

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI DI CV. BANYU MILI

Devy Oktavia Juniar

Ir. Moch. Singgih, MM

Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

devy.oktavia99@gmail.com

ABSTRAK

CV. Banyu Mili merupakan salah satu usaha yang bergerak dalam pembuatan teh dengan bahan dasar bunga rosella berlokasi di Villa Jasmine 3 blok M No. 1 RT. 54 RW. 14, Kelurahan. Suko, Sidoarjo. 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 keesokan harinya dan akan terpenuhi di hari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk 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 Rp252.620 atau menghemat 20%. Sedangkan untuk alternatif waktu menghemat 12% dan jarak 18%.

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

ABSTRACT

CV. Banyu Mili is one of the company that is engaged in making tea made from rosella flowers located at Villa Jasmine 3 Blok M No. 1 RT. 54 RW. 14, Village. Suko, Sidoarjo. 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 252,620 or save 20%. As for the alternative time saving 12% and 18% distance.

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

PENDAHULUAN

CV. Banyu Mili merupakan salah satu usaha yang bergerak dalam pembuatan teh dengan berbahan dasar bunga rosella berlokasi di Villa Jasmine 3 blok M No. 1 RT. 54 RW. 14, Kelurahan. Suko, Sidoarjo. Produk yang dihasilkan seperti teh celup, teh premium, dan juga minuman kemasan dengan berbagai ukuran dan rasa. Dalam mendistribusikan produk kepada distributor dan retail CV. Banyu Mili menggunakan beberapa armada kendaraan beserta kapasitasnya antara lain :

Table 1. Armada Kendaraan

Jenis Kendaraan	Kapasitas Angkut
Mobil box	50 karton
Mobil Luxio	30 karton

Dalam menjalankan distribusi terdapat kendala bagi perusahaan dalam membagi zona yang tidak mementingkan kapasitas armada, dengan tidak seimbangnya antara kapasitas armada dan permintaan, 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 zona yang permintaannya melebihi kapasitas armada, maka barang akan dikirim keesokan harinya dan akan terpenuhi di hari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk selama 1 hari dan terdapat beberapa distributor juga ingin pengiriman didahulukan karena stock habis yang mengakibatkan rute distribusi semakin panjang. Selama proses distribusi terdapat batasan waktu jam buka tutup toko berpengaruh terhadap pengiriman. Dalam hal ini pihak perusahaan seharusnya dalam menjalankan proses distribusi lebih mempertimbangkan lagi dalam proses pengiriman barang agar dapat mengelola permintaan dengan baik.

Pengemasan terakhir produk teh yang berbahan dasar rosella ini menggunakan kardus karton dimana per kardus karton untuk teh premium berisi sebanyak 40 buah dan untuk per kardus karton teh celup berisi sebanyak 42 buah. Berikut ini perincian dari data karton dan juga kapasitasnya :

Table 2. Ukuran Kardus Karton

Jenis Produk	Ukuran Karton	Berat Karton
Teh Premium	54 x 43 x 31 cm	3 kg
Teh Celup	40 x 39 x 21 cm	4 kg
Minuman Kemasan	39 x 26 x 22 cm	6 kg

Untuk mengalokasikan armada kendaraan dari CV. Banyu Mili ke distributor dan retail yang rata-rata permintaan setiap bulan meningkat maka menggunakan kendaraan yang berkapasitas besar. Untuk pengiriman ke distributor dilakukan pengiriman setiap hari. Sasaran distribusi CV. Banyu Mili yaitu melakukan waktu pengiriman produk secara tepat, biaya yang efisien, dan pelayanan yang baik.

Perusahaan dituntut untuk dapat merancang kinerja pengiriman produk yang dapat memenuhi sasaran tersebut. Pada CV. Banyu Mili sasaran tersebut masih ada permasalahan dimana dalam pengiriman produk ke beberapa distributor di Jawa Timur belum adanya perencanaan pengiriman dan pendistribusian barang yang tepat. Daerah pemasaran produk teh yang berbahan rosella tersebut meliputi beberapa toko besar yang tersebar didaerah Jawa Timur. Kebanyakan toko tersebut merupakan distributor dari CV. Banyu Mili.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penentuan rute yang akan dilalui sehingga dapat meminimalkan biaya transportasi pada CV. Banyu Mili. Rute pendistribusian yang ideal adalah rute pendistribusian yang menggabungkan dua atau lebih pelanggan dengan melihat utilitas armada pada setiap pengangkutan.

Oleh karena itu, penelitian ini ingin menentukan rute dan jadwal pendistribusian serta menentukan kapasitas dan jumlah kendaraan yang mampu meminimalkan jarak tempuh, lama perjalanan, dan biaya transportasi. Beberapa manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan masukan dan informasi yang berguna bagi pihak perusahaan, diantaranya yaitu mengetahui jadwal pendistribusian premium yang efektif dan efisien sehingga bisa mempercepat pengiriman, meminimasi biaya transportasi, dan meningkatkan keuntungan perusahaan, dan mampu menentukan kapasitas dan jumlah kendaraan yang tepat dan sesuai jumlah permintaan sehingga masalah tingginya permintaan bisa teratasi dan bisa mengetahui rute distribusi yang menjadi standar pendistribusian untuk setiap harinya sehingga bisa memudahkan pengiriman.

MATERI DAN METODE

Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan untuk menentukan suatu rute kendaraan yang melayani setiap pelanggan di lokasi yang berbeda. Tujuan yang ingin dicapai dalam penyelesaian VRP adalah meminimalkan total jarak tempuh dan meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan.

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

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 [1] 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.

VRP with Time Windows (VRPTW)

VRPTW atau Vehicle Routing Problem with Time Window, hampir sama dengan VRP, namun memiliki batas tambahan yaitu sebuah jangka waktu yang berhubungan dengan setiap pelanggan yang mendefinisikan sebuah jangka waktu dimana sang pelanggan yang mendefinisikan depot tersebut sebagai batas penjadwalan.

Algoritma Sweep

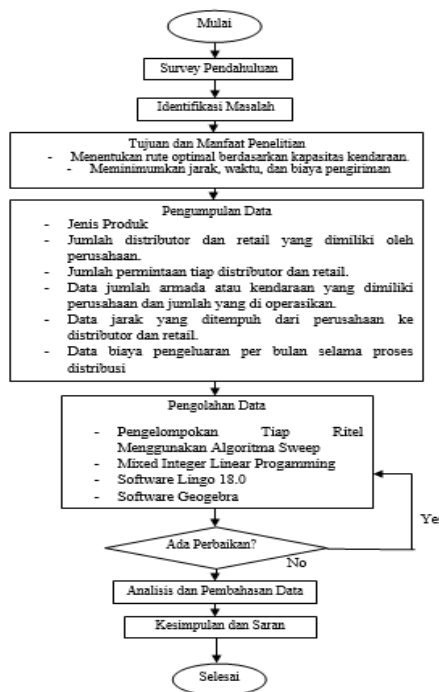
Algoritma sweep merupakan salah satu metode heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada VRP. Menurut Nurcahyo et al., (2002) algoritma sweep diterapkan pada koordinat polar dan untuk depot diandaikan sebagai pusat koordinat. Node merupakan gabungan dari node dengan titik yang dipilih secara acak. Semua node yang sudah bergabung dengan depot kemudian disejajarkan dengan ditingkatkan sudut yang menghubungkan antara node dengan depot, segmen yang menghubungkan depot ke suatu node dianggap sebagai node pertama.

Mixed Integer Linear Programming (MILP)

Linear programming merupakan sebuah model matematis yang sering digunakan untuk menggambarkan dari sebuah permasalahan-permasalahan yang terjadi untuk mendapatkan hasil yang optimal yaitu suatu hasil yang sesuai dengan tujuan yang ditentukan dengan batasan – batasan yang ada. Kata “linear atau linier” dalam linear programming menandakan bahwa semua fungsi atau model matematis menggunakan fungsi – fungsi linier yaitu suatu fungsi yang mempunyai dua variabel atau lebih yang setiap variabelnya memiliki nilai yang saling mempengaruhi.

Lingo 18.0 x64

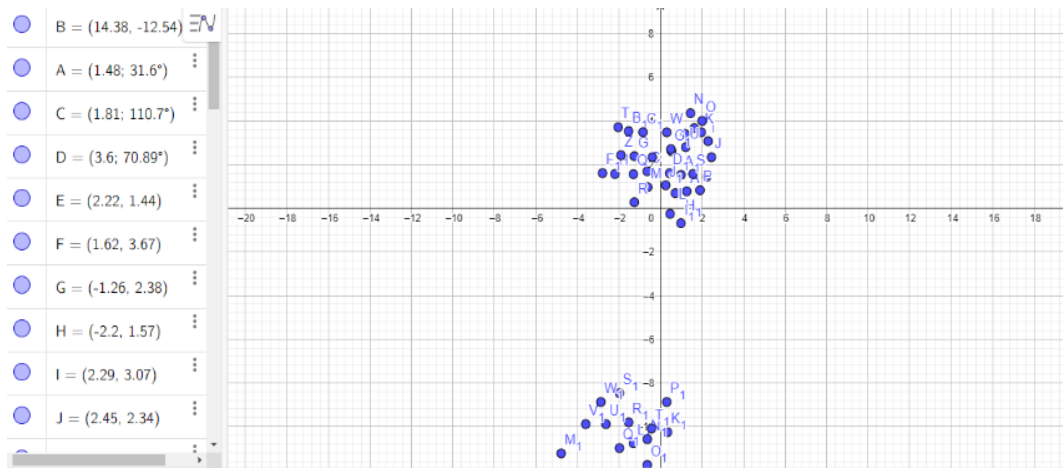
Lingo merupakan software atau alat bantu yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan riset operasi seperti program linier, non linier, dan optimasi model integer lainnya dengan lebih cepat dan efisien. Lingo mempunyai keunggulan yaitu bahasa untuk optimasi model yang paham untuk dipahami. Software lingo yang penulis gunakan adalah versi 18.0 x64.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

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



Gambar 2. Sudut Polar dari Software Geogebra

Setelah mendapatkan koordinat kartesius masing – masing customer langkah berikutnya yaitu menghitung sudut polar untuk masing-masing customer. Pada setiap customer atau pelanggan dihitung sudut polarnya terhadap depot sebagai titik pusat. Perhitungan sudut dengan searah jarum jam. Perhitungan sudut dilakukan dengan membuat garis lurus dari titik pusat depot hingga ke titik koordinat dan garis lurus terhadap sumbu x, sudut yang terbentuk antara dua garis tersebut merupakan sudut polar yang digunakan untuk mengelompokkan.

Tabel 3. Contoh Pengerjaan Menentukan Sudut Polar

No	Titik Koordinat	Letak Koordinat	Koordinat Polar	Kuadran
1	A	0	0	0
2	B	(1,2 , 0,7)	$r = \sqrt{(1,2)^2 + (0,7)^2}$ $= 1,38$ $\alpha = \frac{0,7}{1,2}$ $= 0,5$	Terletak pada Kuadran I Untuk $\alpha = 0,5$ sudut 32° Maka $\alpha = 32^\circ$

Dari tabel 3. pada masing-masing sudut polar dilakukan sapuan terhadap customer guna mengetahui sudut polar terkecil hingga terbesar.

Kemudian langkah ke tiga melakukan “sapuan” terhadap seluruh customer yaitu dalam melakukan sapuan terhadap seluruh customer dimulai dari sudut polar terkecil sampai terbesar terhadap depot. Sapuan dilakukan untuk mengetahui jarak terdekat sampai terjauh dengan mempertimbangkan kapasitas armada dan memasukkan permintaan setiap customer kedalam sapuan. Berikut hasil dari sudut polar masing-masing setiap customer.

Tabel 4. Hasil Pengurutan Sudut Polar

Ritel	Nama Ritel	Sudut Polar (0)
0	Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo.	0
16	Jl. Tenggilis Tengah I Blok K-26	24
2	Jl. Bratang Gede No. 132-134	32
5	Jl. Dharmahusada Indah Timur No. 33-37	33
19	Jl. Margorejo Indah Blok A No. 138	42
10	Jl. Medokan Asri K/1	44
12	Jl. Embong Malang No. 39-43	44
9	Jl. Arif Rahman Hakim No. 32	52
25	Jl. Adtyawarman No. 47	52
11	Jl. Genteng Besar No. 68	59
15	Jl. Kapas Krampang No 15-17	63
0	Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo.	0
6	Jl. Manyar Kertoarjo 5/62	66
21	Jl. Ketintang No. 125	67
31	Jl. Sepanjang Pasar Taman	68
4	Jl. Ngagel Jaya Selatan No. 103	71
14	Jl. Kapas Krampang 118A	72
28	Jl. Darmo Satelit Timur S 5 No. 23	75
34	Jl. Mojopahit 105	77
22	Jl. Kebonsari Tengah No. 78	79
23	Jl. Diponegoro No. 246	82
29	Jl. Raya Menganti Wiyung No. 45	100
27	Jl. Raya Darmo Permai Selatan No. 3	104
3	Jl. Rungkut Kidul Industri No.45-50	111
26	Jl. Adtyawarman No. 90-92	114
32	Jl. Jenggolo 23	116
7	Jl. Kertajaya 220	118

0	Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo.	0
20	Jl. Ketintang Madya No. 109	119
13	Jl. Kh. Mansyur 242	123
24	Jl. Bratang Gede No. 127	128
17	Jl. Bendul Merisi No. 124	130
8	Jl. Ngagel Rejo No. 61	145
30	Jl. Griya Kebraon Selatan Blok I No. 1	130
18	Jl. Tenggilis Blok AA/2	168
37	Jl. Jenderal Sudirman	247
46	Jl. Ir. Soekarno	250
0	Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo.	0
47	Jl. Bukit Berbunga - Selecta	252
45	Jl. Beji Atas	255
43	Jl. Diponegoro	257
41	Jl. MT. Haryono	260
42	Jl. Tlogo Mas	261
36	Jl. Tumenggung Suryo 87	263
38	Jl. Malenggang 24	267
39	Jl. J.A. Suprpto	267
44	Jl. Terusan Borobudur	268
35	Jl. Ciliwung II/2	272
40	Jl. Randu Agung	273
33	Jl. Mojopahit 50	325

Pembentukan Rute menggunakan MILP

Integer Linear Programming merupakan *linear programming* yang bersifat integer yaitu berupa bilangan bulat atau bilangan real dan bukan termasuk bilangan pecahan (Hayati, Enty Nur, 2010).

Parameter yang digunakan dalam model matematika meliputi sebagai berikut :

- a. Buka : waktu buka customer.
- b. Tutup : waktu tutup customer.
- c. Bongkar : waktu loading atau unloading di customer.
- d. cost : biaya antara customer.
- e. T : waktu memulai pelayanan pada customer.
- f. Durasi : durasi pengiriman.
- g. 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 :

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

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

Batasan :

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

Fungsi batasan (2.5) setiap customer hanya dapat dikunjungi oleh kendaraan yang beroperasi hanya mengunjungi ritel sekali saja.

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

Fungsi batasan (2.6) bahwa kendaraan akan berangkat dari depot (CV. Banyu Mili)

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

Fungsi batasan (2.6) bahwa kendaraan akan berakhir dari depot (CV. Banyu Mili)

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

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

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

Fungsi batasan (2.8) digunakan untuk memastikan bahwa batasan time windows terpenuhi

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 j dikunjungi setelah customer i .

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

Tabel 5. Perbandingan Data Biaya Awal Perusahaan dengan Biaya Usulan dengan Lingo 18.0

Biaya Awal Perusahaan			
	Rute	Biaya	Total Biaya
Armada 1	1-34-3-16-21-27-30-15-13-32-1	Rp105.000	Rp670.000
	1-29-10-19-26-12-4-2-11-33-9-18-1	Rp155.000	
	1-5-17-22-31-20-14-8-23-25-7-6-24-28-1	Rp225.000	
Armada 2	1-47-41-35-36-37-46-1	Rp245.000	Rp585.000
	1-44-40-38-42-45-43-39-1	Rp155.000	
Biaya Usulan dengan Lingo 18.0			
	Rute	Biaya	Total Biaya
Armada 1	1-16-19-2-10-9-5-15-11-12-25-1	Rp115.340	Rp527.720
	1-18-24-8-13-17-20-30-37-46-1	Rp227.380	
Armada 2	1-3-21-4-6-7-14-23-27-28-32-34-26-29-22-31-1	Rp136.070	Rp475.110
	1-43-39-33-40-44-35-36-38-41-42-45-47-1	Rp154.040	

Untuk rute usulan dengan Lingo 18.0 biaya yang didapat untuk cluster 1 sebesar Rp115.340 + cluster 2 sebesar Rp136.070 + cluster 3 sebesar Rp227.380 + cluster 4 sebesar Rp154.040 sedangkan pada tabel perbandingan biaya keseluruhan total sebesar Rp1.002.830 merupakan akumulasi dari biaya sopir sebesar Rp100.000 dan biaya kernet Rp85.000 dikalikan 2 untuk armada 1 dan armada 2 maka diperoleh presentase penghematan biaya tempuh sebagai berikut ;

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Total biaya tempuh awal perusahaan} - \text{total biaya rute Lingo 18.0}}{\text{Total biaya tempuh awal perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp1.255.000} - \text{Rp1.002.380}}{\text{Rp1.255.000}} \times 100\% \\
 &= 20 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan presentase penghemat biaya didapatkan presentase sebesar 20% dan menghemat biaya sebesar Rp252.620 sekali pengiriman.

Tabel 6. Perbandingan Data Jarak Awal Perusahaan dengan Jarak Usulan dengan Lingo 18.0

Rute Awal Perusahaan			
	Rute	Jarak (km)	Total Jarak (km)
Armada 1	1-34-3-16-21-27-30-15-13-32-1	105,9 km	440,4 km
	1-29-10-19-26-12-4-2-11-33-9-18-1	146,2 km	
	1-5-17-22-31-20-14-8-23-25-7-6-24-28-1	188,3 km	

Armada 2	1-47-41-35-36-37-46-1	193,8 km	327,2 km
	1-44-40-38-42-45-43-39-1	133,4 km	
Rute Usulan dengan Lingo 18.0			
	Rute	Jarak (km)	Total Jarak (km)
Armada 1	1-16-19-2-10-9-5-15-11-12-25-1	86,2 km	340,4 km
	1-18-24-8-13-17-20-30-37-46-1	254,2 km	
Armada 2	1-3-21-4-6-7-14-23-27-28-32-34-26-29-22-31-1	160,2 km	287,4 km
	1-43-39-33-40-44-35-36-38-41-42-45-47-1	127,2 km	

Berdasarkan tabel 6. Jarak tempuh untuk rute awal perusahaan didapat dari CV. Banyu Mili. Perusahaan tersebut dalam mengirim barang masih terbilang acak karena perusahaan masih mempunyai batas pengiriman atau time windows. Time windows disini sangat berpengaruh terhadap pelanggan mana terlebih dahulu yang dikirim dan pelanggan yang harus dikirim terakhir. Sedangkan untuk jarak tempuh usulan dengan menggunakan bantuan Lingo 18.0 diperoleh matrik jarak. Berikut presentase penghemat jarak :

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Total jarak awal perusahaan} - \text{total jarak Lingo 18.0}}{\text{Total jarak awal perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{767,6 - 627,8}{767,6} \times 100\% \\
 &= 18\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan presentase penghemat jarak didapatkan presentase sebesar 18%.

Tabel 7. Perbandingan Data Biaya Awal Perusahaan dengan Biaya Usulan dengan Lingo 18.0

Waktu Awal Perusahaan			
	Rute	Waktu (menit)	Total Waktu (menit)
Armada 1	1-34-3-16-21-27-30-15-13-32-1	181,3 menit	841 menit
	1-29-10-19-26-12-4-2-11-33-9-18-1	311,4 menit	
	1-5-17-22-31-20-14-8-23-25-7-6-24-28-1	348,3 menit	
Armada 2	1-47-41-35-36-37-46-1	411,3 menit	709 menit
	1-44-40-38-42-45-43-39-1	297,7 menit	
Waktu Usulan dengan Lingo 18.0			
	Rute	Waktu (menit)	Total Waktu (menit)
Armada 1	1-16-19-2-10-9-5-15-11-12-25-1	241 menit	736 menit
	1-18-24-8-13-17-20-30-37-46-1	495 menit	
Armada 2	1-3-21-4-6-7-14-23-27-28-32-34-26-29-22-31-1	327 menit	621 menit
	1-43-39-33-40-44-35-36-38-41-42-45-47-1	294 menit	

Berdasarkan tabel 7. waktu tempuh untuk rute awal perusahaan didapat dari perhitungan waktu tempuh. Perusahaan tersebut dalam mengirim barang masih terbilang acak karena perusahaan masih mempunyai batas pengiriman atau time windows. Time windows disini sangat berpengaruh terhadap pelanggan mana terlebih dahulu yang dikirim dan pelanggan yang harus dikirim terakhir. Sedangkan untuk waktu tempuh usulan dengan menggunakan Lingo 18.0 diperoleh waktu matrik waktu tempuh berikut presentase penghemat jarak :

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Total waktu awal perusahaan} - \text{total waktu Lingo 18.0}}{\text{Total waktu awal perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{1.550 - 1.357}{1.550} \times 100\% \\ &= 12\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan presentase penghemat waktu didapatkan presentase sebesar 12.

Rute aktual pengiriman yang dimiliki oleh perusahaan meliputi sebagai berikut :

- Rute 1 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Mojopahit 105 - Jl. Rungkut Kidul Industri No.45-50 - Jl. Tenggilis Tengah I Blok K-26 - Jl. Ketintang No. 125 - Jl. Raya Darmo Permai Selatan No. 3 - Jl. Griya Kebraon Selatan Blok I No. 1 - Jl. Kapas Krampang No 15-17 - Jl. Kh. Mansyur 242 - Jl. Jenggolo 23 - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil box dengan jarak pengiriman sebesar 105,9 km, durasi pengiriman sebesar 181,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp105.000
- Rute 2 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Raya Menganti Wiyung No. 45 - Jl. Medokan Asri K/1 - Jl. Margorejo Indah Blok A No. 138 - Jl. Adtyawarman No. 90-92 - Jl. Embong Malang No. 39-43 - Jl. Ngagel Jaya Selatan No. 103 - Jl. Bratang Gede No. 132-134 - Jl. Genteng Besar No. 68 - Jl. Mojopahit 50 - Jl. Arif Rahman Hakim No. 32 - Jl. Tenggilis Blok AA/2 - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil box dengan jarak pengiriman sebesar 146,2 km, durasi pengiriman sebesar 311,4 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp260.000
- Rute 3 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Dharmahusada Indah Timur No. 33-37 - Jl. Bendul Merisi No. 124 - Jl. Kebonsari Tengah No. 78 - Jl. Sepanjang Pasar Taman - Jl. Ketintang Madya No. 109 - Jl. Kapas Krampang 118A - Jl. Ngagel Rejo No. 61 - Jl. Diponegoro No. 246 - Jl. Adtyawarman No. 47 - Jl. Kertajaya 220 - Jl. Manyar Kertoarjo 5/62 - Jl. Bratang Gede No. 127 - Jl. Darmo Satelit Timur S 5 No. 23 - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil box dengan jarak pengiriman sebesar 188,3 km, durasi pengiriman sebesar 348,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp305.000
- Rute 4 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Bukit Berbunga Selecta - Jl. MT. Haryono - Jl. Ciliwung II/2 - Jl. Tumenggung Suryo 87 - Jl. Jenderal Sudirman - Jl. Ir. Soekarno - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil luxio dengan jarak pengiriman sebesar 193,8 km, durasi pengiriman sebesar 411,3 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp340.000
- Rute 5 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Terusan Borobudur - Jl. Randu Agung - Jl. Malenggang 24 - Jl. Tlogo Mas - Jl. Beji Atas - Jl. Diponegoro - Jl. J.A. Suprpto - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan

mobil luxio dengan jarak pengiriman sebesar 133,4 km, durasi pengiriman sebesar 297,7 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp245.000

Berdasarkan rute aktual pengiriman milik perusahaan, diperoleh total jarak pengiriman sebesar 767,6 km, total durasi pengiriman sebesar 1.550 menit, dan total biaya pengiriman sebesar Rp1.255.000

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 1 yaitu Villa Jasmine 3 blok ah Blok A No. 138 - Jl. Tenggilis Tengah I Blok K-26 - Jl. Margorejo Indah Blok A No. 138 - Jl. Bratang Gede No. 132-134 - Jl. Medokan Asri K/1 - Jl. Arif Rahman Hakim No. 32 - Jl. Dharmahusada Indah Timur No. 33-37 - Jl. Kapas Krampang No 15-17 - Jl. Genteng Besar No. 68 - Jl. Embong Malang No . 39-43 - Jl. Adtyawarman No. 47 - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil box dengan jarak pengiriman sebesar 86,2 km, durasi pengiriman sebesar 241 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp115.340
- Rute 2 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Rungkut Kidul Industri No.45-50 - Jl. Ketintang No.125 - Jl. Ngagel Jaya Selatan No. 103 - Jl. Manyar Kertoarjo 5/62 - Jl. Kertajaya 220 - Jl. Kapas Krampang 118A - Jl. Diponegoro No. 246 - Jl. Raya Darmo Permai Selatan No. 3 - Jl. Darmo Satelit Timur S 5 No. 23 - Jl. Jenggolo 23 - Jl. Mojopahit 105 - Jl. Adtyawarman No. 90-92 - Jl. Raya Menganti Wiyung No. 45 - Jl. Kebonsari Tengah No. 78 - Jl. Sepanjang Pasar Taman - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil luxio dengan jarak pengiriman sebesar 160,2 km, durasi pengiriman sebesar 327 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp136.070
- Rute 3 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Tenggilis Blok AA/2 - Jl. Bratang Gede No. 127 - Jl. Ngagel Rejo No. 61 - Jl. Kh. Mansyur 242- Jl. Bendul Merisi No. 124 - Jl. Ketintang Madya No. 109 - Jl. Griya Kebraon Selatan Blok I No. 1 - Jl. Jenderal Sudirman - Jl. Ir. Soekarno - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil box dengan jarak pengiriman sebesar 254,2 km, durasi pengiriman sebesar 495 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp227.380
- Rute 4 yaitu Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo - Jl. Diponegoro - Jl. J.A. Suprpto - Jl. Mojopahit 50 - Jl. Randu Agung - Jl. Terusan Borobudur - Jl. Ciliwung II/2 - Jl. Tumenggung Suryo 87 - Jl. Malenggang 24 - Jl. MT. Haryono - Jl. Tlogo Mas - Jl. Beji Atas - Jl. Bukit Berbunga Selecta - Villa Jasmine 3 blok M No. 1 Suko, Sidoarjo menggunakan kendaraan mobil luxio dengan jarak pengiriman sebesar 127,2 km, durasi pengiriman sebesar 294 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp154.040

Berdasarkan hasil penelitian dari software Lingo 18.0 diperoleh total jarak pengiriman sebesar 627,8 km, total durasi pengiriman sebesar 1.357 menit, dan total biaya pengiriman sebesar Rp1.002.380.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan 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. Perbandingan rute aktual dengan rute hasil penelitian didapatkan persentase Perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 20% yaitu Rp252.620 sedangkan untuk rute usulan dengan menggunakan alternatif waktu dapat menghemat sebesar 12% dan pada rute usulan dengan alternatif jarak sebesar 18%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowersox, D. J. (2002). *Integrasi sistem-sistem manajemen distribusi fisik dan manajemen material*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Hayati, Enty Nur. (2010). "Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Menyelesaikan Integer Programming". *Ilmiah Dinamika Teknik* 4, 1.
- Hendayani, R. (2011). *Manajemen Logistik*. Jakarta: CV. Alfabeta.
- Martono. (2018). *Manajemen Logistik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Martono, R. (2015). *Manajemen Logistik Terintegrasi*. Jakarta: Tim PPM Manajemen Publishing.
- Nasution. (2006). *Manajemen Transportasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- 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.
- Santosa, B., & Ai, T. J. (2017). *Pengantar Metaheuristik Implementasi*
- Toth & Vigo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Florida: Society and Mathematics.
- Toth, V. (2014). *Vehicle Routing Problem, methods and application*. Italy: Universitas Bologna.
- Wibisono. (2018). *Logika Logistik*. Surabaya: Graha Ilmu.