

# PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TABUNG GAS DENGAN METODE VEHICLE ROUTING PROBLEM

Dicky Pradana Febrianto

Herlina, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

[pradanadicky966@gmail.com](mailto:pradanadicky966@gmail.com)

## ABSTRAK

PT. XY merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *filling station oxygen* dan distributor tabung gas di Probolinggo. Pendistribusian dilakukan dengan menggunakan zona wilayah sesuai dengan jumlah armada. Pendistribusian dengan cara tersebut belum tentu optimal, karena dalam mengirim barang perusahaan kurang mengoptimalkan penggunaan kapasitas armada. Karena setiap zona ditugaskan oleh satu armada, jika terdapat permintaan yang melebihi kapasitas armada, seringkali armada yang digunakan ke wilayah selatan juga digunakan untuk pengiriman ke wilayah barat tanpa mempertimbangkan jalur rute setiap pengiriman sehingga jarak yang ditempuh akan semakin panjang. Dalam penelitian kali ini, penulis melakukan penentuan rute dengan menggunakan pendekatan Algoritma *sweep* untuk mengcluster seluruh pelanggan kemudian membuat rute dari hasil (cluster) tersebut untuk mencari total jarak minimum menggunakan model matematis dengan konsep MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) menggunakan software Lingo 18.0 x64. Dari hasil pengolahan didapatkan bahwa perbandingan rute aktual pada 05 Januari 2021 dengan rute hasil penelitian didapatkan persentase penghematan pada jarak sebesar 9,89%, dan biaya pengiriman sebesar 10,93%. Sedangkan pada tanggal 23 Februari 2021 dengan rute hasil penelitian didapatkan persentase penghematan pada jarak sebesar 8,52%, dan biaya pengiriman sebesar 9,20%.

**Kata kunci:** *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, *Algoritma Sweep*, *Mixed Integer Linear Programming (MILP)*

## ABSTRACT

PT. XY is a company engaged in oxygen filling station and gas cylinder distributor in Probolinggo. Distribution is carried out using regional zones according to the number of fleets. Distribution in this way is not necessarily optimal, because in sending goods the company does not optimize the use of fleet capacity. Because each zone is assigned by one fleet, if there is a demand that exceeds the fleet capacity, often the fleet used to the south is also used for shipping to the west without considering the route of each shipment so that the distance traveled will be longer. In this study, the author determines the route using a sweep algorithm approach to cluster all customers and then creates a route from the results (cluster) to find the minimum total distance using a mathematical model with the concept of MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) using Lingo 18.0 x64 software. From the results of the processing, it is found that the comparison of the actual route on January 5, 2021 with the

route of the research results, the percentage of savings on distance is 9.89%, and shipping costs are 10.93%. Meanwhile, on February 23, 2021, with the research route, the percentage of savings on distance is 8.52%, and shipping costs are 9.20%.

**Keywords:** Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), Sweep Algorithm, Mixed Integer Linear Programming (MILP)

## PENDAHULUAN

PT. XY merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *filling station oxygen* dan distributor tabung gas di Probolinggo. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan menggunakan beberapa truk yang dimiliki perusahaan dengan daerah pemasaran yang tersebar di wilayah Jawa Timur, diantaranya yaitu Probolinggo, Lumajang, Pasuruan, dan Situbondo. Setiap pengiriman tabung gas sebelumnya dilakukan pemesanan terlebih dahulu oleh konsumen untuk selanjutnya dikirim. Setiap kegiatan pengiriman yang dilakukan terdapat proses *loading*, *unloading* dan waktu administrasi untuk setiap konsumennya.

Kondisi awal pendistribusian di perusahaan dalam pembagian rute bisa terbilang masih acak dikarenakan mulanya setiap zona yang ditugaskan oleh 1 armada yang jika terdapat permintaan melebihi kapasitas armada, seringkali armada yang digunakan ke wilayah selatan juga digunakan untuk pengiriman ke wilayah barat tanpa mempertimbangkan jalur rute setiap pengiriman sehingga jarak yang ditempuh akan semakin panjang. Terkadang pula perusahaan tidak mementingkan kapasitas angkut sehingga kapasitas armada menjadi tidak seimbang dengan permintaan, dan perusahaan akan tetap mengirim tabung gas ke customer guna meningkatkan pelayanan. Jika masih terdapat waktu, maka armada kembali ke depot untuk mengambil tabung isi sekaligus membawa tabung kosong untuk diisi kembali dan mengirimnya kembali ke customer. Di sisi lain terkadang juga terdapat customer seperti Rumah Sakit yang meminta untuk dilakukan pengiriman paling awal dikarenakan kebutuhan yang mendesak sehingga membuat armada tersebut merubah rute yang mengakibatkan jalur pengiriman yang ditempuh jaraknya semakin panjang. Jika terjadi permintaan yang melebihi dari kapasitas armada di salah satu customer khususnya dalam kota, armada yang bertugas pada zona tersebut mengharuskan untuk mengirim sesuai permintaan sehingga terdapat arus bolak-balik yang dilakukan. Hal tersebut terjadi lantaran adanya lonjakan permintaan akan kebutuhan tabung gas yang ada di tiap Rumah Sakit terlebih lagi di masa pandemi saat ini. Berikut kapasitas armada yang digunakan antara lain:

Tabel 1. Armada Pengiriman

Jenis Armada	Kapasitas Angkut	Jumlah Armada	Nomor Truk
Truk Engkel (tujuan dalam kota)	70 tabung	2	N 8380 NK
Truk Engkel (tujuan luar kota)	60 tabung		N 8360 NW
Truk Dobel	120 tabung	2	N 8963 NB
			N 8678 NZ

Kondisi tersebut merupakan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yakni permasalahan dalam menentukan rute dengan biaya yang minimal dari setiap konsumennya yang tersebar di beberapa titik, dengan jumlah permintaan yang berbeda dan memperhatikan ketepatan waktu pengiriman. Selain itu juga terdapat permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang merupakan setiap kendaraan mempunyai kapasitas muat maksimal dengan menjadikan rute distribusi ke satu konsumen dan kembali ke perusahaan setelah selesai bongkar barang. Adapun permasalahan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute pendistribusian tabung gas yang optimal pada PT. XY berdasarkan kapasitas armada untuk meminimumkan biaya dan jarak distribusi. Maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini berupa penentuan rute pendistribusian tabung gas pada PT. XY untuk meminimumkan biaya dan jarak distribusi.

## MATERI DAN METODE

*Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah problem pengaturan rute bagi beberapa sumber daya dalam mengunjungi titik-titik layanan, di mana tiap sumber daya berangkat dari depot yang sama, mengunjungi beberapa titik dalam satu rute hanya sekali dengan memperhatikan batasan-batasan operasional tertentu, kemudian kembali ke depot.

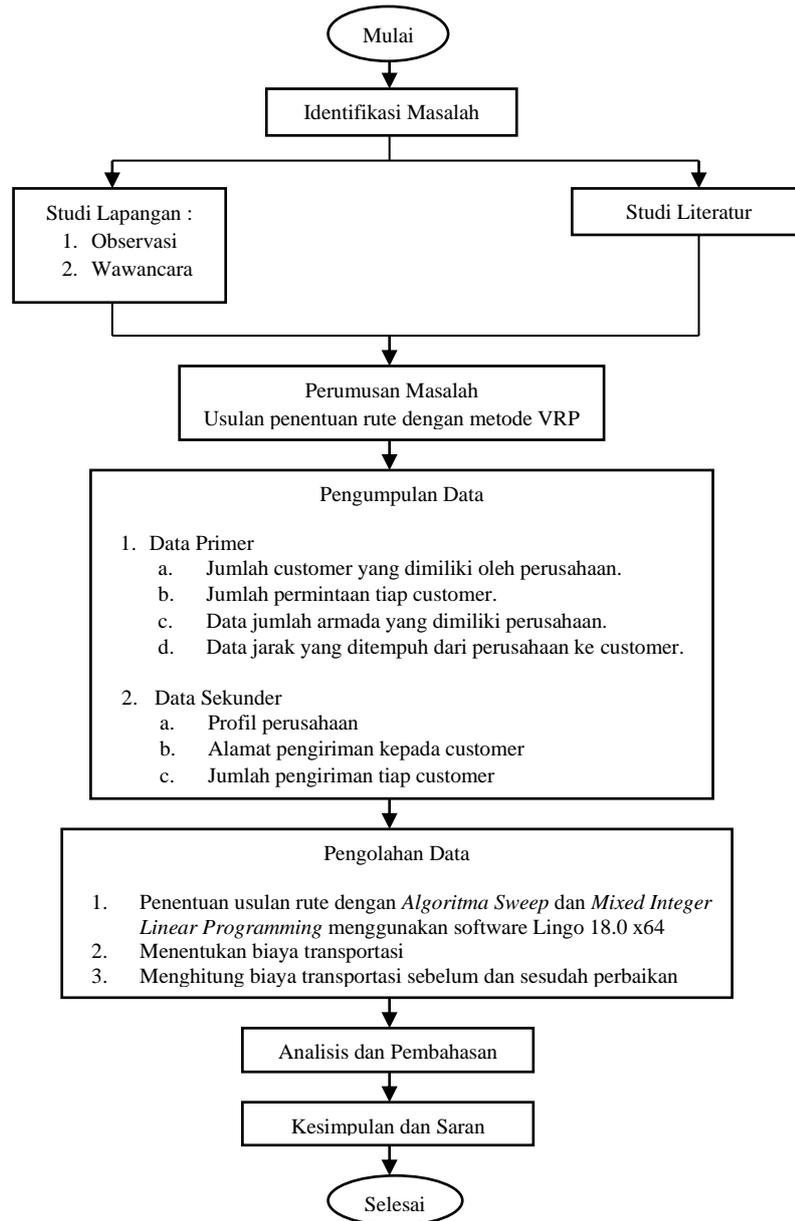
*Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah masalah penentuan rute dimana setiap pelanggan memiliki permintaan yang diketahui dan deterministik yang harus dipenuhi oleh satu kunjungan. Formulasi dan algoritma matematika pertama untuk solusi CVRP diusulkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dan lima tahun kemudian, Clarke dan Wright mengusulkan heuristik pertama untuk masalah ini. Sampai saat ini, banyak metode solusi untuk CVRP telah diterbitkan. Tujuan CVRP adalah untuk menemukan satu set rute biaya total minimum untuk armada kendaraan kapasitas berdasarkan pada satu depot, untuk melayani satu set pelanggan dibawah batasan-batasan berikut :

1. Setiap rute dimulai dan berakhir di depot
2. Setiap pelanggan dikunjungi tepat sekali
3. Total permintaan setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan.

**Algoritma Sweep** merupakan suatu metode heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Menurut Nuha et al. (2018) untuk menyelesaikan permasalahan VRP menggunakan Algoritma *Sweep* dapat diselesaikan dengan dua langkah. Langkah pertama yaitu melakukan cluster terlebih dahulu. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian dilakukan dengan mengelompokkan pelanggan menggunakan metode Algoritma *Sweep* yang dimodifikasi. Algoritma *Sweep* adalah salah satu metode cluster pertama-rute kedua, di mana proses pencarian dimulai dari mengklasifikasikan pelanggan menurut aturan "*sweep*" pada pelanggan yang memiliki sudut polar dari terkecil hingga terbesar. Pengelompokan ini memutuskan untuk memecah masalah ke dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil. Setelah itu akan ditentukan rute masing-masing kendaraan, sesuai dengan kapasitas kendaraan. Langkah kedua yaitu menghasilkan rute dengan mengembangkan model matematika, *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) digunakan untuk menyelesaikan VRP, yang variabelnya terdiri dari bilangan bulat variabel, dan pecahan biner. MILP adalah percabangan dari *Integer Linear Programming*

dimana rumusan model MILP memungkinkan variabel tidak hanya berupa bilangan bulat dan pecahan tetapi dapat juga menjadi biner. Variabel biner diperlukan sebagai pengambilan keputusan apakah pengiriman dilakukan oleh kendaraan. Variabel integer dalam penelitian ini berupa data permintaan, sedangkan data berupa variabel fraksi jarak dan waktu tempuh kendaraan. Untuk menjalankan model matematis, penulis menggunakan software Lingo versi 18.0 x64 yang nantinya akan menghasilkan urutan rute pada setiap cluster yang menghasilkan total jarak minimum.

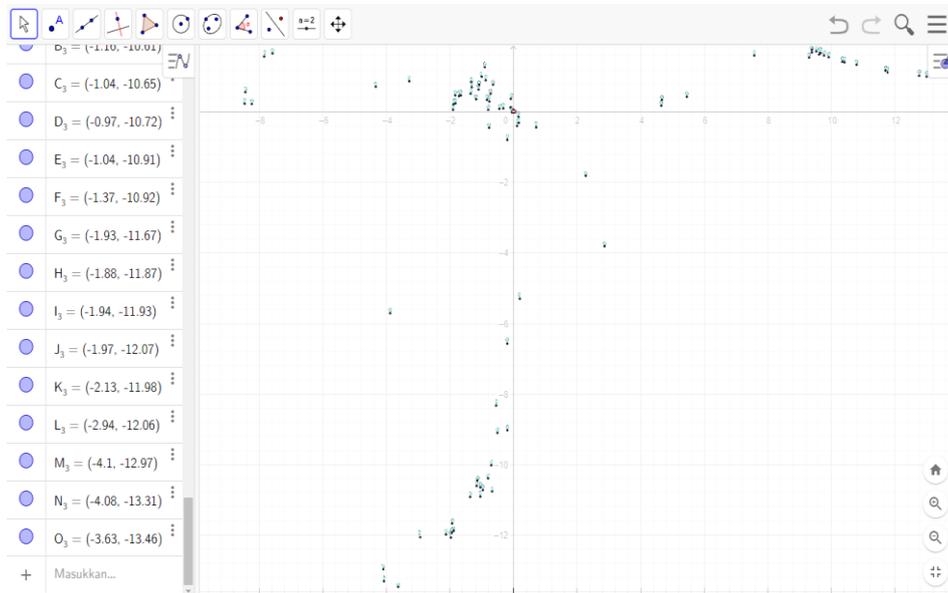
Untuk tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan tiap ritel menggunakan Algoritma *Sweep* dengan cara menentukan koordinat kartesius dengan meletakkan depot sebagai pusat koordinat, kemudian meletakkan masing – masing customer sesuai dengan letak customer tersebut di maps. Pada tahap ini penulis menggunakan bantuan *software* GeoGebra.



Gambar 2. Koordinat kartesius algoritma *sweep* dengan bantuan software GeoGebra

Setelah mendapatkan koordinat kartesius masing – masing customer, kemudian mengubah koordinat kartesius tersebut ke koordinat polar untuk mendapatkan sudut polar. Berikut ini contoh cara untuk mengubah koordinat kartesius (x, y) menjadi koordinat polar (r,  $\theta$ ) pada customer 1 sebagai berikut:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r = \sqrt{(-1,32)^2 + (0,71)^2}$$

$$= 1,49$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} = \arctan \frac{0,71}{-1,32} = \arctan(0,53) = 28.17^\circ$$

Karena (x, y) pada customer 1 (negatif, positif) maka  $\theta$  (sudut polar) terletak pada kuadran II menjadi  $180^\circ - 28.17^\circ = 151.83^\circ$

Kemudian melakukan “*sweep*” atau “sapuan” pada semua customer. ”Sapuan” yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sapuan berlawanan arah jarum jam sehingga perlu mengurutkan semua customer yang memiliki sudut polar terkecil hingga terbesar. Hasil pengurutan sudut polar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengurutan sudut polar

No	Customer	Nama Customer	Sudut Polar ( $\theta$ )
	0	PT XY	0
1	9	Rumah Sakit Sinergi Medika (RSIA Siti Fatimah)	2.2

2	78	Ekao Saputra	3.06
3	41	CV Gayaza	4.22
4	5	RSUD Besuki	4.4
5	29	PT Graha Sehat Lestari Kraksan	4.52
6	44	PT Sari Husada Santoso	4.6
7	63	Kisemar Mas	5.46
8	52	PT Delta Windu Purnama	5.73
9	48	PT Truba Jaga Cita	7.07
10	47	PT Matahari Cipta Sentosa	7.51
11	39	PT Hisenor Technology Indonesia	7.7
12	24	PT Feva Indonesia	7.85
13	32	CV Raja Benur	8.18
14	28	PT Taihei Dengyo Indonesia	8.91
15	38	PT PJB Unit Pelayanan	9.32
16	40	PT IOL Indonesia	9.43
17	45	PT Pembangkitan Jawa Bali	9.63
18	51	PT Jawa Power	9.81
19	58	PT PJB UBJ OM Paiton	10.21
20	34	PT Paiton Energy	10.23
21	46	PT Babcock & Wilcox Asia	10.67
22	11	Puskesmas Paiton	11.95
23	81	Sukarsiyo	103.23
24	31	PT Wira Sentosa Abadi	125.52
25	84	Brigita	125.94
26	36	PT Siaga Transport Indonesia	129.77
27	75	Jamaludin	133.01
28	53	PT Arta Gemilang Transindo	134.28
29	26	PT Kutai Timber Indonesia	135
30	86	Heny	144.24
31	72	Yudi	144.46
32	50	PT Amak Firdaus Utomo	147.5
33	80	Derry	149.98
34	1	RSUD Dr. Mohamad Saleh	151.83
35	82	Gede Van.	157.69
36	70	M Arifin	157.78
37	43	CV Andi Motor Probolinggo	158.78
38	6	RS Dharma Husada	158.97
39	56	PT Samator	161.81
40	17	PT Nusantara Sebelas Medika (RS Wonolangan)	162.68
41	73	Sidik	162.72
42	79	Putu Surya	164.14
43	76	Ahmad Zaki	165.26
44	59	CV Top	165.59
45	57	PT Surya Agropatama	166.54

46	7	RSUD Grati	167.65
47	35	CV Karya Sejati	168.67
48	74	Hani	168.93
49	18	PT Harigo Wood Indonesia	170.61
50	19	PT Indopherin Jaya	172.3
51	20	PT Bromo Falcata Indonesia	173.45
52	64	Ninuk M.	175.84
53	62	Bongso	176.18
54	42	PT Pendawa Lestari Perkasa	177.96
55	27	PT Indah Makmur Sukses	178.15
56	37	PT Swarga Batu Indonesia	178.42
57	60	PT Sumbertaman Keramika Industri	210.05
58	2	RSUD Pasirian	252.46
59	13	Puskesmas Pasirian	252.96
60	85	Endry	254.91
61	66	Moch Ulum	256.31
62	67	M Wachid	259.7
63	49	PT Kanawood Indo Makmur	259.93
64	25	PT Mustika Bahana Jaya	260.59
65	21	PT Mustika Buana Sejahtera	260.72
66	23	PT Karya Setya Mustika Tama	260.76
67	22	CV Mustika Karyajaya Sakti	260.99
68	3	RSU Muhammadiyah Lumajang	262.87
69	55	PT Astra Otoparts	263.75
70	33	CV Padma Gayatri Motor	263.76
71	71	Edi	264.4
72	68	Hamidi	264.53
73	4	RS Bhayangkara Lumajang	264.85
74	8	RSUD Dr. Haryato	265.59
75	10	RS Wijaya Kusuma	265.99
76	16	Puskesmas Kedungjajang	266.23
77	30	CV Husada Mulia	266.83
78	12	Puskesmas Klakah	268.28
79	83	Soegiyono	268.76
80	14	Puskesmas Ranuyoso	272.14
81	77	Supahit	285.51
82	65	Tohet	298.2
83	15	Puskesmas Ranugedang	306.97
84	61	Kop. Aqua Bisnis Jawa Timur	319.29
85	69	Solihin	321.34
86	54	PT Farmahusada Millenia	321.56

Melakukan pengelompokan (cluster) untuk customer yang terdapat pada tanggal 05 Januari 2021 dan 23 Februari 2021 sesuai pada “sapuan” sudut polar terkecil hingga terbesar.

Hasil dari pengelompokan (cluster) masing – masing customer dan kendaraan yang akan digunakan pada cluster tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada tanggal 05 Januari 2021

Customer	Nama Customer	Sudut Polar ( $\theta$ )	Permintaan	Nomor Truk
9	Rumah Sakit Sinergi Medika (RSIA Siti Fatimah)	2.2	10	N 8360 NW
78	Eka Saputra	3.06	1	
24	PT Feva Indonesia	7.85	10	
11	Puskesmas Paiton	11.95	17	
1	RSUD Dr. Mohamad Saleh	151.83	120	N 8678 NZ (rute 2)
6	RS Dharma Husada	158.97	30	N 8678 NZ (rute 1)
64	Ninuk M.	175.84	4	
66	Moch Ulum	256.31	12	N 8963 NB
25	PT Mustika Bahana Jaya	260.59	14	
21	PT Mustika Buana Sejahtera	260.72	8	
25	PT Karya Setya Mustika Tama	260.76	1	
22	CV Mustika Karyajaya Sakti	260.99	2	
3	RSU Muhammadiyah Lumajang	262.87	51	
68	Hamidi	264.53	10	
8	RSUD Dr. Haryoto	265.59	10	
10	RS Wijaya Kusuma	265.99	53	N 8380 NK

Tabel 4. Hasil pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada tanggal 23 Februari 2021

Customer	Nama Customer	Sudut Polar ( $\theta$ )	Permintaan	Nomor Truk
5	RSUD Besuki	4.4	34	N 8963 NB
47	PT Matahari Cipta Sentosa	7.51	17	
58	PT PJB UBJ OM Paiton	10.21	48	
75	Jamaludin	133.01	10	N 8678 NZ
26	PT Kutai Timber Indonesia	135	10	
1	RSUD Dr. Mohamad Saleh	151.83	53	
70	M Arifin	157.78	2	
43	CV Andi Motor Probolinggo	158.78	2	
56	PT Samator	161.81	6	N 8380 NK
57	PT Surya Agropratama	166.54	4	
60	PT Sumbertaman Keramika Industri	210.05	5	N 8360 NW
66	Moch Ulum	256.31	21	
21	PT Mustika Buana Sejahtera	260.72	6	
22	CV Mustika Karyajaya Sakti	260.99	1	

68	Hamidi	264.53	6	
61	Kop. Aqua Bisnis Jawa Timur	319.29	5	

### Pembentukan Rute menggunakan MILP

Pembentukan rute dilakukan dengan mengembangkan atau memperbarui model matematis yang sudah dilakukan sehingga sesuai dengan permasalahan yang dihadapi dan untuk mencapai tujuan penelitian yang diharapkan.

#### 1. Notasi pengembangan model matematis

Fungsi dari notasi pengembangan model matematis antara lain untuk mempermudah pembacaan pada model matematis yang akan digunakan, seperti pada notasi berikut :

##### a. Himpunan dan Indeks model

$N$  = Himpunan dari node termasuk PT. XY dan customer.

$i$  = Indeks customer  $i$ .

$j$  = Indeks customer  $j$ .

##### b. Notasi Parameter

Bongkar = Waktu *loading/unloading* di customer.

$D$  = Jarak antar customer.

$T$  = Waktu memulai pelayanan pada customer.

Durasi = Durasi pengiriman.

$R$  = Bilangan riil yang bernilai besar.

Varibel keputusan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

$x(i,j) = 1$  jika kendaraan  $k$  beroperasi dari  $i$  ke  $j$

Model Matematis

Model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Meminimumkan :

$$z = \sum_{i \in N}^{16} \sum_{j \in N}^{16} c_{ij} x_{ij}$$

Fungsi tujuan (4.1) menjelaskan bahwa tujuannya adalah untuk meminimumkan biaya pengiriman dari kendaraan yang beroperasi dari customer  $k$  ke customer  $j$

Batasan :

$$\sum_{i \in j}^{16} x_{ik} = 1 \quad \forall i > 1$$

Fungsi batasan (1) setiap customer hanya dapat dikunjungi oleh kendaraan yang beroperasi hanya mengunjungi ritel sekali saja.

$$\sum_{j > 1}^{16} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N$$

Fungsi batasan (2) bahwa kendaraan akan berangkat dari depot (PT. XY)

$$\sum_{i > 1}^{16} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N$$

Fungsi batasan (3) bahwa kendaraan akan berakhir dari depot (PT. XY)

$$T_j \geq T_1 + \text{bongkar}_i + \text{durasi}_{(i,j)} - R(1-x_{ij}) \quad \forall i \in N$$

Fungsi batasan (4) menjelaskan bahwa kendaraan tidak diperkenankan memulai pelayanan dari customer  $j$  sebelum melayani customer  $i$  dengan ditambah loading unloading  $i$  dan ditambah durasi pengiriman pada customer  $i$  dan  $j$  dan  $R$  merupakan bilangan Riil yang bernilai besar.

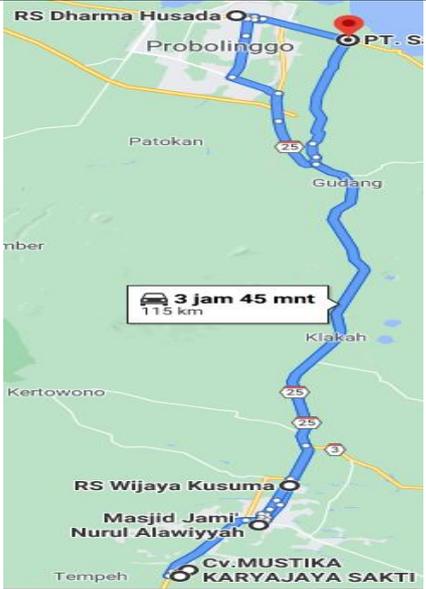
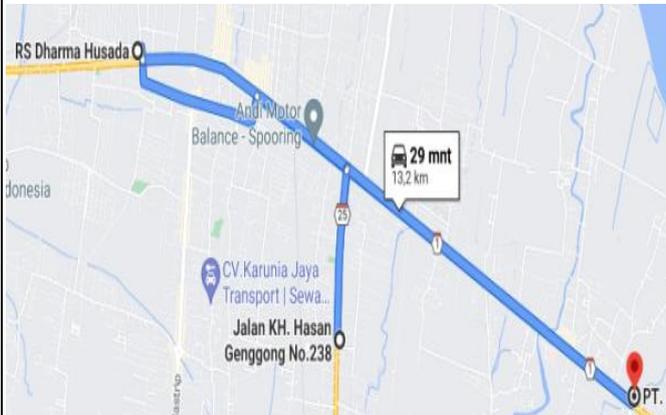
*Binary Decision*

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in N$$

Fungsi batasan (5) menyatakan variabel keputusan biner yang berupa 0 atau 1 bila customer j dikunjungi setelah customer i.

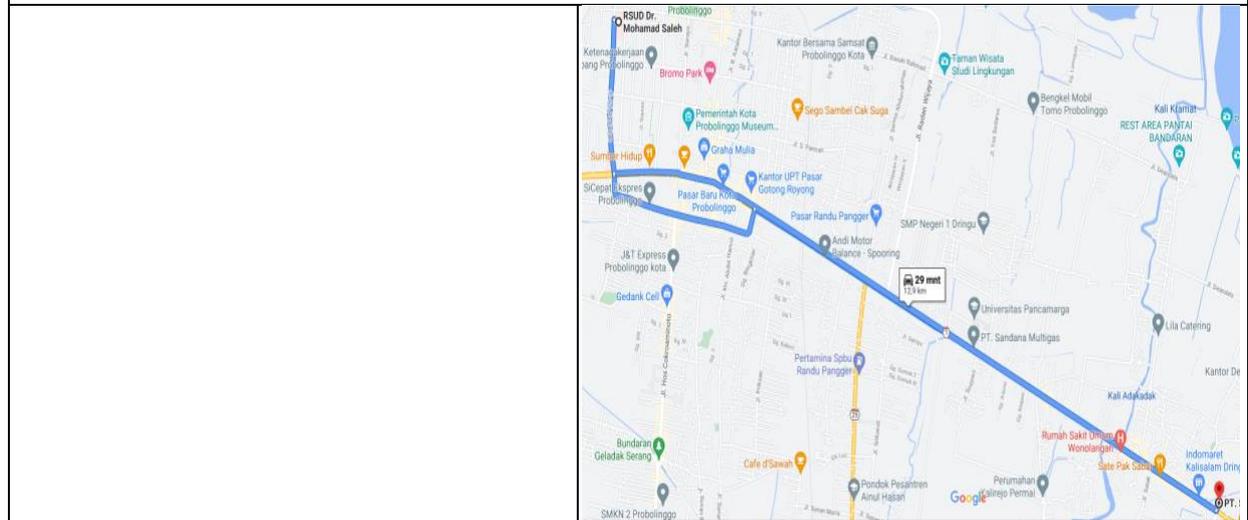
Dengan melakukan *running* model dari cluster 1 hingga cluster 4, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil *running* model rute tanggal 05 Januari 2021

Rute Awal		Rute Usulan	
<b>Armada N 8963 NB</b>			
			
Rute	PT. XY - C6 - C10 - C25 - C21 - C23 - C22 - C68 - PT. XY	Rute	PT. XY - C8 - C3 - C25 - C23 - C22 - C21 - C66 - C68 - PT. XY
Kapasitas	118 tabung	Kapasitas	108 tabung
Jarak	117 km	Jarak	112,62 km
Biaya	Rp 118.000	Biaya	Rp 115.999
<b>Armada N 8678 NZ</b>			
			

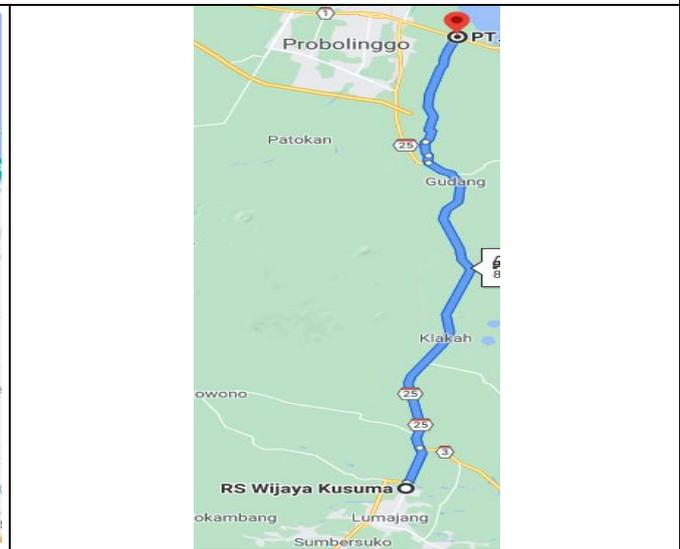
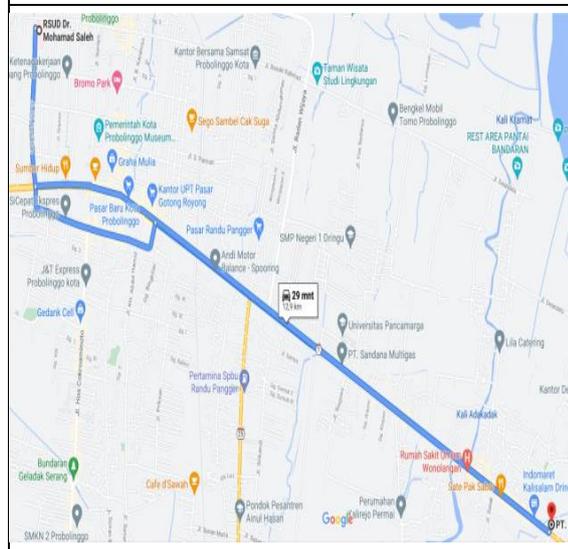
Rute	PT. XY - C8 - C3 - C66 - PT. XY	Rute	PT. XY - C6 - C64 - PT. XY
Kapasitas	73 tabung	Kapasitas	34 tabung
Jarak	109 km	Jarak	13,2 km
Biaya	Rp 95.500	Biaya	Rp 13.596

**Armada N 8678 NZ (Rute Kedua)**

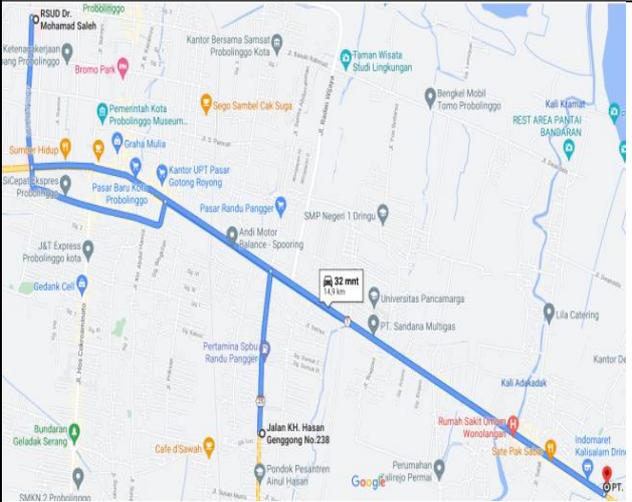


Rute		Rute	PT. XY - C1 - PT. XY
Kapasitas		Kapasitas	120 tabung
Jarak		Jarak	12,9 km
Biaya		Biaya	Rp 13.184

**Armada N 8380 NK**



Rute	PT. XY - C1 - PT. XY	Rute	PT. XY - C10 - PT. XY
Kapasitas	60 tabung	Kapasitas	53 tabung
Jarak	12,9 km	Jarak	81,4 km
Biaya	Rp 9.500	Biaya	Rp 59.887

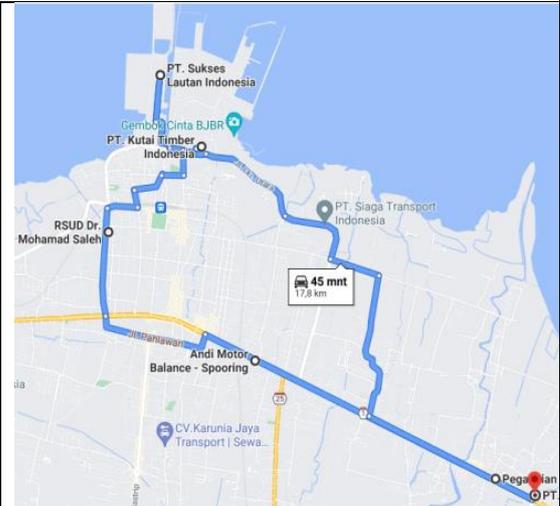
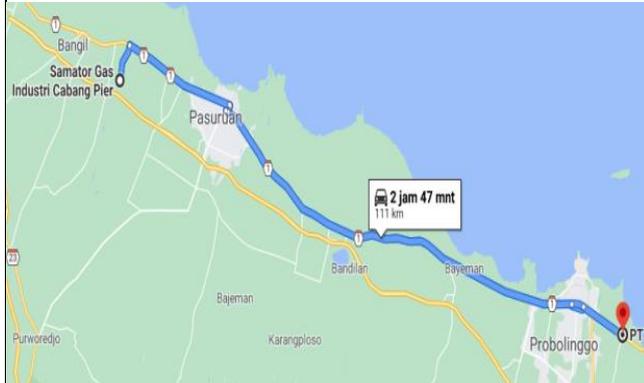
Armada N 8380 NK (Rute Kedua)			
			
Rute	PT. XY - C64 - C1 - PT. XY	Rute	
Kapasitas	64 tabung	Kapasitas	
Jarak	14,9 km	Jarak	
Biaya	Rp 12.000	Biaya	
Armada N 8360 NW			
			
Rute	PT. XY - C24 - C11 - C9 - C78 - PT. XY	Rute	PT. XY - C24 - C11 - C9 - C78 - PT. XY
Kapasitas	38 tabung	Kapasitas	38 tabung
Jarak	86,5 km	Jarak	86,5 km
Biaya	Rp 64.000	Biaya	Rp 63.639

Tabel 6. Hasil *running* model rute tanggal 23 Februari 2021

Rute Awal		Rute Usulan	
Armada N 8963 NB			
			
Rute	PT. XY - C58 - C47 - C5 - PT. XY	Rute	PT. XY - C58 - C47 - C5 - PT. XY
Kapasitas	99 tabung	Kapasitas	99 tabung

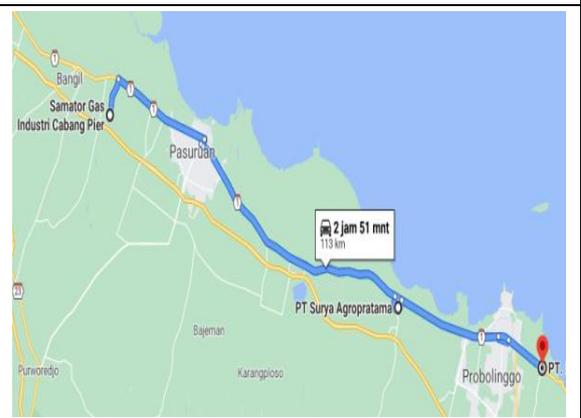
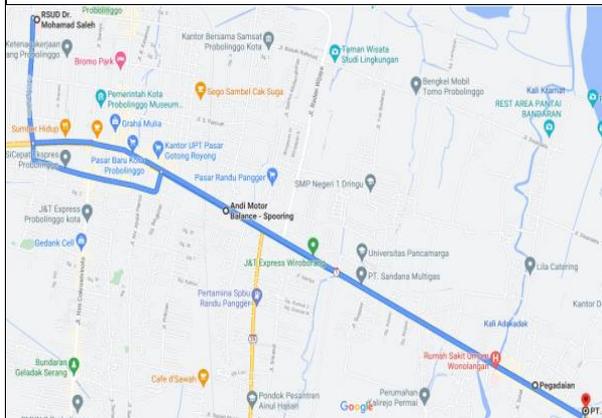
Jarak	107,7 km	Jarak	107,7 km
Biaya	Rp 111.000	Biaya	Rp 110.931

**Armada N 8678 NZ**

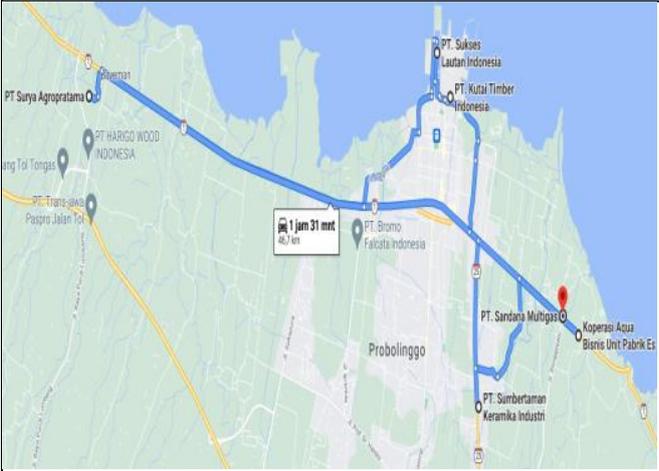


Rute	PT. XY - C56 - PT. XY	Rute	PT. XY - C70 - C43 - C1 - C26 - C75 - PT. XY
Kapasitas	6 tabung	Kapasitas	77 tabung
Jarak	112,1 km	Jarak	17,65 km
Biaya	Rp 82.500	Biaya	Rp 18.179

**Armada N 8380 NK**



Rute	PT. XY - C70 - C43 - C1 - PT. XY	Rute	PT. XY - C57 - C56 - PT. XY
Kapasitas	57 tabung	Kapasitas	10 tabung
Jarak	12,9 km	Jarak	111,3 km
Biaya	Rp 10.000	Biaya	Rp 81.886

Armada N 8380 NK (Rute Kedua)			
			
Rute	PT. XY - C61 - C60 - C26 - C75 - C57 - PT. XY	Rute	
Kapasitas	34 tabung	Kapasitas	
Jarak	46,7 km	Jarak	
Biaya	Rp 45.000	Biaya	
Armada N 8360 NW			
			
Rute	PT. XY - C21 - C22 - C66 - C68 - PT. XY	Rute	PT. XY - C61 - C21 - C22 - C66 - C68 - C60 - PT. XY
Kapasitas	34 tabung	Kapasitas	44 tabung
Jarak	113 km	Jarak	122,3 km
Biaya	Rp 83.000	Biaya	Rp 89.978

Berdasarkan rute aktual pengiriman milik perusahaan pada tanggal 05 Januari 2021, diperoleh total jarak pengiriman sebesar 340,3 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp299.000

Dari hasil pengolahan data menggunakan metode Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) menggunakan *software* Lingo 18.0 x64 maka didapatkan rute hasil penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Rute 1 yaitu PT. XY - PT Feva Indonesia - Puskesmas Paiton - Rumah Sakit Sinergi Medika (RSIA Siti Fatimah) - Eka Saputra - PT. XY menggunakan kendaraan truk engkel N 8360 NW dengan jarak pengiriman sebesar 86,5 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp63.639
- b. Rute 2 yang pertama yaitu PT. XY - RS Dharma Husada - Ninuk M - PT. XY menggunakan kendaraan truk dobel N 8678 NZ dengan jarak pengiriman sebesar 13,2 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp13.596
- c. Rute 2 yang kedua yaitu PT. XY - RSUD Dr. Mohamad Saleh - PT. XY menggunakan kendaraan truk dobel N 8678 NZ dengan jarak pengiriman sebesar 12,9 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp13.184
- d. Rute 3 yaitu PT. XY - RSUD Dr. Haryoto - RSU Muhammadiyah Lumajang - PT Mustika Bahana Jaya - PT Karya Setya Mustika Tama - CV Mustika Karyajaya Sakti - PT Mustika Buana Sejahtera - Moch Ulum - Hamidi - PT. XY menggunakan kendaraan truk dobel N 8963 NB dengan jarak pengiriman sebesar 112,62 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp115.999
- e. Rute 4 yaitu PT. XY - RS Wijaya Kusuma - PT. XY menggunakan kendaraan truk engkel N 8380 NK dengan jarak pengiriman sebesar 81,4 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp59.887

Berdasarkan hasil penelitian dari *software* Lingo 18.0 diperoleh total jarak pengiriman sebesar 306,62 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp266.305.

Berdasarkan rute aktual pengiriman milik perusahaan pada tanggal 23 Februari 2021, diperoleh total jarak pengiriman sebesar 392,4 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp331.500

Dari hasil pengolahan data menggunakan metode Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) menggunakan *software* Lingo 18.0 x64 maka didapatkan rute hasil penelitian sebagai berikut :

- a. Rute 1 yaitu PT. XY - PT PJB UBJ OM Paiton - PT Matahari Cipta Sentosa - RSUD Besuki - PT. XY menggunakan kendaraan truk dobel N 8963 NB dengan jarak pengiriman sebesar 107,7 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp110.931
- b. Rute 2 yaitu PT. XY - M Arifin - CV Andi Motor Probolinggo - RSUD Dr. Mohamad Saleh - PT Kutai Timber Indonesia - Jamaludin - PT. XY menggunakan kendaraan truk dobel N 8678 NZ dengan jarak pengiriman sebesar 17,65 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp18.179
- c. Rute 3 yaitu PT. XY - PT Surya Agroparatama - PT Samator - PT. XY menggunakan kendaraan truk engkel N 8380 NK dengan jarak pengiriman sebesar 111,3 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp81.886
- d. Rute 4 yaitu PT. XY - Kop. Aqua Bisnis Jawa Timur - PT Mustika Buana Sejahtera - CV Mustika Karyajaya Sakti - Moch Ulum - Hamidi - PT Sumbertaman Keramika Industri - PT. XY menggunakan kendaraan truk engkel N 8360 NW dengan jarak pengiriman sebesar 122,3 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp89.978

Berdasarkan hasil penelitian dari *software* Lingo 18.0 diperoleh total jarak pengiriman sebesar 358,95 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp300.974.

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rute usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritma Sweep* menghasilkan 4 rute usulan sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Programming* menghasilkan perbedaan dari segi biaya dan jarak. Pada rute tanggal 05 Januari 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 10,93% yaitu Rp32.695 dan pada rute usulan dengan alternatif jarak sebesar 9,89%. Sedangkan pada rute tanggal 23 Februari 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 9,20% yaitu Rp30.526 dan pada rute usulan dengan alternatif jarak sebesar 8,52%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bowersox, D. J. (2002). *Integrasi sistem-sistem manajemen distribusi fisik dan manajemen material*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Cahyaningsih, W. K., Sari, E. R., & Hernawati, K. (2015). Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* Menggunakan *Algoritma Sweep* Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*.
- Hayati, Enty Nur. (2010). "Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Menyelesaikan Integer Programming". *Ilmiah Dinamika Teknik* 4, 1.
- Martono. (2018). *Manajemen Logistik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Nasution. (2006). *Manajemen Transportasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nuha, H., Wati, P. E. D. K., & Widiasih, W. (2018). A Comparison of Exact Method Metaheuristic Method in Determination for Vehicle Routing Problem. *MATEC Web of Conferences*, 204, 2017.
- Prof. Dr. Ir. H Sutarman, M. (2017). *Dasar-dasar Manajemen Logistik*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Pujawan, I. N. & Er, M. (2017). *Supply Chain Management Edisi 3*. Surabaya: Andi Yogyakarta.
- Salim, A. (2012). *Manajemen Transportasi*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Toth & Vigo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Florida: Society and Mathematics.
- Wibisono. (2018). *Logika Logistik*. Surabaya: Graha Ilmu.