

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI SEPATU DENGAN METODE VEHICLE ROUTING PROBLEMS

Ahmad Wafiqul Fahmi Shalahudin

Herlina, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

wafifahmi406@gmail.com

ABSTRAK

UD. Saka Grup merupakan salah satu usaha yang bergerak dalam pembuatan sepatu berlokasi di Jl. KH. Ilyas no 44 Mojosari, Mojoketo. Perusahaan ini memiliki pendistribusian yaitu pengiriman dilakukan berdasarkan jam buka tutup toko dan dalam menjalankan distribusi perusahaan tidak mementingkan kapasitas armada, dengan tidak seimbangnya antara kapasitas armada dan permintaan, jika terdapat armada terlebih dahulu sampai ke perusahaan, maka armada akan mengirim barang ke customer sehingga mengakibatkan arus bolak-balik saat proses distribusi tanpa mempertimbangkan rute sehingga bisa terbilang masih acak dan tidak memperhatikan jarak rute yang dituju. Akan tetapi jika terdapat permintaan yang melebihi kapasitas armada, maka barang akan dikirim saat hari itu juga atau keesokan harinya dan akan terpenuhi bisa saat hari itu juga atau hari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk bisa selama 1 hari. Dalam penelitian kali ini, pendekatan *algoritme sweep* digunakan untuk cluster seluruh *customer* kemudian melanjutkan *mixed integer linear programming* yang digunakan untuk meminimalkan biaya dengan mencari rute terbaik tanpa melebihi kapasitas kendaraan yang sudah ada, pendekatan model *mixed integer linear programming* dapat menghemat biaya sebesar Rp 774.604 atau menghemat 7,92%. Sedangkan untuk alternatif jarak dan waktu sama-sama menghemat 7,42%

Kata kunci : Optimization, Distribution, Mixed Integer Linear Programming, Algoritme Sweep, CVRPTW, Cost, Distance, Time

ABSTRACT

UD Saka Grup is one of the company that is engaged in making tea made from rosella flowers located at Jl. KH Ilyas no 44 Mojosari, Mojokerto. This company has a distribution, namely delivery is carried out based on store opening hours and in carrying out distribution the company does not prioritize fleet capacity, with an imbalance between fleet capacity and demand, if there is a fleet first to the company, the fleet will send goods to the customer, resulting in traffic flow. back and forth during the distribution process without considering the route so that it can still be considered random and does not pay attention to the distance of the intended route. However, if there is a demand that exceeds the capacity of the fleet, the goods will be sent the next day and will be fulfilled the next day, which means that the product is delayed for 1 day. In this study, the sweep algorithm approach is used to cluster all customers then continue mixed integer linear programming which is used to minimize costs by finding the best route without exceeding the existing vehicle capacity, the mixed integer linear

programming model approach can save costs of IDR 774.604 or save 7,92%. As for the alternative time saving 7.42%.

Keywords : Optimization, Distribution, Mixed Integer Linear Programming, Sweep Algorithm, CVRPTW, Cost, Distance, Time

PENDAHULUAN

UD. Saka Grup merupakan usaha yang bergerak di bidang sepatu di Mojokerto. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan menggunakan beberapa truk yang dimiliki perusahaan dengan daerah pemasaran yang tersebar di seluruh Indonesia, yakni Mojokerto, Bojonegoro, Pasuruan, dan Malang. Setiap pengiriman sepatu 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.

Namun terkadang perusahaan tidak mementingkan kapasitas angkut sehingga kapasitas armada menjadi tidak seimbang dengan permintaan, dan perusahaan akan tetap mengirim sepatu ke customer guna meningkatkan pelayanan. Akan tetapi jika terdapat zona yang permintaannya melebihi kapasitas armada, maka sepatu akan dikirim keesokan harinya dan akan terpenuhi di hari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk selama 1 hari. Jika masih terdapat waktu, maka armada kembali ke gudang untuk mengambil dan mengirimnya kembali ke customer. Karena setiap zona ditugaskan oleh beberapa 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. Di sisi lain terkadang juga terdapat customer seperti Mall 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, 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 sepatu yang ada di tiap Mall. Berikut adalah rute awal dan armada yang digunakan antara lain:

Tabel 1. Armada Pengiriman

No	Jenis Armada	Kapasitas Angkut	Jumlah Armada
1	Pick up Granmaxx	40 kardus	1
2	Truk Engkel	150 kardus	1

Kondisi tersebut merupakan permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) yakni permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih distributor ataupun agen untuk melayani konsumen. yang tersebar di beberapa titik, dengan jumlah permintaan yang berbeda dan memperhatikan ketepatan waktu pengiriman. Salah satu jenis dari VRP adalah Vehicle Routing Problem with time windows (VRPTW). VRPTW digunakan untuk menjadwalkan sekumpulan kendaraan dengan kapasitas dan travel time terbatas dan dari sentral depot ke sekumpulan konsumen yang tersebar secara geografis dengan demand diketahui dalam time windows tertentu. Salah satu algoritma heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan VRPTW adalah algoritma sweep. Metode Algoritma sweep terdiri dari dua tahap, tahap pertama pengelompokkan (clustering) yaitu dengan 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 variable tidak hanya berupa integer dan pecahan melainkan dapat pula berupa biner.

MATERI DAN METODE

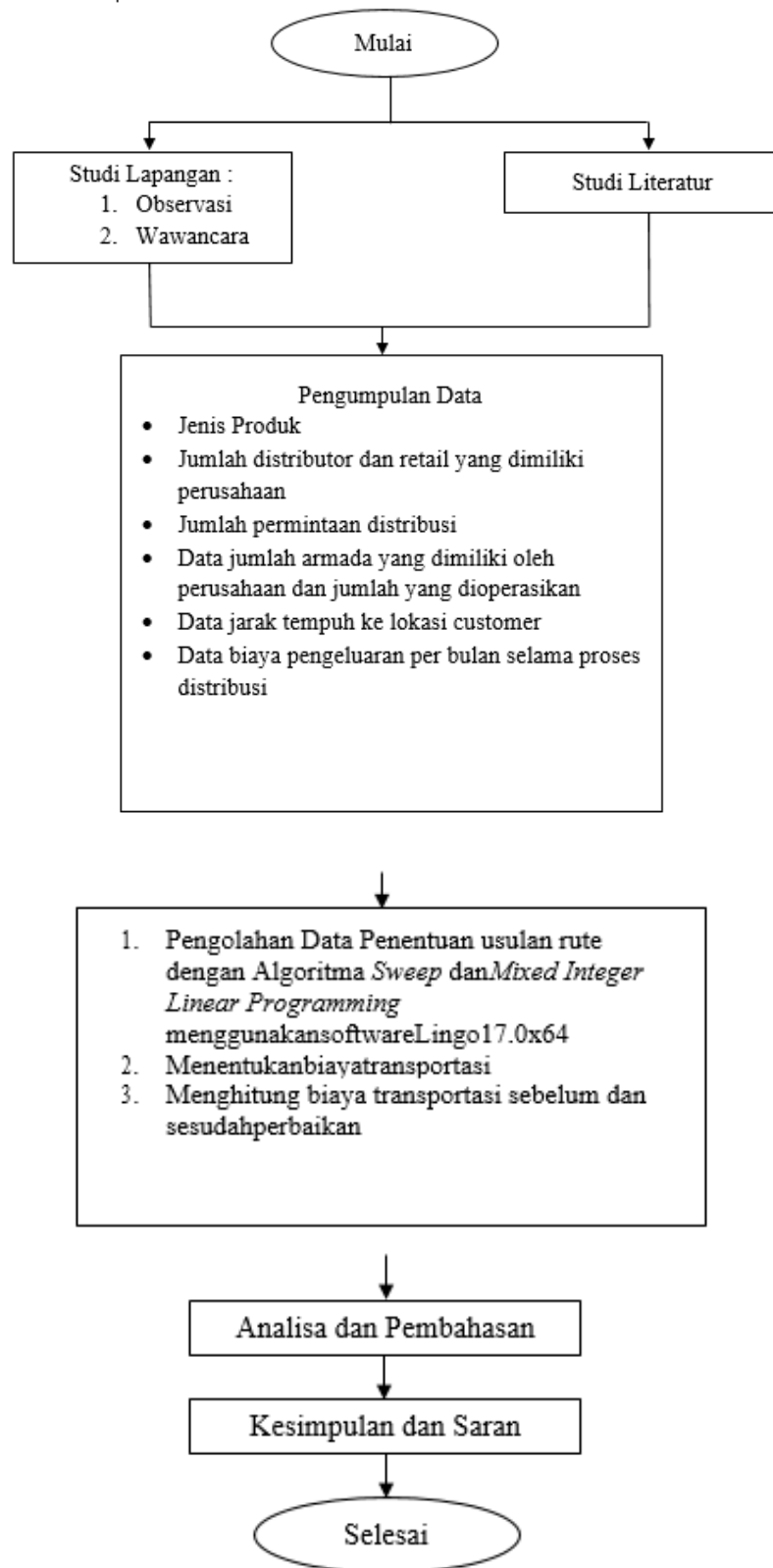
Vehicle Routing Problem (VRP) adalah problem pengaturan rute bagi beberapa sumber daya dalam mengunjungi titik-titik layanan, di mana tiap sumber daya berangkat dari depot yang sama, mengunjungi beberapa titik dalam satu rute hanya sekali dengan memperhatikan batasan-batasan operasional tertentu, kemudian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

Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) merupakan perluasan dari Vehicle Routing Problem With Time Windows dimana customer dilayani berdasarkan interval waktu yang berhubungan dengan time windows atau jendela waktu. Dalam kasus hard time windows, jika kendaraan datang dengan cepat maka armada akan menunggu sehingga customer siap dilayani, dimana armada tidak memerlukan biaya menunggu. Sementara dalam kasus soft time windows dapat dilanggar dengan menanggung biaya penalti. (Toth, 2014) VRPTW memiliki tujuan yakni meminimalkan banyaknya keseluruhan kendaraan yang digunakan untuk melayani customer dan meminimalkan biaya perjalanan seluruh kendaraan dengan tetap memenuhi batasan-batasan. Batasan - batasan tersebut sebagai berikut:

1. Setiap customer hanya dilayani satu kali
2. Batasan time windows harus dipenuhi
3. Total permintaan dari setiap rute tidak boleh melampaui batas kapasitas kendaraan
4. Setiap kendaraan harus mulai dan berakhir di depot

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 17.0 x64 yang nantinya akan menghasilkan urutan rute pada setiap cluster yang menghasilkan total jarak minimum.

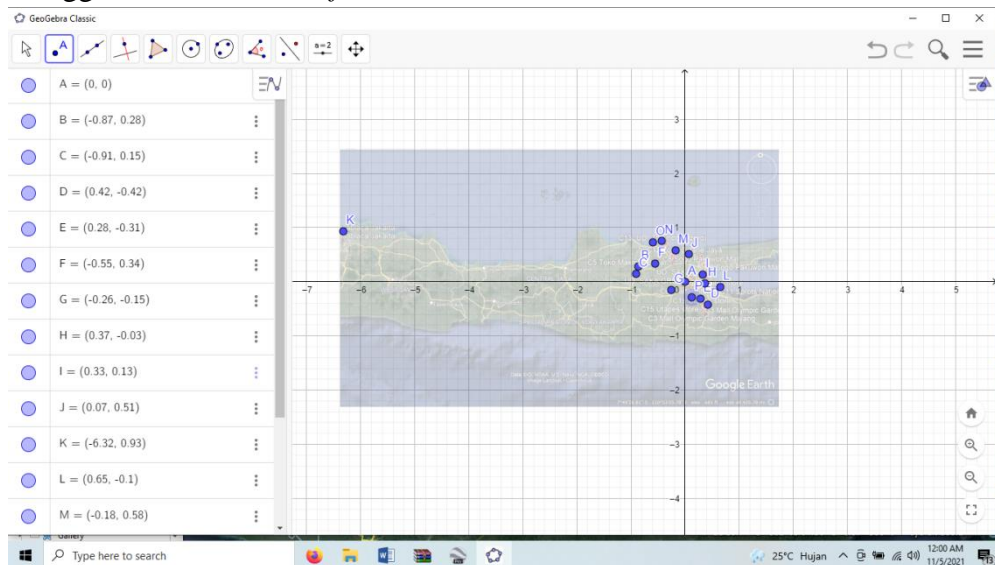
Untuk tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



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, θ) pada customer 1 sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh Pengerjaan Menentukan Sudut Polar

No	Titik Koordinat	Letak Koordinat	Koordinat Polar	Kuadran
1	A	0	0	0
2	B	(-0,87 , 0,28)	$r = \sqrt{(-0,87)^2 + (0,28)^2}$ $= 0,9$ $= \frac{0,28}{-0,87} \alpha$ $= 0,3$	Terletak pada Kuadran I Untuk $\alpha = 0,3$ sudut $161,95^\circ$ Maka $\alpha = 161,95^\circ$

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 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Sudut Polar

No	Customer	Nama Customer	SudutPolar (θ)
0	0	UD. Saka Grup	0
1	8	Sogo Pakuwon Mall	22.29
2	9	Ramayana Gresik	82.43
3	12	Toko Zidane Jaya	106.84
4	13	UD. Zacyndo (Ozero) Tuban	119.79
5	14	Toko Alaska	129.23
6	5	Toko Makmur Babat	148.76
7	1	Dejavu Shoes Bojonegoro	161.95
8	2	Zt Shoes.id	170.8
9	10	Mall Kota Casablaca	171.61
10	6	Walter Store	240.44
11	15	Utapes Store	293.12
12	4	Istana Sepatu Toko	312.26
13	3	Mall Olympic Garden Malang	314.89
14	11	Sport Nation	351.53
15	7	Fortune Ramayana	355.46

Melakukan pengelompokan (cluster) untuk customer yang terdapat pada bulan Januari 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 4. sampai Tabel 7.

Tabel 4. Hasil Pengelompokan cluster dari masing – masing customer pada minggu pertama bulan januari 2021

Tanggal	Sudut Polar (θ)	Nama Customer	Permintaan	Cluster	Armada
4	119.79	UD Zaycndo	50	1	Engkel
	148.76	Toko Makmur Babat	50		
	293.12	Utapes Store	40	2	Granmax
5	170.8	ZY Shoes.id	40	3	Granmax
	293.12	Utapes Store	10	4	Engkel
	312.26	Istana Sepatu	45		
	314.89	Mall Olympic Garden	45		
6	22.29	Sogo Pakuwon Mall	40	5	Granmax
	106.84	Toko Zidane Jaya	60	6	Engkel
	129.23	Toko Alaska	60		
7	22.29	Sogo Pakuwon Mall	10	7	Granmax

	82.43	Ramayana Gresik	30		
	351.53	Sport Nation	50	8	Engkel
	355.46	Fortune Ramayana	65		
8	82.43	Ramayana Gresik	20	9	Granmax
	161.95	Dejavu Store	50	10	Engkel
	240.44	Walter Store	50		
9	171.61	Mall Kota Casablanca	150	11	Engkel
	293.12	Utapes Store	30	12	Granmax

Tabel 5 Hasil Pengelompokan cluster dari masing – masing customer pada Minggu Kedua bulan Januari 2021

Tanggal	Sudut Polar (θ)	Nama Customer	Permintaan	Cluster	Armada
11	106.84	Toko Zidane Jaya	40	1	Granmax
	312.26	Istana Sepatu	60	2	Engkel
	314.89	Mall Olympic Garden	50		
12	106.84	Toko Zidane Jaya	20	3	Engkel
	119.79	UD Zacyndo	45		
	129.23	Toko Alaska	45		
	148.76	Toko Makmur Babat	40	4	Granmax
13	161.95	Dejavu Shoes	45	5	Engkel
	170.8	ZY Shoes.id	55		
	351.53	Sport Nation	40	6	Granmax
14	22.29	Sogo Pakuwon Mall	50	7	Engkel
	82.43	Ramayana Gresik	45		
	314.89	Mall Olympic Garden	25	8	Granmax
	351.53	Sport Nation	15		
15	171.61	Mall Kota Casablanca	150	9	Engkel
	312.26	Istana Sepatu	40	10	Granmax
16	240.44	Utapes Store	30	11	Engkel
	293.12	Istana Sepatu	20		
	312.26	Mall Olympic Garden	35		
	314.89	Walter Store	50	12	Granmax

Tabel 6. Hasil Pengelompokan cluster dari masing – masing customer pada Minggu Ketiga bulan Januari 2021

Tanggal	Sudut Polar (θ)	Nama Customer	Permintaan	Cluster	Armada
18	106.84	Toko Zidane Jaya	50	1	Engkel
	119.79	UD Zacyndo	60		
	129.23	Toko Alaska	30		
	148.76	Toko Makmur Babat	30	2	Granmax
19	170.8	ZY Shoes.id	40	3	Granmax
	351.53	Sport Nation	60	4	Engkel
	355.46	Fortune Ramayana	45		
20	148.76	Toko Makmur Babat	30	5	Granmax
	161.95	Dejavu Shoes	60	6	Engkel
	170.8	ZY Shoes.id	60		
21	240.44	Walter Store	20	7	Granmax
	293.12	Utapes Store	60	8	Engkel
	312.26	Istana Sepatu	60		
22	22.29	Sogo Pakuwon Mall	60	9	Engkel
	82.43	Ramayana Gresik	60		
	240.44	Walter Store	30	10	Granmax
23	171.61	Mall Kota Casablanca	150	11	Engkel
	312.26	Istana Sepatu	40	12	Granmax

Tabel 7. Hasil Pengelompokan cluster dari masing – masing customer pada Minggu Keempat bulan Januari 2021

Tanggal	Sudut Polar (θ)	Nama Customer	Permintaan	Cluster	Armada
25	148.76	Toko Makmur Babat	30	1	Engkel
	161.95	Dejavu Shoes	45		
	170.8	ZY Shoes.id	45		
	351.53	Sport Nation	40	2	Granmax
26	240.44	Walter Store	60	3	Granmax
	293.12	Utapes Store	60	4	Engkel
	312.26	Istana Sepatu	10		
	314.89	Mall Olympic Garden	60		
27	119.79	UD Zacyndo	60	5	Engkel
	129.23	Toko Alaska	50		
	355.46	Fortune Ramayana	30	6	Granmax
28	22.29	Sogo Pakuwon Mall	40	7	Granmax
	106.84	Toko Zidane Jaya	60	8	Engkel
29	22.29	Sogo Pakuwon Mall	20	9	Granmax
	161.95	Dejavu Shoes	50	10	Engkel
	170.8	ZY Shoes.id	60		
30	171.61	Mall Kota Casablanca	150	11	Engkel

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 UD. SAKA GRUP dan customer.

i = Indeks customer i .

j = Indeks customer j .

b. Notasi Parameter

Buka : waktu buka customer.

Tutup : waktu tutup customer.

Bongkar : waktu loading atau unloading di customer.

Cost : biaya antara customer.

T : waktu memulai pelayanan pada customer.

Durasi : durasi pengiriman.

R : bilangan riil yang bernilai besar.

Varibel keputusan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

$X_{ij} = \{ \text{ernilai 1 jikaberoperasidariikej bernilai 0 jikatidakberoperasi} \}$

Model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Meminimumkan :

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

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

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

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

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

Fungsi batasan () bahwa kendaraan akan berangkat dari depot (UD. Saka Grup)

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

Fungsi batasan () bahwa kendaraan akan berakhir dari depot (UD. Saka Grup)

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

Fungsi batasan () 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

$$\text{Bukai} \leq T_i \leq \text{tutup}_i$$

Fungsi batasan () digunakan untuk memastikan bahwa batasan time windows terpenuhi

Binary Decision

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

Fungsi batasan () 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 47, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Rute awal

Tanggal	Armada	Rute Awal	Jumlah
1	HARI LIBUR		
2	Engkel	depot - ZT Shoes.id - depot	70
	Granmax	depot - Ramayana Gresik - depot - Ramayana Gresik - depot	68
3	HARI LIBUR		
4	Engkel	depot - Toko Makmur Babat - UD Zacyndo - depot	100
	Granmax	depot - Utapes Store - depot	50
5	Engkel	depot - Istana Sepatu - Mall Olympic Garden -depot	90
	Granmax	-	-
6	Engkel	depot - Toko Zidane Jaya - Toko Alaska - depot	100
	Granmax	depot - ZY Shoes.id - depot	40
7	Engkel	depot - Pakuwon Mall - Sport Nation - depot	95
	Granmax	depot - Fortune Ramayana - depot - Fortune Ramayana - depot	65
8	Engkel	depot - Ramayana Gresik - Dejavu Shoes - depot	100
	Granmax	depot - Walter Store - depot	50
9	Engkel	depot - Mall Kota Casablanca - depot	150
	Granmax	-	-
10	HARI LIBUR		
11	Engkel	depot - Mall Olympic Garden - Istana Sepatu - depot	110
	Granmax	depot - Utapes Store - depot	30
12	Engkel	depot - UD. Zacyndo - Toko Alaska - depot	90
	Granmax	depot - toko zidane jaya - depot - toko zidane jaya - depot	60
13	Engkel	depot - dejavu shoes - ZY shoes.id - depot	100
	Granmax	depot - toko makmur babat - depot	40
14	Engkel	depot - pakuwon mall - ramayana gresik - depot	95
	Granmax	depot - sport nation - depot - sport nation - depot	55
15	Engkel	depot - mall olympic garden - utapes store - depot	90

	Granmax	depot - istana sepatu - depot - istana sepatu - depot	60
16	Engkel	depot - mall kota Kasablanca - depot	150
	Granmax	-	-
17	HARI LIBUR		
18	Engkel	depot - UD zacyndo - toko alaska - depot	90
	Grenmax	depot - toko zidane jaya - depot	50
19	Engkel	depot - fortune ramayana - sports nation - depot	95
	Grenmax	depot - walter store - depot	50
20	Engkel	depot - dejavu shoes - ZY. Shoes.id - depot	120
	Grenmax	depot - toko makmur - depot	30
21	Engkel	depot - utapes store - istana sepatu - depot	120
	Grenmax	depot - toko makmur - depot	30
22	Engkel	depot - pakuwon mall - ramayana gresik	120
	Grenmax	depot - walter store - depot	30
23	Engkel	depot - mall kota Kasablanca - depot	150
	Grenmax	-	-
24	HARI LIBUR		
25	Engkel	depot - dejavu shoes - ZY. Shoes.id - depot	90
	Granmax	depot - istana sepatu - depot	50
26	Engkel	depot - utapes store - olympic garden - depot	120
	Granmax	depot - toko makmur - depot	30
27	Engkel	depot - sports nation - UD zacyndo - depot	100
	Granmax	depot - walters store - depot - walters store - depot	60
28	Engkel	depot - toko zidane jaya - toko alaska - depot	110
	Granmax	depot - fortune ramayana - depot	30
29	Engkel	depot - dejavu shoes - ZY. Shoes.id - depot	110
	Granmax	depot - pakuwon mall - depot - pakuwon mall - depot	60
30	Engkel	depot - mall kota Kasablanca - depot	150
	Granmax	-	-
31	HARI LIBUR		

Analisis dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data untuk menentukan rute distribusi guna meminimumkan jarak pengiriman berdasarkan kapasitas kendaraan pada UD. Saka Grup dengan menggunakan metode *Capacited Vehicle Routing Problem Time Windows (CVRPTW)*. Dimana permasalahan ini bertujuan untuk menentukan rute dengan jarak minimum dengan memaksimalkan kapasitas angkut kendaraan dan mempertimbangkan jam buka tutup outlet.

Adapun rute hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut :

a. Rute pada minggu pertama bulan Januari 2021

Rute 1 yaitu UD Saka Grup - UD Zacyndo - Toko Makmur Babat - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 230 km, durasi pengiriman sebesar 230 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 169.214.

Rute 2 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 134 km, durasi pengiriman sebesar 134 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 113.900.

Rute 3 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - Mall Olympic Garden – Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 141,3 km, durasi pengiriman sebesar 141,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 103.956.

Rute 4 yaitu UD Saka Grup - ZY Shoes.id - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 182 km, durasi pengiriman sebesar 182 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 154.700.

Rute 5 yaitu UD Saka Grup - Toko Zidane Jaya - Toko Alaska - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 243 km, durasi pengiriman sebesar 243 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 178.779.

Rute 6 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 61.200.

Rute 7 yaitu UD Saka Grup - Sport Nation - Fortune Ramayana - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 126 km, durasi pengiriman sebesar 126 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 92.700.

Rute 8 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - Ramayana Gresik - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 114 km, durasi pengiriman sebesar 114 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 96.900.

Rute 9 yaitu UD Saka Grup - Dejavu Shoes - Walter Store - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 193 km, durasi pengiriman sebesar 193 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 141.993.

Rute 10 yaitu UD Saka Grup - Ramayana Gresik - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 112 km, durasi pengiriman sebesar 112 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 95.200.

Rute 11 yaitu UD Saka Grup - Mall Kota Casablanca - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 1492 km, durasi pengiriman sebesar 1492 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 1.097.686.

Rute 12 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 134 km, durasi pengiriman sebesar 134 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 113.900.

b. Rute pada minggu kedua bulan Januari 2021

Rute 1 yaitu UD Saka Grup - Toko Makmur Babat - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 152,1 km, durasi pengiriman sebesar 152,1 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 111.902.

Rute 2 yaitu UD Saka Grup - Toko Zidane Jaya - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 134 km, durasi pengiriman sebesar 134 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 113.900.

Rute 3 yaitu UD Saka Grup -Toko Zidane Jaya - Toko Alaska - UD Zacyndo - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 243 km, durasi pengiriman sebesar 243 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 178.779.

Rute 4 yaitu UD Saka Grup - ZY Shoes.id - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 182 km, durasi pengiriman sebesar 182 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 154.700.

Rute 5 yaitu UD Saka Grup - Dejavu Shoes - ZY Shoes.id - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 179 km, durasi pengiriman sebesar 179 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 131.693.

Rute 6 yaitu UD Saka Grup - Sport Nation - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 100 km, durasi pengiriman sebesar 100 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 85.000.

Rute 7 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - Ramayana Gresik - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 114 km, durasi pengiriman sebesar 114 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 83.871.

Rute 8 yaitu UD Saka Grup - Mall Olympic Garden - Sport Nation - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 187 km, durasi pengiriman sebesar 187 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 158.950.

Rute 9 yaitu UD Saka Grup - Mall Kota Casablanca - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 1492 km, durasi pengiriman sebesar 1492 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 1.097.686.

Rute 10 yaitu UD Saka Grup - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 140 km, durasi pengiriman sebesar 140 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 119.000.

Rute 11 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - Mall Olympic Garden - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 141,3 km, durasi pengiriman sebesar 141,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 103.956.

c. Rute pada minggu ketiga bulan Januari 2021

Rute 1 yaitu UD Saka Grup - Toko Zidane Jaya - Toko Alaska - UD Zacyndo - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 243 km, durasi pengiriman sebesar 243 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 178.779.

Rute 2 yaitu UD Saka Grup - Walter Store - UD Saka Grup - Walter Store - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 61.200.

Rute 3 yaitu UD Saka Grup - Fortune Ramayana - Sport Nation - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 116 km, durasi pengiriman sebesar 116 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 85.342.

Rute 4 yaitu UD Saka Grup - Toko Makmur Babat - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 162 km, durasi pengiriman sebesar 162 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 137.700.

Rute 5 yaitu UD Saka Grup - Dejavu Shoes - ZY Shoes.id - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 179 km, durasi pengiriman sebesar 179 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 131.692.

Rute 6 yaitu UD Saka Grup - Toko Makmur Babat - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 162 km, durasi pengiriman sebesar 162 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 137.700.

Rute 7 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 140,5 km, durasi pengiriman sebesar 140,5 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 103.368.

Rute 8 yaitu UD Saka Grup - Walter Store - Sport Nation - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 36 km, durasi pengiriman sebesar 36 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 30.600.

Rute 9 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - Ramayana Gresik - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 114 km, durasi pengiriman sebesar 114 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 83.871.

Rute 10 yaitu UD Saka Grup - Mall Kota Casablanca - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 1492 km, durasi pengiriman sebesar 1492 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 1.097.686.

Rute 11 yaitu UD Saka Grup - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 140 km, durasi pengiriman sebesar 140 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 119.000.

d. Rute pada minggu keempat bulan Januari 2021

Rute 1 yaitu UD Saka Grup - Toko Makmur Babat - ZY Shoes.id - Dejavu Shoes - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 205 km, durasi pengiriman sebesar 205 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 150.821.

Rute 2 yaitu UD Saka Grup - Sport Nation - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 100 km, durasi pengiriman sebesar 100 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 85.000.

Rute 3 yaitu UD Saka Grup - Utapes Store - Mall Olympic Garden - Istana Sepatu Toko - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 141,3 km, durasi pengiriman sebesar 141,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 103.956.

Rute 4 yaitu UD Saka Grup - Walter Store - UD Saka Grup - Walter Store - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 61.200.

Rute 5 yaitu UD Saka Grup - UD Zacyndo - Toko Alaska - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 242 km, durasi pengiriman sebesar 242 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 178.043.

Rute 6 yaitu UD Saka Grup - Fortune Ramayana - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 56 km, durasi pengiriman sebesar 56 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 47.600.

Rute 7 yaitu UD Saka Grup - Toko Zidane Jaya - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 134 km, durasi pengiriman sebesar 134 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 98.586.

Rute 8 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 61.200.

Rute 9 yaitu UD Saka Grup - Dejavu Shoes - ZY Shoes.id - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 179 km, durasi pengiriman sebesar 179 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 131.693.

Rute 10 yaitu UD Saka Grup - Sogo Pakuwon Mall - UD Saka Grup menggunakan kendaraan mobil Granmax dengan jarak pengiriman sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 61.200.

Rute 11 yaitu UD Saka Grup - Mall Kota Casablanca - UD Saka Grup menggunakan kendaraan truk Engkel dengan jarak pengiriman sebesar 1492 km, durasi pengiriman sebesar 1492 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp 1.097.686.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa rute usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritme Sweep* menghasilkan 45 rute usulan sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Programming* menghasilkan perbedaan dari segi jarak, biaya dan waktu. Pada bulan Januari 2021 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 7,92% yaitu Rp 774.604 dan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif jarak dan waktu sama-sama menghasilkan penghematan sebesar 7,42%.

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.

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*.

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.

Kartika Wulandari Clara Buana. (2018). Menggunakan *Medote Nearest Neighbors dan Metode Branch and Bound*, jurnal optimus teknik industri. Univesitas indraparsta pgri.

Martono. (2018). *Manajemen Logistik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

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.

Wiggie Giovani Ayudha Nurdin, 143010070 and Tjutju Tarliah.D, DS and Dedeh Kurniasih, DS (2019) PENENTUAN RUTE DAN ALOKASI KENDARAAN DISTRIBUSI PAKAN KONSENTRAT MENGGUNAKAN METODE CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (STUDI KASUS : KOPERASI PETERNAK SAPI BANDUNG UTARA).
Universitas Pasundan.