

RUTE DISTRIBUSI SEMEN DENGAN TRANSPORTASI DARAT DI PT XYZ DENGAN METODE VEHICLE ROUTING PROBLEMS

Ricky Eka Yulianto

Istantyo Yuwono, ST.,MT

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

rickyekayulianto10@gmail.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur di Tuban. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan menggunakan beberapa armada yang dimiliki perusahaan dengan daerah pemasaran yang tersebar di wilayah Jawa Timur dan Jawa Tengah. Dalam mengatur pendistribusian barang, jika dilihat dari hasil rekapitulasi data pengiriman barang bulan Juni 2021 dapat diketahui kurang memaksimalkan penggunaan kapasitas kendaraan angkut yang ada, padahal masih bisa dilakukan penambahan barang sampai penggunaan kapasitas kendaraan lebih optimal. Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan rute usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritme Sweep* menghasilkan 4 rute usulan sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Programming* menghasilkan perbedaan dari segi biaya dan jarak. Pada Minggu pertama bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 17,08% yaitu Rp260.933 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 17,08% dari 890 km menjadi 738 km. Pada Minggu kedua bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 47,87% yaitu Rp50.041 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 47,79% dari 61 km menjadi 31.8 km. Sedangkan pada Minggu ketiga bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 28,11% yaitu Rp647.700 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 28,11% dari 1.342 km menjadi 964.7 km.

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

ABSTRACT

PT. XYZ is a company engaged in manufacturing in Tuban. The distribution carried out by the company uses several fleets owned by the company with marketing areas spread across East Java and Central Java. In regulating the distribution of goods, if seen from the results of the recapitulation of data on shipments of goods for June 2021, it can be seen that the utilization of the existing transport vehicle capacity is not optimal, even though it is still possible to add goods until the use of vehicle capacity is more optimal. Based on the analysis and results of research conducted, the proposed route obtained from processing using the Sweep Algorithm model produces 4 proposed routes while the Mixed Integer Linear Programming model produces differences in terms of cost and distance. On the first Sunday of June 2021,

the company can save 17.08% costs, namely Rp.260,933 and on the proposed route by using an alternative distance of 17.08% from 890 km to 738 km. On the second week of June 2021 the company can save costs by 47.87%, namely Rp. 50,041 and on the proposed route by using an alternative distance of 47.79% from 61 km to 31.8 km. Meanwhile, on the third Sunday of June 2021, the company can save costs by 28.11%, namely Rp.647,700 and on the proposed route by using an alternative distance of 28.11% from 1,342 km to 964.7 km.

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

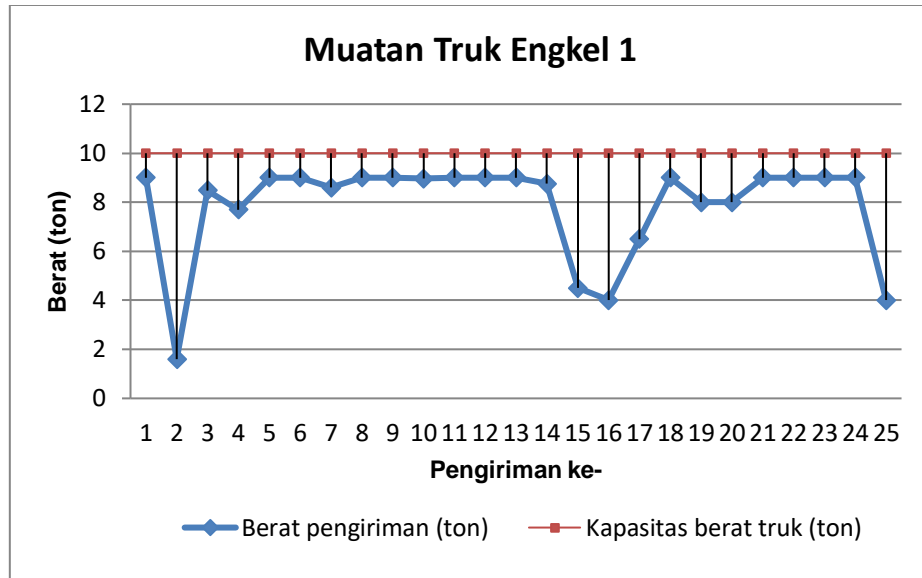
PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur di Tuban. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan menggunakan armada yang dimiliki perusahaan dengan daerah pemasaran yang tersebar di wilayah Jawa Timur dan Jawa Tengah (data terlampir 3). Setiap pengiriman produk semen sebelumnya dilakukan pemesanan terlebih dahulu oleh konsumen untuk dikirim. Setiap kegiatan pengiriman yang dilakukan terdapat proses loading, unloading dan waktu administrasi di setiap konsumennya. Berikut ini berbagai macam jenis semen yang dihasilkan PT. XYZ.

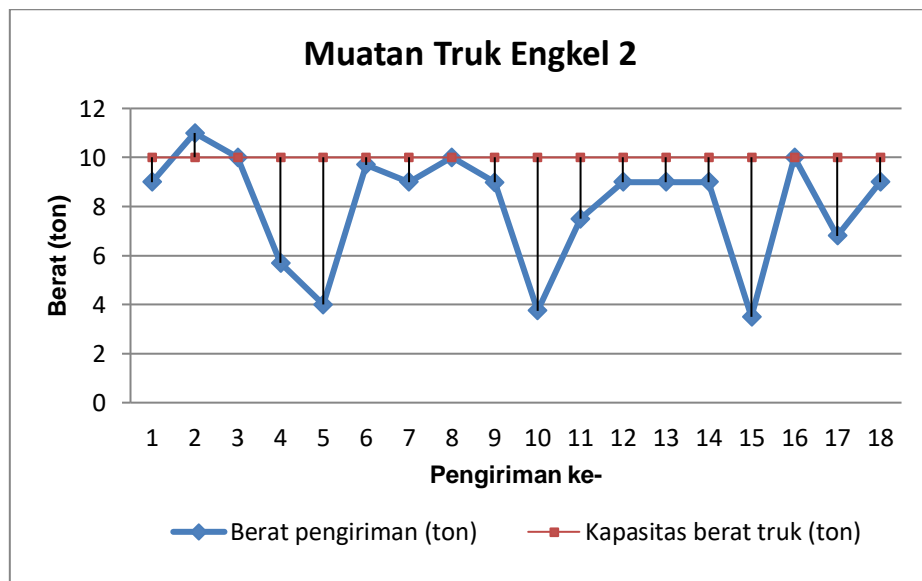
Tabel 1.1 Jenis Semen

No	Jenis Semen	Warna Karung	Kg
1	Thinbad	Merah + Putih	40kg
2	Plester	Hijau + Putih	50kg
3	Render	Kuning+Coklat	40kg
4	Skimcoat Putih	Biru Muda + Putih	30kg
5	Acian	Biru Tua+Putih	30kg
6	TA	Merah	40kg

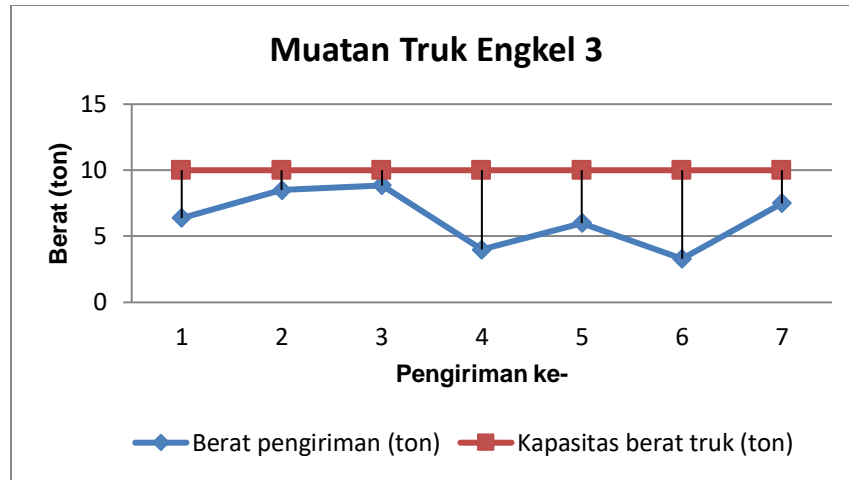
Namun terdapat permasalahan dari perusahaan dalam mengatur pendistribusian barang, jika dilihat dari hasil rekapitulasi data pengiriman barang bulan Juni 2021 dapat diketahui kurangnya memaksimalkan penggunaan kapasitas kendaraan angkut yang ada di perusahaan tersebut, seharusnya masih bisa dilakukan penambahan barang sampai penggunaan kapasitas kendaraan yang lebih optimal. Selanjutnya pada beberapa rute mengalami pengiriman yang fluktuatif sampai melebihi beban dari kapasitas kendaraan angkut yang ada. Kendaraan yang dipaksakan untuk mengangkut beban yang berlebihan akan berdampak buruk bagi kendaraan dan finansial perusahaan tersebut. Berikut ini grafik perbandingan pengiriman aktual dengan kapasitas kendaraan pada bulan Juni 2021:



Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Berat Pengiriman Aktual dengan Kapasitas Truk Engkel 1 Pada Bulan Juni 2021



Gambar 1.2 Grafik Perbandingan Berat Pengiriman Aktual dengan Kapasitas Truk Engkel 2 Pada Bulan Juni 2021



Gambar 1.3 Grafik Perbandingan Berat Pengiriman Aktual dengan Kapasitas Truk Engkel 3 Pada Bulan Juni 2021

Ditinjau dari lapangan, perusahaan telah membagi pengiriman di zona Jawa Timur dan Jawa Tengah. Namun terkadang perusahaan tidak mementingkan kapasitas angkut sehingga kapasitas armada menjadi tidak seimbang dengan permintaan, dan perusahaan akan tetap mengirimkan semen ke customer guna meningkatkan pelayanan. Akan tetapi jika terdapat zona yang permintaannya melebihi kapasitas armada, maka produk semen akan dikirim keesokan harinya dan akan terpenuhi di hari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk selama 1 hari. Berikut kapasitas armada yang digunakan antara lain:

Tabel 1.2 Armada Pengiriman

No	Jenis Armada	Kapasitas Angkut	Jumlah Armada
1	Truk Engkel	10 ton	3

Berdasarkan kenyataan yang terjadi di lapangan dan wawancara langsung, bahan bakar akan habis setiap harinya. Berikut tabel rincian bahan bakar yang digunakan:

Tabel 1.3 Keterangan Biaya

Jenis Armada	Keterangan	Jumlah
		Wilayah selatan : Rp 850.000
Truk Engkel	1 liter per 4 km	Wilayah timur : Rp 450.000
		Wilayah barat : Rp 900.000

Proses distribusi semen menggunakan sistem *Delivery truck Services*. Dengan jumlah customer yang banyak dan tempatnya juga tersebar di beberapa wilayah, maka perusahaan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk melakukan distribusi sehingga memerlukan perencanaan yang matang agar bisa meminimalkan biaya lebih dalam proses pengiriman. Maka perlu adanya penentuan rute untuk kegiatan pengiriman semen agar waktu yang diperlukan untuk setiap pengiriman menjadi lebih efisien serta dapat meminimumkan biaya distribusi.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka peneliti akan membahas mengenai penentuan rute distribusi yang bertujuan untuk mencari rute yang optimal bisa disebut dengan *Vehicle Routing Problems* (VRP).

Dimana VRP merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih distributor ataupun agen untuk melayani konsumen. Salah satu jenis dari VRP *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP adalah masalah optimasi untuk menemukan rute dengan total jarak minimum untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu. Salah satu algoritma heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan CVRP adalah Algoritma *Sweep*. Metode Algoritma *Sweep* terdiri dari dua tahap, tahap pertama pengelompokan (*clustering*) yaitu menghubungkan titik satu ke titik lainnya dengan berdasarkan kapasitas kendaraan, kemudian tahap kedua pembentukan *cluster*. Untuk *mixed integer linear programming* merupakan formulasi model MILP memungkinkan variabel tidak hanya berupa integer dan pecahan melainkan berupa biner. MILP untuk mencari total jarak minimum menggunakan model matematis dengan menggunakan software lingo 18.0.

MATERI DAN METODE

Vehicle Routing Problem (VRP) dapat didefinisikan sebagai permasalahan mencari rute dengan biaya minimum dari suatu depot ke pelanggan yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Rute dibuat sedemikian rupa sehingga setiap pelanggan dikunjungi hanya satu kali oleh satu kendaraan. Seluruh rute berawal di depot, dan jumlah permintaan dalam satu rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan.

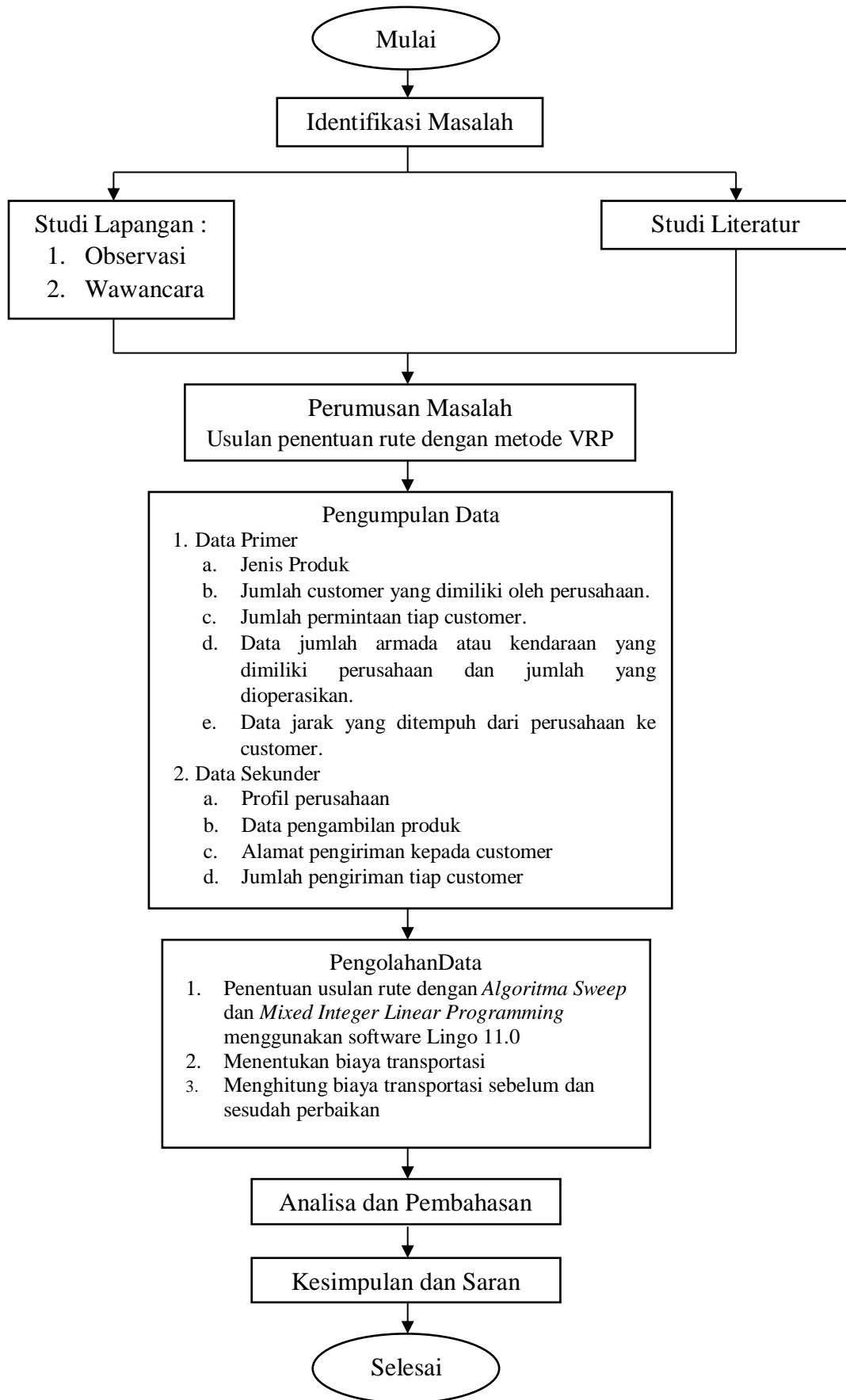
Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) adalah masalah keterbatasan daya angkut kapasitas barang yang harus diantarkan ke suatu tempat. Versi yang paling dasar dari VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* CVRP yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Suatu depot harus melayani pelanggan.
2. Depot mempunyai kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani semua pelanggan.
3. Tiap pelanggan mempunyai permintaan sebesar yang harus dipenuhi dalam sekali pelayanan.
4. Karena depot hanya mempunyai satu kendaraan dengan kapasitas terbatas, maka kendaraan tersebut harus secara periodik kembali ke depot untuk mengambil barang untuk memenuhi permintaan pelanggan yang lain *reloading*.
5. Tidak mungkin melayani lebih dari 1 pelanggan dalam waktu yang bersamaan *split delivery*
6. Solusi dari CVRP adalah sekumpulan rute yang dilalui kendaraan, dimana tiap pelanggan hanya dikunjungi sekali saja.

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. Algoritma *Sweep* adalah salah satu metode *cluster* pertama-rute kedua, dimana 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

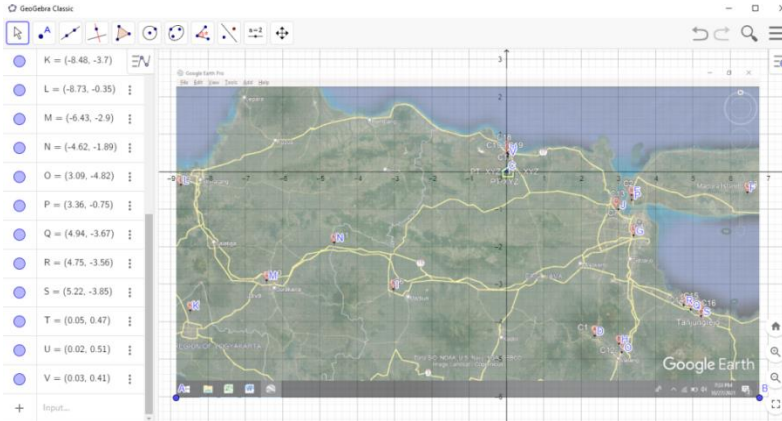
dengan kapasitas kendaraan. Langkah kedua yaitu membentuk rute-rute berdasarkan *cluster* yang telah diperoleh pada tahapan *clustering*. Pembentukan rute dilakukan menggunakan model matematika **Mixed Integer Linear Programming (MILP)**, yang variabelnya terdiri dari bilangan bulat variabel, dan pecahan 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 :



HASIL DAN PEMBAHASAN

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



Gambar4.1 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,θ) pada customer 1 sebagai berikut:

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

$$r = \sqrt{(2,36)^2 + (-4,37)^2}$$

$$= 4,97$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} = \arctan \frac{-4,37}{2,36} = \ar(1,85) = 28.17^\circ$$

Karena (x,y) pada customer 1 (negatif, positif) maka θ (sudut polar) terletak pada kuadran II menjadi $180^\circ + 118.39^\circ = 298.39^\circ$

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.

Berikut ini tabel hasil pengurutan sudut polar dari yang terkecil hingga terbesar.

Hasil perhitungan sudut polar bias dilihat pada tabel 4.13 berikut:

No	Customer	Nama Customer	Sudut Polar(°)
	0	PTXYZ	0
1	17	TB. Agung Sentosa	84.17
2	19	TB radjawali	85.26
3	18	UD. Jaya	87.79
4	9	BJT Bangunan	182.27

5	11	TB aneka baru	202.22
6	8	Depo Adamix	203.57
7	10	CV sasgong	204.23
8	6	Success warehouse	225.85
9	1	Al izzah	298.39
10	12	Araya	302.69
11	5	TB. Sabar jaya	303.37
12	15	TB soponyono	323.18
13	14	TB vista kaca	323.34
14	16	Jaya zian	323.58
15	4	PT. Gentayu Cakra Wibowo	333.55
16	7	PT. Bumindo	341.57
17	13	UD al rahmah	347.39
18	2	Tk. Indah Barokah	349.54
19	3	Tk. Harapan Baru	355.16

Melakukan pengelompokan (cluster) untuk customer yang terdapat pada bulan Juni 2021 sesuai pada “sapuan” sudut polar terkecil hingga terbesar

Tabel 4.5 Hasil Pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada Minggu pertama bulan Juni 2021

Tgl	Customer	Sudut Polar	Permintaan		Akumulasi Permintaan		Cluster	Kendaraan		Truk
			Unit	Berat (Ton)	Unit	Berat (Ton)		Unit	Berat (Ton)	
2	Success Warehouse (Magetan)	225.85°	200	10	200	10	1	200	10	Engkel 1
	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	2	180	9	Engkel 2
	Tk. Indah Barokah	349.54°	130	5.5	130	5.5	3	230	9	Engkel 3
	Tk Harapan Baru	355.16°	100	3.5	230	9				
3	BJT Bangunan (Semarang)	182.27°	220	10	220	10	4	220	10	Engkel 1
	Depo Adamix	203.57°	226	8.48	226	8.48	5	226	8.48	Engkel 2

	(Sleman)									
	TB. Sabar Jaya (Malang)	303.37°	50	1.6	50	1.6	6	212	7.99	Engkel 3
	Bumindo (Surabaya)	341.57°	162	6.39	212	7.99				
4	CV. Sasgong	204.23°	190	7.7	190	7.7	7	190	7.7	Engkel 1
	UD Al Rahmah (Madura)	347.39°	190	8.5	190	8.5	8	190	8.5	Engkel 2

Tabel 4.6 Hasil Pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada Minggu kedua bulan Juni 2021

Tgl	Customer	Sudut Polar	Permintaan		Akumulasi Permintaan		Cluster	Kendaraan		Truk
			Unit	Berat (Kg)	Unit	Berat (Kg)		Unit	Berat (Kg)	
7	TB. Agung Sentosa (Tuban)	84.17°	110	4	110	4	1	240	9.7	Engkel 1
	TB. Radjawali (Tuban)	85.26°	130	5.7	240	9.7				
	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	200	8.85	200	8.85	2	200	8.85	Engkel 2
	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	3	180	9	Engkel 3
8	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	137	8.96	137	8.96	4	137	8.96	Engkel 1
	Al Izzah (Malang)	298.39°	220	8.6	220	8.6	5	220	8.6	Engkel 2
	PT. Bumindo (Surabaya)	341.57°	212	9.7	212	9.7	6	212	10	Engkel 3
9	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	7	180	9	Engkel 1

	PT. Bumindo (Surabaya)	341.57°	212	10	212	10	8	212	10	Engkel 2
	JD Al Rahmah (Madura)	347.39°	180	9	180	9	9	180	9	Engkel 3
10	Araya (Malang)	302.69°	100	4	100	4	10	100	4	Engkel 1
	JD Al Rahmah (Madura)	347.39°	180	9	180	9	11	180	9	Engkel 2

Tabel 4.7 Hasil Pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada Minggu ketiga bulan Juni 2021

Tgl	Customer	Sudut Polar	Permintaan		Akumulasi Permintaan		Cluster	Kendaraan		Truk
			Unit	Berat (Kg)	Unit	Berat (Kg)		Unit	Berat (Kg)	
14	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	212	8.98	212	8.98	1	212	8.98	Engkel 1
	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	2	180	9	Engkel 2
	TB. Soponyono	323.18°	130	5.2	130	5.2	3	250	9.75	Engkel 3
	TB. Vista Kaca	323.34°	100	3.75	230	8.95				
	Jaya zian	323.58°	20	0.8	250	9.75				
15	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	200	7.5	200	7.5	4	200	7.5	Engkel 1
	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	5	180	9	Engkel 2
	TB. Aneka Baru (Ngawi)	202.22°	100	4	100	4	6	190	8.5	Engkel 3
	Araya (Malang)	302.69°	90	4.5	190	8.5				

16	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	150	6.5	150	6.5	7	150	6.5	Engkel 1
	CV. Sasgong	204.23°	200	9	200	9	8	200	9	Engkel 2

Tabel 4.8 Hasil Pengelompokan (cluster) masing – masing customer pada Minggu keempat bulan Juni 2021

Tgl	Customer	Sudut Polar	Permintaan		Akumulasi Permintaan		Cluster	Kendaraan		Truk
			Unit	Berat (Kg)	Unit	Berat (Kg)		Unit	Berat (Kg)	
21	TB. Agung Sentosa (Tuban)	84.17°	110	3.3	110	3.3	1	110	3.3	Engkel 1
	CV. Sasgong	204.23°	200	8	200	8	3	200	8	Engkel 2
	Al Izzah (Malang)	298.39°	200	9	200	9	2	200	9	Engkel 3
22	Depo Adamix (Sleman)	203.57°	200	7.5	200	7.5	6	200	7.5	Engkel 1
	Success Warehouse (Magetan)	225.85°	180	9	180	9	4	180	9	Engkel 2
	Araya (Malang)	302.69°	200	8	200	8	5	200	8	Engkel 3
23	Al Izzah (Malang)	298.39°	180	9	180	9	7	180	9	Engkel 1
	TB. Sabar Jaya (Malang)	303.37°	100	3.5	100	3.5	8	100	3.5	Engkel 2
	PT. Gentayu Cakra W (Malang)	333.55°	180	9	180	9	9	180	9	Engkel 3
24	Al Izzah	298.39°	200	9	200	9	10	200	9	Engkel 1

	(Malang)									
--	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Pembuatan Rute menggunakan MILP

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

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. XYZ 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 (2.5) 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 (2.6) bahwa kendaraan akan berangkat dari depot (PT. XYZ)

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

Fungsi batasan (2.6) bahwa kendaraan akan berakhir dari depot (PT. XYZ)

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

Fungsi batasan (2.6) 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 (2.10) menyatakan variabel keputusan biner yang berupa 0 atau 1 bila customer dikunjungi setelah customer i.

Perbandingan Rute Awal dengan Rute Usulan pada bulan Juni 2021

Tabel 4.7 Data Rute Awal Perusahaan pada bulan Juni 2021

Minggu ke-	Tanggal	Rute	Customer	Kendaraan	Jarak (km)	Biaya (Rp)	Total Jarak	Total Biaya
1	2	Rute 2	PT. XYZ – Tk. Indah Barokah – Tk. Harapan Baru - PT. XYZ	Engkel 2	385	660.917	890	1.527.833
	3	Rute 1	PT. XYZ – Tb. Sabar Jaya - PT. XYZ	Engkel 1	350	600.833		
		Rute 3	PT. XYZ – PT. Bumindo - PT. XYZ	Engkel 3	155	266.083		
2	7	Rute 2	PT. XYZ – Tb. Radjawali - PT. XYZ	Engkel 2	29	49.783	61	104.716
	8	Rute 2	PT. XYZ – Tb. Agung Sentosa - PT. XYZ	Engkel 2	32	54.933		
3	16	Rute 2	PT. XYZ – Tb. Vista Kaca - PT. XYZ	Engkel 2	334	573.367	1.342	2.303.767
		Rute 3	PT. XYZ – Tb. Soponyono – Jaya Zian - PT. XYZ	Engkel 3	362	621.433		
	18	Rute 1	PT. XYZ – Araya - PT. XYZ	Engkel 1	352	604.267		
	19	Rute 1	PT. XYZ – Tb. Aneka Baru - PT. XYZ	Engkel 1	294	504.700		
TOTAL					2.293	3.936.316		

Tabel 4.8 Data Rute Usulan pada bulan Juni 2021 dengan Lingo 18.0

Minggu ke-	Tanggal	Rute	Customer	Kendaraan	Jarak (km)	Biaya (Rp)	Total Jarak	Total Biaya
1	2	Rute 2	PT. XYZ – Tk. Indah Barokah – Tk. Harapan Baru – PT. XYZ	Engkel 3	385	660.917	738	1.266.900
	3	Rute 1	PT. XYZ – Tb. Sabar Jaya – PT. Bumindo – PT. XYZ	Engkel 3	353	605.983		
2	7	Rute 2	PT. XYZ – Tb. Agung Sentosa – Tb. Radjawali – PT. XYZ	Engkel 1	31.8	54.675	31.8	54.675
3	14	Rute 3	PT. XYZ – Tb. Soponyono – Tb. Vista Kaca – Jaya Zian – PT. XYZ	Engkel 3	367.7	631.218	964.7	1.656.067
	15	Rute 3	PT. XYZ – Tb. Aneka Baru – Araya – PT. XYZ	Engkel 3	597	1.024.849		
TOTAL KESELURUHAN					1.734,5	2.977.642		

Setelah itu model yang terbentuk *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* diselesaikan dengan menggunakan software Lingo 18.0.

Rute aktual pengiriman yang dimiliki oleh perusahaan meliputi sebagai berikut :

Rute aktual pada Minggu pertama bulan Juni 2021 :

- a. Rute 2 tanggal 2 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tk. Indah Barokah – Tk. Harapan Baru - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 2 dengan jarak pengiriman sebesar 385 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp660.917

- b. Rute 1 tanggal 3 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Sabar Jaya -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 1 dengan jarak pengiriman sebesar 350 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp600.833
- c. Rute 3 tanggal 3 Juni 2021 yaitu PT. XYZ – PT Bumindo -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 155 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp266.083

Rute aktual pada Minggu kedua bulan Juni 2021 :

- a. Rute 2 tanggal 7 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-PT Feva Indonesia-Tb. Radjawali - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 2 dengan jarak pengiriman sebesar 29 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp49.783
- b. Rute 2 tanggal 8 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Agung Sentosa -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 2 dengan jarak pengiriman sebesar 32 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp54.933

Rute aktual pada Minggu ketiga bulan Juni 2021 :

- a. Rute 2 tanggal 16 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Vista Kaca - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 2 dengan jarak pengiriman sebesar 334 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp573.367
- b. Rute 3 tanggal 16 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Sopyonyono – Jaya Zian -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 362 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp621.433
- c. Rute 1 tanggal 18 Juni 2021 yaitu PT. XYZ–Araya - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 1 dengan jarak pengiriman sebesar 352 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp604.267
- d. Rute 1 tanggal 19 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-RSUD Dr. Haryoto -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 1 dengan jarak pengiriman sebesar 294 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp504.700

Berdasarkan rute aktual pengiriman milik perusahaan, diperoleh total jarak pengiriman sebesar 2.293 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp3.936.316

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

Rute usulan pada Minggu pertama bulan Juni 2021 :

- a. Rute 3 tanggal 2 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tk. Indah Barokah – Tk. Harapan Baru - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 385 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp660.917
- b. Rute 3 tanggal 3 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Sabar Jaya – PT. Bumindo -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 353 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp605.983

Rute usulan pada Minggu kedua bulan Juni 2021 :

- a. Rute 1 tanggal 7 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Agung Sentosa – Tb. Radjawali - PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 1 dengan jarak pengiriman sebesar 31.8 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp54.675

Rute usulan pada Minggu ketiga bulan Juni 2021 :

- a. Rute 3 tanggal 14 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Soponyono – Tb. Vista Kaca – Jaya Zian – PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 367.7 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp631.218
- b. Rute 3 tanggal 15 Juni 2021 yaitu PT. XYZ-Tb. Aneka Baru – Araya -PT. XYZ menggunakan kendaraan truk engkel 3 dengan jarak pengiriman sebesar 597 km, dan biaya pengiriman sebesar Rp1.024.849

Berdasarkan hasil penelitian dari software Lingo 18.0 diperoleh total jarak pengiriman sebesar 1.743,5 km, dan total biaya pengiriman sebesar Rp2.977.642

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa rute usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritme Sweep* menghasilkan 4 rute usulan sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Progamming* menghasilkan perbedaan dari segi biaya dan jarak. Pada Minggu pertama bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 17,08% yaitu Rp260.933 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 17,08% dari 890km menjadi 738km. Pada Minggu kedua bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 47,87% yaitu Rp50.041 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 47,79% dari 61km menjadi 31.8km. Sedangkan pada Minggu ketiga bulan Juni 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 28,11% yaitu Rp647.700 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak sebesar 28,11% dari 1.342km menjadi 964.7km.

DAFTAR PUSTAKA

Ainia, Qurrotun. (2020). *Optimasi, Distribusi, Mixed Integer Linear Programming, Algoritma Sweep, CVRPTW, Biaya, Jarak, Waktu*. Fakultas teknik.

Andika, Dwi Aji. (2019). *Vehicle Rounting Problem*, jurnal optimus teknik industri. Univesitas indraparsta pgri

Hestyantama, Deni (2020) *Penentuan Rute Distribusi Dengan Pendekatan Heterogeneous Vehicle Routing Problem Pada Pt. Pioneerindo Gourmet International Tbk Gudang CFC Cabang Surabaya*. Undergraduate thesis, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Martono.(2018). *Manajemen Logistik*.Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.Nasution.(2006).*ManajemenTransportasi* .Yogyakarta: Andi Offset.

Mirna, Tiara Rizkiana. (2019). *Penentuan Rute Distribusi Produk Tahu dengan Motode Vehicle Routing Problem Guna Meminimalkan Biaya Pengiriman*. Jurnal Teknik Industri

Prof. Dr. Ir. H Sutarman, M. (2017).*Dasar-dasar Manajemen Logistik*.Bandung:PT. RefikaAditama.

Salim,A.(2012).*ManajemenTransportasi*.Jakarta:PT.RajagrafindoPersada.

Toth&Vigo.(2002).*TheVehicleRoutingProblem*.Florida:SocietyandMathematics.

Wafa, Moh. Husnu Maab. (2018). *Optimalisasi Vehicle Routing Problem dengan Metode Clarke & Wright Saving Heuristic dan Nearest Neighbor*. Jurnal Teknik Industri

Wibisono.(2018).*LogikaLogistik*.Surabaya:GrahaIlmu.