$= \text{bahan bakar yang dibutuhkan} \times \text{Rp. 6.800}$$

$$= 5,43 \text{ liter} \times \text{Rp. 6.800}$$

$$= \text{Rp. 36.924}$$
7. Biaya distribusi = biaya bahan bakar
8. Biaya distribusi 1 minggu (6 hari)

$$= \text{biaya bahan bakar} \times 6$$

$$= \text{Rp. 36.924} \times 6$$

$$= \text{Rp. 221.544}$$
9. Jumlah biaya distribusi/kendaraan

= biaya distribusi 1 minggu (6 hari)

Perusahaan memiliki empat kendaraan dengan tiga jenis kendaraan berkapasitas berbeda kecuali kendaraan ke 3 dan ke 4 berkapasitas sama, sehingga untuk memudahkan pencarian jumlah biaya distribusi maka, untuk mencari total biaya distribusi akan dijumlahkan biaya distribusi 1 minggu/kendaraan. Karena rute yang didapat adalah 4 rute dan sesuai dengan banyaknya kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan maka jumlah biaya distribusi/kendaraan = biaya distribusi 1 minggu (6 hari).

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari hasil olah data dengan Algoritma *Clarke and Wright Savings* yaitu telah didapat rute yang optimal untuk pendistribusian gas oksigen sebanyak 4 rute, hal ini sesuai dengan jumlah kendaraan yang dimiliki dan digunakan oleh perusahaan dalam melakukan proses pendistribusian.

Kesimpulan kedua yaitu untuk jumlah biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Savings* yaitu sebesar Rp. 559.760, menghasilkan penghematan dari biaya sebelum penggunaan algoritma ini yaitu sebesar Rp. 473.688.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti sangat berterimakasih kepada PT. Rezeki Surya Gasindo beserta seluruh karyawan dan staff yang bertugas yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di perusahaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Battara, M., G, Edorgan dan D, Vigo. 2007. *Exact Algorithms for the Clustered Vehicle Routing Problem*. Operation Research
- Demez, H. 2013. *Combinatorial Optimization : Solution Methods of Travelling Salesman Problem*. Thesis tidak diterbitkan. Eastern Mediterranean University.
- Dinnullah, R. 2018. Skema Pengiriman Susu dengan Menggunakan Graf. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*. Vol 4(2).
- Moengin, P. 2011. *Metode Optimisasi*. Muara Indah Prawirosetono, Bandung.
- Pujawan, I, Nyoman dan Mahendrawathi. 2010. *Supply Chain Management*. Edisi Kedua. Surabaya : Guna Widya.
- Soenandi, I, A., Joice dan Marpaung, B. 2019. Optimasi Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows dengan Menggunakan Ant Colony Optimization. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*. Vol 3(1).
- Suyadi, P. 2007. *Manajemen Operasi*. Jakarta : Bumi Aksara,
- Tjiptono, F. 2008. *Strategi Pemasaran*. Edisi 3. Yogyakarta : Andi.
- Toth dan Vigo. 2002. *The Vehicle Routing Problem*. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Application, Philadelphia.

Yeun, L.C., Ismail, W. A N. R., Omar, K.
dan Zirour, M. 2008. Vehicle Routing
Problem:Models and Solutions.
*Journal of Quality Measurement and
Analysis*, 4(1).

