

Usulan Rute Distribusi Produk Gula Pasir dengan Menggunakan Metode *Vehicle Routing Problem* pada Distributor CV. XYZ Surabaya

Konstantinus Sabe^{1*}, Herlina^{2*}

Teknik Industri – Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : konstantinus.sabe@gmail.com¹
herlina@untag-sby.ac.id²

ABSTRAK

CV. XYZ merupakan salah satu perusahaan distributor gula pasir yang berada di Jl. Rungkut Asri No. 20D, Rungkut Kidul kecamatan Rungkut, kota Surabaya Jawa Timur. Distributor ini yang mendistribusikan produk gula pasir di wilayah kota Surabaya dan sekitarnya. Namun ditengah proses pengiriman tersebut dapat dikatakan tidak efektif mengakibatkan pemborosan biaya, karena setiap armada yang digunakan pada saat setelah melakukan pengiriman dilokasi kedua selalu kembali ke gudang untuk mengambil barang dan dikirimkan menuju lokasi distributor selanjutnya. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis melakukan penentuan rute dengan pendekatan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVPR) untuk menelompokan tiap ritel menjadi kelompok terkecil. Dari hasil pengelompokan ritel kemudian dilakukan pembuatan rute untuk mencari jarak yang paling optimal dengan menggunakan model *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dengan bantuan software Lingo 19.0. Dari hasil pengolahan data didapatkan hasil rute yang optimal dengan menghemat jarak pengiriman sebesar 25 % yaitu 53 km dari rute awal perusahaan, sedangkan untuk biaya pengiriman dapat menghemat biaya sebesar 8.23% atau Rp120.000 dari biaya pengiriman rute awal dan penghematan waktu tempuh yang didapatkan sebesar 28%.

Kata Kunci : *Distribusi, Rute, Mixed Integer Linear Programming.*

ABSTRACT

CV.XYZ is a granulated sugar distributor company located on Jl. Rungkut Asri No. 20D, Rungkut Kidul, Rungkut sub-district, Surabaya city, East Java. This distributor distributes granulated sugar products in the city of Surabaya and its surroundings. However, in the middle of the delivery process it can be said to be ineffective resulting in wastage of costs, because every fleet that is used after making a delivery at the second location always returns to the warehouse to pick up goods and send them to the next distributor location. Based on these problems, the author determines the route using the Capacitated Vehicle Routing problem (CVPR) approach to classify each retailer into the smallest class. From the results of retail grouping, a route was created to find the most optimal distance using the Mixed Integer Linear Programming (MILP) model with the help of Lingo 19.00 software. From the results of data processing, the optimal route results are obtained by saving 25% of the shipping distance, namely 53 km from the company's initial route, while for shipping costs it can save costs of 8.23% or Rp120.000 and savings in travel time obtained by 28%.

Keywords : Distribution, Route, Mixed Integer Linear Programming.

I. PENDAHULUAN

CV. XYZ merupakan salah satu perusahaan distributor gula pasir yang berada Jl. Rungkut Asri No. 20D, kecamatan Rungkut, kota Surabaya Jawa Timur. Distributor ini yang mendistribusikan produk gula pasir di wilayah kota Surabaya dan sekitarnya. Jenis produk yang di distribusikan adalah gula kristal dengan kemasan yang berukuran 50 kg dan 25 kg. Dengan banyaknya konsumen maka perusahaan harus mendistribusikan gula pasir dengan biaya yang minimal mungkin agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Namun perusahaan pada proses pengiriman masih belum memperhatikan alat angkut serta rute pengiriman yang dilalui guna menaikkan pelayanan yang terbaik.

Tabel I. Rute awal pengiriman gula pasir

No	Rute awal	Jarak yang di tempuh (KM)	Armada
1	G – K1 – G	21,5	
2	G – K9 – K12 – G	15	
3	G – K2 – K4 – G	16,9	PS110 L 9976
4	G – K16 – K20 – G	18	KS
5	G – K8 – K15 – G	24	
6	G – K7 – G	20,6	
7	G – K14 – K17 – G	22	
8	G – K6 – K18 – G	17	PS110 L 3478
9	G – K3 – K5 – G	23,5	NF
10	G – K11 – G	13	
11	G – K10 – K13 – G	14,7	

“Sumber Data CV. Makmur Jaya Surabaya.”

Dengan adanya rute distribusi yang kurang optimal diatas karena sistem pendistribusian di perusahaan masih kurang optimal, terlihat masih ada beberapa rute yang hanya mengirim pada satu retail saja sehingga menyebabkan jarak yang ditempuh semakin besar dan biaya yang dikeluarkan semakin besar.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka peneliti ingin mencari rute distribusi yg optimal dengan memakai penyelesaian VRP (Vehicle Routing problem) yang ialah permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute buat untuk sejumlah armada dengan kapasitas tertentu berasal satu atau lebih distributor untuk melayani konsumen. lalu buat penyelesaian permasalahan kapasitas kendaraan bisa diselesaikan dengan *Capacitated Vehicle Routing problem (CVRP)* yaitu pengiriman yang dilakukan perusahaan tidak memaksimalkan kapasitas kendaraan yang dimiliki dan mengakibatkan rute distribusi di satu konsumen dan balik ke perusahaan sehabis melakukan pengiriman atau bongkar muat. Adapun pembentukan rute usulan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* merupakan formulasi model yang digunakan buat mencari jarak minimum, MILP memungkinkan variabel tidak hanya berupa integer dan pecahan melainkan berupa bilangan biner. MILP adalah model matematis yang menggunakan aplikasi Lingo.

II. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan di penelitian kali ini adalah identifikasi masalah di CV.XYZ, studi.pustaka, pengumpulan data, analisi data, pemecahan masalah, dan konklusi serta saran. perseteruan yang dialami CV. XYZ adalah konflik distribusi rute.pengiriman barang produk gula pasir ke 20 lokasi. Beberapa data yang dibutuhkan di penelitian ini artinya jumlah toko, jumlah permintaan, jeda Distributor ke Toko serta jeda Toko ke Toko lainnya, Kapasitas alat angkut setelah melakukan pengumpulan data langkah selanjutnya adalah Pengolahan data terdapat beberapa langkah menggunakan metode yang sinkron dengan permasalahan diatas yaitu:

1. Membuat jarak dan durasi pengiriman
2. Pengelompokan rute berdasarkan kapasitas
3. Penentuan rute dengan *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* menggunakan Aplikasi Lingo 19.0

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan data

a. Data alamat konsumen

Data alamat konsumen didapat dari CV.XYZ Surabaya, dengan jumlah total 20 toko tetap yang di miliki oleh perusahaan yang tersebar di wilayah Surabaya . Data alamat di perlukan untuk menentukan dan mengetahui lokasi mana saja produk yang akan di kirim.

Tabel 2 Data alamat customer

No	Kode	Nama Toko	Alamat Toko
1	K1	Toko Petis JY	Jl. Pandegiling No.166, Embong Kaliasin, Kec. Tegalsari, Kota SBY
2	K2	Toko Nur	Pasar wonokromo DTC LDB A no 13 jagir
3	K3	Toko Joses	Jl. Wonokromo No.287, Jagir, Kec. Wonokromo, Kota SBY
4	K4	Toko Kamto	Ps. Wonokromo, Jagir, Kec. Wonokromo, Kota SBY, Jawa Timur
5	K5	Toko Abah	Pasar Keputran Selatan, Jl. Dinoyo No.3, Keputran, Tegalsari, Surabaya
6	K6	Toko Mumtaza	Pasar Simolowaru Stand no 32
7	K7	Toko Kusen	Jl. Letjend Sutoyo, Bungurasih,
8	K8	Toko Ida	Jl. Jagir Sidoresmo XII, Jagir, Kec. Wonokromo, Kota SBY
9	K9	Toko Soleh	Jl. Nginden II No.132, Nginden Jangkungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY
10	K10	Toko Jamali	Jl. Semolowaru Indah II, Semolowaru, Kec. Sukolilo, Kota SBY
11	K11	Toko Pajiyo	Ps. Bendul Merisi, Jl. Bendul Merisi, Jagir, Kec. Wonokromo, Kota SBY
12	K12	Toko Valfar	Pasar Semolowaru, Jl. Semolowaru.Tengah I, Medokan Semampir, Sukolilo, Surabaya
13	K13	Toko Kurnia	Jl. Raya Manyar, Baratajaya, Kec. Gubeng, Kota SBY
14	K14	Toko Rahayu	Gubeng Jaya I No.31, Gubeng, Kec. Gubeng, Kota SBY
15	K15	Toko mawar	Jl. Keputran Jl. Urip Sumoharjo, Keputran, Kec. Tegalsari, Kota SBY
16	K16	Toko Safira	Jl. Semolowaru Elok, Semolowaru, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur
17	K17	Toko Asti	Jl. Menur Pumpungan No.38, RT.003/RW.03, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY
18	K18	Toko Fitri	Jl. Manyar Sabrangan No.28, RT.001/RW.02, Manyar Sabrangan, Kec. Mulyorejo, Kota SBY, Jawa Timur
19	K19	Toko Anam	Ps. Pucang Anom, Jl. Pucang Anom, Pucang Sewu, Kec. Gubeng, Kota SBY
20	K20	Toko Akbar	Jl. Bratang Wetan I No.33, RT.001/RW.08, Ngagelrejo, Kec. Wonokromo, Kota SBY,

b. Data jarak berasal Depot ke Customer dan dari Customer ke Customer

Data jarak dari Depot ke Customer serta dari Customer ke Customer yang diperoleh dengan bantuan *google maps*. Data jarak ini memakai satuan (KM).

Tabel 3 jarak berasal Depot ke Customer serta berasal Customer ke Customer

Kode lokasi	depot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Depot	0	10,5	5	8,8	8,8	7	4,5	11	4,8	4	5	6,3	4,9	4,4	8	8,5	4,3	6	6,5	6,9	5
K1	10,5	0	6	4,2	5,2	1,8	6,2	12,2	5,7	5,9	7,3	4,5	7	4,2	2,5	1,2	7	5,5	3,6	2,5	4,7
K2	5	6,5	0	2,9	2,7	5,5	4	9,4	1	3,5	5,4	2	4,7	3,4	6,5	7,5	5	4,9	12,5	5,5	3,6
K3	8,8	7,6	1,5	0	4	5,5	2,7	10	1,4	2,3	4	3	3,4	1,8	5	6,7	3,6	3,5	11	3,8	2,2
K4	9,8	4,5	1,8	1,5	0	4,5	6,4	8,4	2,5	5	6,7	1	6,5	4,8	6,3	5,6	6,5	6,1	13,2	4,5	2,9
K5	7	1,4	4,1	3,4	4	0	5,5	11,4	4,6	5,2	6,6	4	6,3	4,5	2	1	6,7	5,5	10	2	4,3
K6	4,5	7,3	5	3,3	6,6	5,5	0	11,7	4,5	1	1,5	5,3	1,3	2	5,4	6,6	1	2,5	8,7	4	2,4
K7	11	11,4	8,5	9	7,6	10,5	11	0	9	10,5	12,5	9,7	11,8	10,5	13	12,4	12,2	12	19	11,5	9,7
K8	4,8	6,7	1	1,2	3,4	6,4	3,7	9,5	0	3,2	5,2	1,6	4,5	3	6,4	7,8	4,8	4,9	4,5	5	3,5
K9	4	7	4	2,8	6,4	5,3	1,5	11	4	0	2,7	5	2,5	1,8	5	6,5	2,5	2,4	9,7	3,8	2,4
K10	5	8,2	5,4	4	7,8	7	1,5	15	5,6	2	0	6,5	1	3,5	6,5	7,6	2	3	3,8	5,4	3,6
K11	6,3	6,8	3	3,5	3,1	6	5,2	7,8	1,8	4,9	6,8	0	6	6,2	8,5	6,5	6	6,5	6,6	8	5
K12	4,9	8	5,3	3,8	7,5	6,4	1	14,8	5	1,6	1	6	0	3	6,4	7,4	1,5	2,8	3,5	4,8	3,5
K13	4,4	5,4	4	3,1	4,8	4	2,8	11,5	4,5	2,5	3,8	4,5	3,5	0	3,5	4,5	3,5	1,5	1,8	2	1,5
K14	8	3,4	6	5,3	6,4	2	5,4	13,5	6,5	5	6,4	6	6,2	4,2	0	2,8	6,5	3,4	3	2,2	4,5
K15	8,5	2	4,1	3,2	3,8	1	6	11,3	4,5	5,6	7,2	3,8	6,8	4,8	2,5	0	5,8	5,4	4,5	2,5	4
K16	4,2	8,2	5,6	4,6	7,7	6,5	1	15	5,6	1,7	2	6,4	1,5	3	6,5	7,7	0	3,8	4,5	5	3,4
K17	6	5,4	5,5	4,2	6,2	4	2,5	12,4	5,4	2,8	3	5,6	2,8	1,3	3,4	4,6	3,5	0	1,2	2	2,7
K18	6,5	5	6	4,6	6,6	3,7	3,5	12,8	5,8	3,3	3,7	6	3,5	2,5	3,4	4,5	4,3	1,2	0	2,5	3,3
K19	6,9	3	4,5	5,7	4,6	2,3	4	12,2	5	3,6	5,4	4,6	4,8	2,8	1,8	3	5	2	2,3	0	3
K20	6	5,7	2,8	4,3	3,8	3,8	2,7	10,5	3,3	2,2	3,7	3	3,5	1,8	3,6	5	3,6	3	3,5	2,3	0

c. Data Waktu Tempuh antar Lokasi

Data waktu didapatkan dari perhitungan dengan membagi jarak dengan kecepatan rata-rata yg di asumsikan 50 km/jam. Data waktu tempuh dari Depot ke Customer serta dari Customer ke Customer memakai satuan (mnt) dengan rumus sebagai berikut;

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{\text{jarak (km)}}{\text{kecepatan rata-rata}} \times 60 \text{ (satuhan menit)} \quad (1)$$

Tabe 4 Waktu tempuh antar lokasi

Kode lokasi	depot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Depot	0	12.6	6	10.56	10.2	8.4	5.4	13.2	5.76	4.8	6	7.56	5.88	5.28	9.6	10.2	5.16	7.2	7.8	8.28	6
K1	12.6	0	7.2	5.04	6.24	2.16	7.44	14.64	6.84	7.08	8.76	5.4	8.4	5.04	3	1.44	8.4	6.6	4.32	3	5.64
K2	6	7.8	0	3.48	3.24	6.6	4.8	11.28	1.2	4.2	6.48	2.4	5.64	4.08	7.8	9	6	5.88	15	6.6	4.32
K3	10.56	9.12	1.8	0	4.8	6.6	3.24	12	1.68	2.76	4.8	3.6	4.08	2.16	6	8.04	4.32	4.2	13.2	4.56	2.64
K4	10.2	5.4	2.16	1.8	0	5.4	7.68	10.08	3	6	8.04	1.2	7.8	5.76	7.56	6.72	7.8	7.32	15.84	5.4	3.48
K5	8.4	1.68	4.92	4.08	4.8	0	6.6	13.68	5.52	6.24	7.92	4.8	7.56	5.4	2.4	1.2	8.04	6.6	12	2.4	5.16
K6	5.4	8.76	6	3.96	7.92	6.6	0	14.04	5.4	1.2	1.8	6.36	1.56	2.4	6.48	7.92	1.2	3	10.44	4.8	2.88
K7	13.2	13.68	10.2	10.8	9.12	12.6	13.2	0	10.8	12.6	15	11.64	14.16	12.6	15.6	14.88	14.64	14.4	22.8	13.8	11.64
K8	5.76	8.04	1.2	1.44	4.08	7.68	4.44	11.4	0	3.84	6.24	1.92	5.4	3.6	7.68	9.36	5.76	5.88	5.4	6	4.2
K9	4.8	8.4	4.8	3.36	7.68	6.36	1.8	13.2	4.8	0	3.24	6	3	2.16	6	7.8	3	2.88	11.64	4.56	2.88
K10	6	9.84	6.48	4.8	9.36	8.4	1.8	18	6.72	2.4	0	7.8	1.2	4.2	7.8	9.12	2.4	3.6	4.56	6.48	4.32
K11	7.56	8.16	3.6	4.2	37.2	7.2	6.24	9.36	2.16	5.88	8.16	0	7.2	7.44	10.2	7.8	7.2	7.8	7.92	9.6	6
K12	5.88	9.6	6.36	4.56	9	7.68	1.2	17.76	6	1.92	1.2	7.2	0	3.6	7.68	8.88	1.8	3.36	4.2	5.76	4.2
K13	5.28	6.48	4.8	3.72	5.76	4.8	3.36	13.8	5.4	3	4.56	5.4	4.2	0	4.2	5.4	4.2	1.8	2.16	2.4	1.8
K14	9.6	4.08	7.2	6.36	7.68	2.4	6.48	16.2	7.8	6	7.68	7.2	7.44	5.04	0	3.36	7.8	4.08	3.6	2.64	5.4
K15	10.2	2.4	4.92	3.84	4.56	1.2	7.2	13.56	5.4	6.72	8.64	4.56	8.16	5.76	3	0	6.96	6.48	5.4	3	4.8
K16	5.04	9.84	6.72	5.52	9.24	7.8	1.2	18	6.72	2.04	2.4	7.68	1.8	3.6	7.8	9.24	0	4.56	5.4	6	4.08
K17	7.2	6.48	6.6	5.04	7.44	4.8	3	14.88	6.48	3.36	3.6	6.72	3.36	1.56	4.08	5.52	4.2	0	1.44	2.4	3.24
K18	7.8	6	7.2	5.52	7.92	4.44	4.2	15.36	6.96	3.96	4.44	7.2	4.2	3	4.08	5.4	5.16	1.44	0	3	3.96
K19	8.28	3.6	5.4	6.84	5.52	2.76	4.8	14.64	6	4.32	6.48	5.52	5.76	3.36	2.16	3.6	6	2.4	2.76	0	3.6
K20	7.2	6.84	3.36	5.16	4.56	4.56	3.24	12.6	3.96	2.64	4.44	3.6	4.2	2.16	4.32	6	4.32	3.6	4.2	2.76	0

d. Data Biaya Transportasi dan Pengiriman

Rincian biaya pengiriman antara lain:

Ongkos sopir : RP. 70.000/hari

Ongkos kuli (loading Unloading) : Rp. 60.000/hari

biaya bahan bakar per KM = Rp 10.000 ÷ 4 = Rp2.500

Biaya BBM = biaya bahan bakar/BBM x jarak tempuh

Tabel 5 biaya pengiriman

Kode lokasi	depot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Depot	0	26250	12500	22000	21250	17500	11250	27500	12000	10000	12500	15750	12250	11000	20000	21250	10750	15000	16250	17250	12500
K1	26250	0	15000	10500	13000	4500	15500	30500	14250	14750	18250	11250	17500	10500	6250	3000	17500	13750	9000	6250	11750
K2	12500	16250	0	7250	6750	13750	10000	23500	2500	8750	13500	3000	11750	8500	16250	18750	12500	12250	31250	13750	9000
K3	22000	19000	3750	0	10000	13750	6750	25000	3500	5750	10000	7500	8500	4500	12500	16750	9000	8750	27500	9500	5500
K4	21250	11250	4500	3750	0	11250	16000	21000	6250	12500	16750	2500	16250	12000	15750	14000	16250	15250	33000	11250	7250
K5	17500	3500	10250	8500	10000	0	13750	28500	11500	13000	16500	10000	15750	11250	5000	2500	16750	13750	25000	5000	10750
K6	11250	18250	12500	8250	16500	13750	0	29250	11250	2500	3750	13250	3250	5000	13500	16500	2500	6250	21750	10000	6000
K7	27500	28500	21250	22500	19000	26250	27500	0	22500	26250	31250	24250	29500	26250	32500	31000	30500	30000	47500	28750	24250
K8	12000	16750	2500	3000	8500	16000	9250	23750	0	8000	13000	4000	11250	7500	16000	19500	12000	12250	11250	12500	8750
K9	10000	17500	10000	7000	16000	13250	3750	27500	10000	0	6750	12500	6250	4500	12500	16250	6250	6000	24250	9500	6000
K10	12500	20500	13500	10000	19500	17500	3750	37500	14000	5000	0	16250	2500	8750	16250	19000	5000	7500	9500	13500	9000
K11	15750	17000	7500	8750	77500	15000	19500	4500	12250	17000	0	15000	15500	21250	16250	15000	16250	16500	20000	12500	
K12	12250	20000	13250	9500	18750	16000	2500	37000	12500	4000	2500	15000	0	7500	16000	18500	3750	7000	8750	12000	8750
K13	11000	13500	10000	7750	12000	10000	7000	28750	11250	6250	9500	11250	8750	0	8750	11250	8750	3750	4500	5000	3750
K14	20000	8500	15000	13250	16000	5000	13500	33750	16250	12500	16000	15000	15500	10500	0	7000	16250	8500	7500	5500	11250
K15	21250	5000	10250	8000	9500	2500	15000	28250	11250	14000	18000	9500	17000	12000	6250	0	14500	13500	11250	6250	10000
K16	10500	20500	14000	11500	19250	16250	2500	37500	14000	4250	5000	16000	3750	7500	16250	19250	0	9500	11250	12500	8500
K17	15000	13500	13750	10500	15500	10000	6250	31000	13500	7000	7500	14000	7000	3250	8500	11500	8750	0	3000	5000	6750
K18	16250	12500	15000	11500	16500	9250	8750	32000	14500	8250	9250	15000	8750	6250	8500	11250	10750	3000	0	6250	8250
K19	17250	7500	11250	14250	11500	5750	10000	30500	12500	9000	13500	11500	12000	7000	4500	7500	12500	5000	5750	0	7500
K20	15000	14250	7000	10750	9500	9500	6750	26250	8250	5500	9250	7500	8750	4500	9000	12500	9000	7500	8750	5750	0

B. Pengolahan data

Pengelompokan tiap retail yang berdasarkan kapasitas kendaraannya yaitu dengan memperhatikan kriteria berikut:

- Kapasitas angkut kendaraan
- Permintaan tiap retail
- jarak antar depot yang sesuai satu dengan lain.

Tabel 6 Pengelompokan tiap retail berdasarkan kapasitas kendaraan

Kode	Nama Costumer	Permintaan	Cluster	Kapasitas Kendaraan	Nomor Kendaraan
K2	Toko Nur	300			
K3	Toko Joses	200	1		
K4	Toko Kamto	300			
K5	Toko Abah	250			
K8	Toko Ida	300	2		
K15	Toko mawar	350		960 kg	PS110 L9976 KS
K9	Toko Soleh	200	3		
K6	Toko Mumtaza	250			
K10	Toko Jamali	200			
K16	Toko Safira	300	4		
K12	Toko Valfar	350			
K17	Toko Asti	350			
K13	Toko Kurnia	250	5		
K19	Toko Anam	200			
K11	Toko Pajiyo	250			
K14	Toko Rahayu	200	6	960 kg	PS110 L 3478 NF
K1	Toko Petis JY	250			
K20	Toko Akbar	225			
K18	Toko Fitri	300	7		
K7	Toko Kusen	250	8		

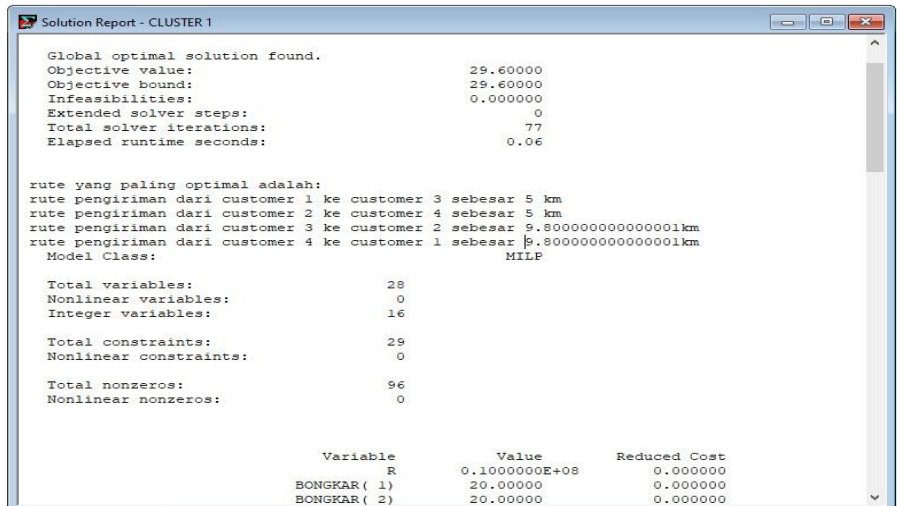
Dari tabel diatas dapat dilihat dalam pengelompokan retail berdasarkan kapasitas serta jarak dari depot ke alamat tujuan mendapatkan 8 cluster, maka dapat ditentukan rute pengiriman dari tiap tiap retail.

C. Pengolahan data mixed integer linear programming menggunakan aplikasi lingo

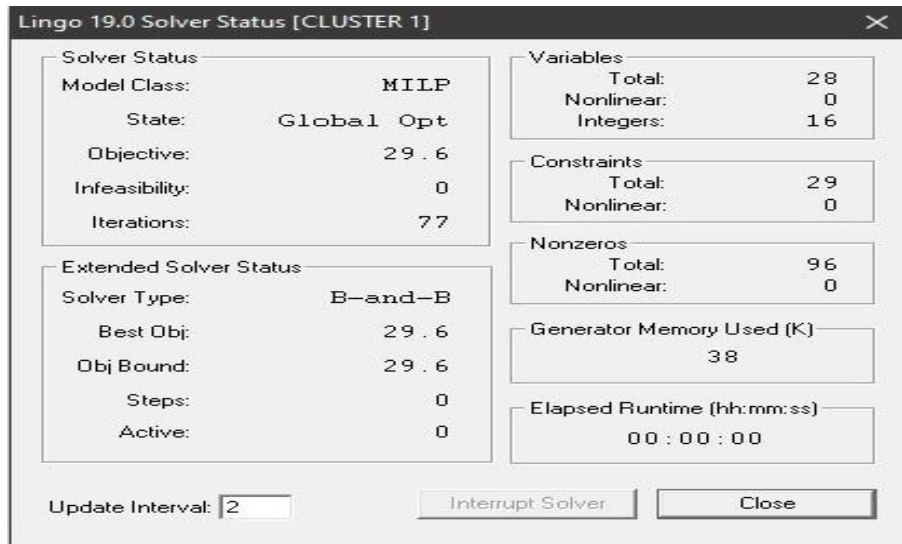
Pengolahan data dilakukan dimulai dengan memaparkan parameter serta variabel, kemudian memasukan data dan menjabarkan model tersebut ke dalam bahasa program Lingo versi 19.0. Tahapan perubahan model matematis ke bahasa *lingo* tentang perhitungan jarak di tiap – tiap cluster.

1) Input Lingo Cluster 1

Setelah model matematis diubah ke dalam bahasa Lingo kemudian Bahasa Lingo tadi di proses meningkatkan secara optimal kedalam aplikasi Lingo menggunakan klik tombol *solve* atau perintah keyboard CTRL + U. maka perangkat lunak Lingo akan memproses optimasi tersebut sampai muncul ventilasi baru yang berjudul *solution report*, *solution report* ini erupakan hasil berasal proses optimasi asal model tadi. berikut adalah hasil berasal *solution report*.



Gambar 1 Output jarak cluster 1



Gambar 1 Ouput jarak cluster 1

Berdasarkan hasil *solution report* di cluster 1, dihasilkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal *solution found*, yg artinya proses meningkatkan secara optimal pada cluster 1 membentuk solusi yg paling optimal. dengan *objective values* sebesar 29,6 yang ialah total jarak pengiriman di cluster 1 adalah 29,6 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster 1 mampu dipandang pada yang akan terjadi *solution report* di variabel keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka dihasilkan $x(1, 3)$, $x(2,4)$, $x(3, 2)$, $x(4, 1)$ dengan urutan 1- 3-2 - 4 – 1.

2) Input Lingo Cluster 2

Global optimal solution found.
Objective value: 20.40000
Objective bound: 20.40000
Infeasibilities: 0.000000
Extended solver steps: 0
Total solver iterations: 58
Elapsed runtime seconds: 0.09

rute yang paling optimal adalah:
rute pengiriman dari customer 1 ke customer 4 sebesar 0.0000000000000001 km
rute pengiriman dari customer 2 ke customer 3 sebesar 4.7 km
rute pengiriman dari customer 3 ke customer 1 sebesar 4.9 km
rute pengiriman dari customer 4 ke customer 2 sebesar 2 km

Model Class: MILP

Total variables: 28
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 16

Total constraints: 29
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 96
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
R	0.1000000E+08	0.000000
BONGKAR (1)	20.00000	0.000000
BONGKAR (2)	20.00000	0.000000
BONGKAR (3)	20.00000	0.000000
BONGKAR (4)	20.00000	0.000000
BUKA (1)	0.000000	0.000000
BUKA (2)	0.000000	0.000000
BUKA (3)	0.000000	0.000000

Gambar 3 Output jarak cluster 2

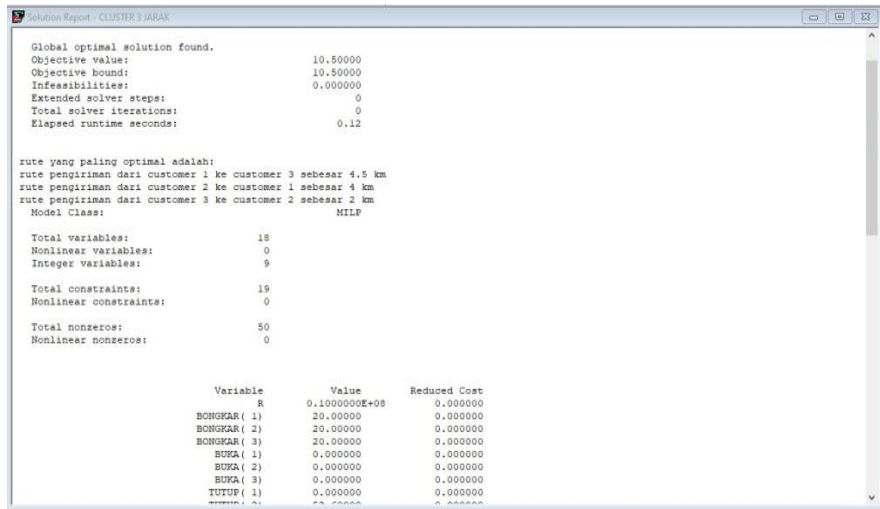
Lingo 19.0 Solver Status [CLUSTER 2 JARAK]

Solver Status		Variables	
Model Class:	MILP	Total:	28
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	20.4	Integers:	16
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	58	Total:	29
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	20.4	Total:	96
Obj Bound:	20.4	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	37	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00 : 00 : 00	
Close			

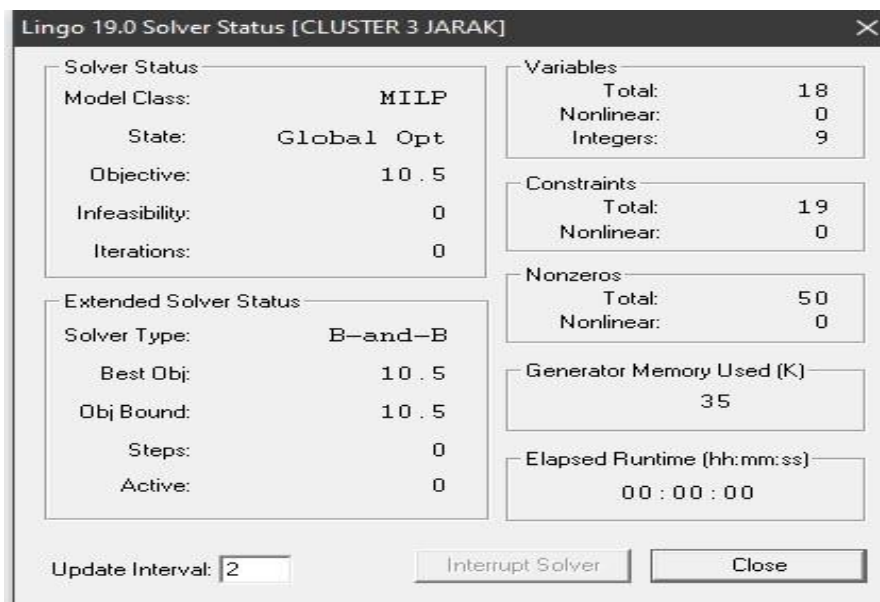
Gambar III Ouput jarak cluster 2

Berdasarkan hasil solution report pada cluster 2, dihasilkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster dua membuat solusi yang paling optimal. dengan *objective values* sebesar 20,4 ialah total jarak pengiriman pada cluster 2 artinya 20,4 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster 2 mampu dipandang di hasil solution report pada variabel keputusan $x(i, j)$ menggunakan nilai 1, maka dihasilkan $X(1, 4)$, $X(2, 3)$, $X(4, 2)$, $X(3, 1)$ dengan urutan 1-4-2-3-1.

3) Input Lingo Cluster 3



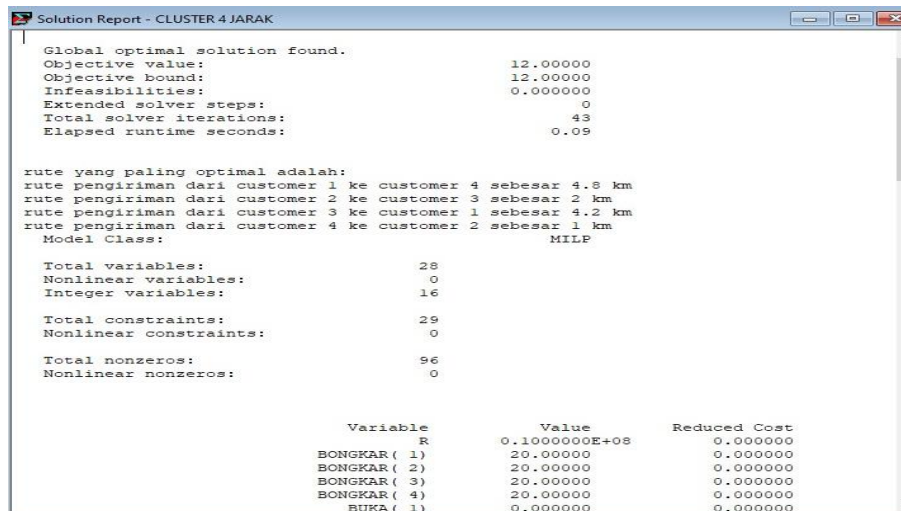
Gambar 5 Output jarak cluster 3



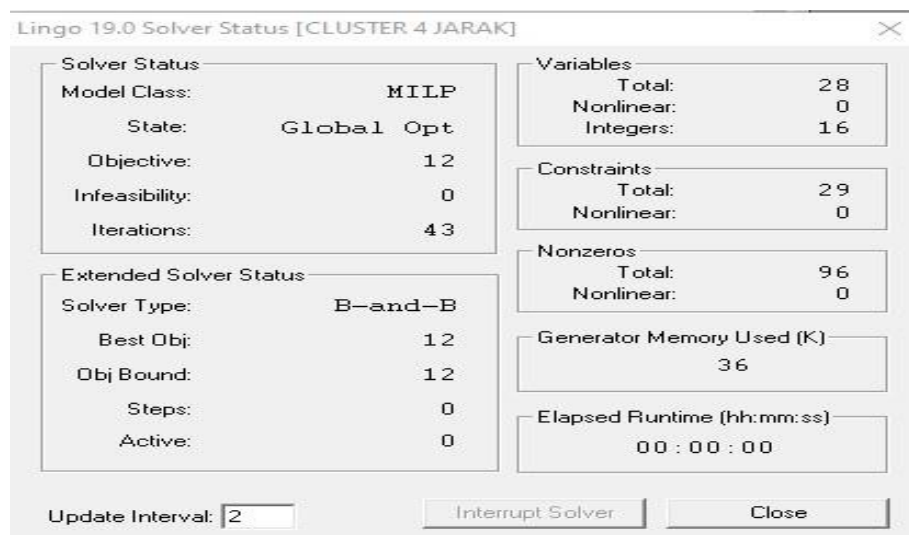
Gambar 6 Output jarak cluster 3

Berdasarkan hasil solution report di cluster tiga didapatkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster tiga membuat solusi yang paling optimal. dengan objective values sebesar 10,5 yang adalah total jarak pengiriman pada cluster tiga ialah 10,4 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster tiga mampu dilihat pada hasil solution report di variabel keputusan $X(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $X(1, 3)$, $X(3, 2)$, $X(2, 1)$ dengan urutan 1- 3 - 2- 1.

4) Input Lingo Cluster 4



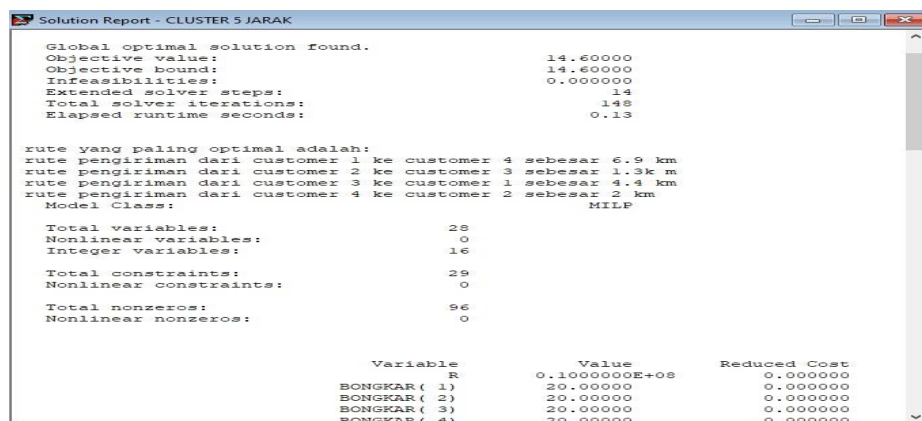
Gambar 7 Output jarak cluster 5



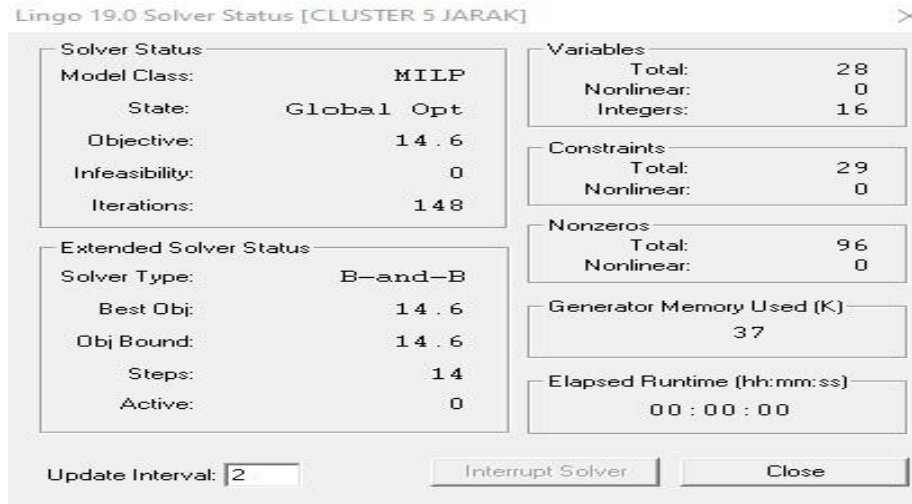
Gambar 8 Output jarak cluster 4

Berdasarkan hasil *solution report* di cluster 4 didapatkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster tiga membuat solusi yang paling optimal. dengan *objective values* sebesar 12 yang adalah total jarak pengiriman pada cluster 4 ialah 12 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster tiga mampu dilihat pada hasil solution report di variabel keputusan $X(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $X(1, 4)$, $X(2, 3)$, $X(4, 2)$, $X(3,1)$ yaitu urutan 1- 4 – 2 – 3 - 1.

5) Input Lingo Cluster 5



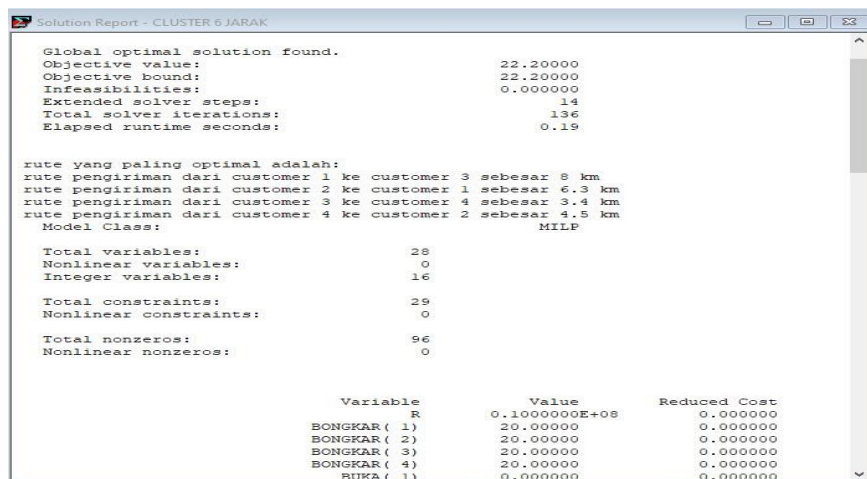
Gambar 9 Output jarak cluster 5



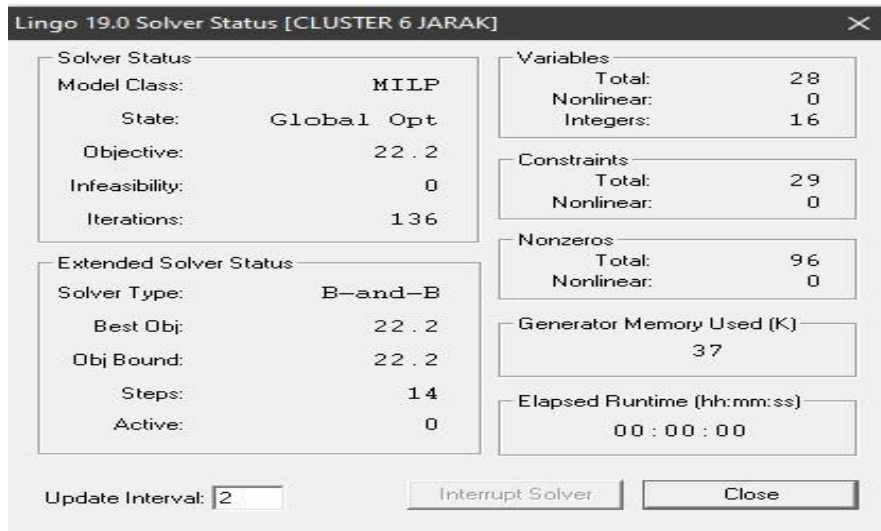
Gambar 10 Output jarak cluster 5

Berdasarkan hasil *solution report* di cluster 5 didapatkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster tiga membuat solusi yang paling optimal. dengan *objective values* sebesar 14,6 yang artinya adalah total jarak pengiriman pada cluster 5 ialah 14,6 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster tiga mampu dilihat pada hasil solution report di variabel keputusan $X(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan adalah $X(1, 4)$, $X(2, 3)$, $X(4, 2)$, $(3,1)$ yaitu urutan 1- 4 – 2 – 3 - 1.

6) Input Lingo Cluster 6



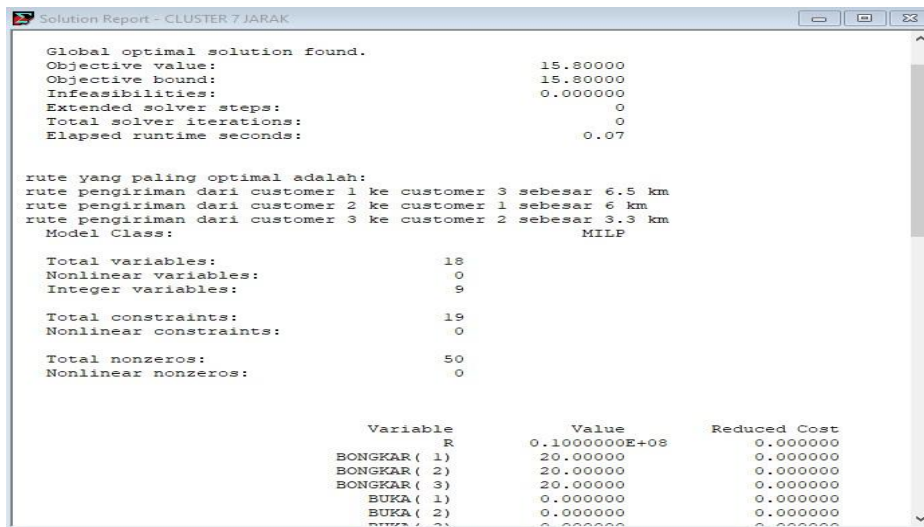
Gambar 11 Output jarak cluster 6



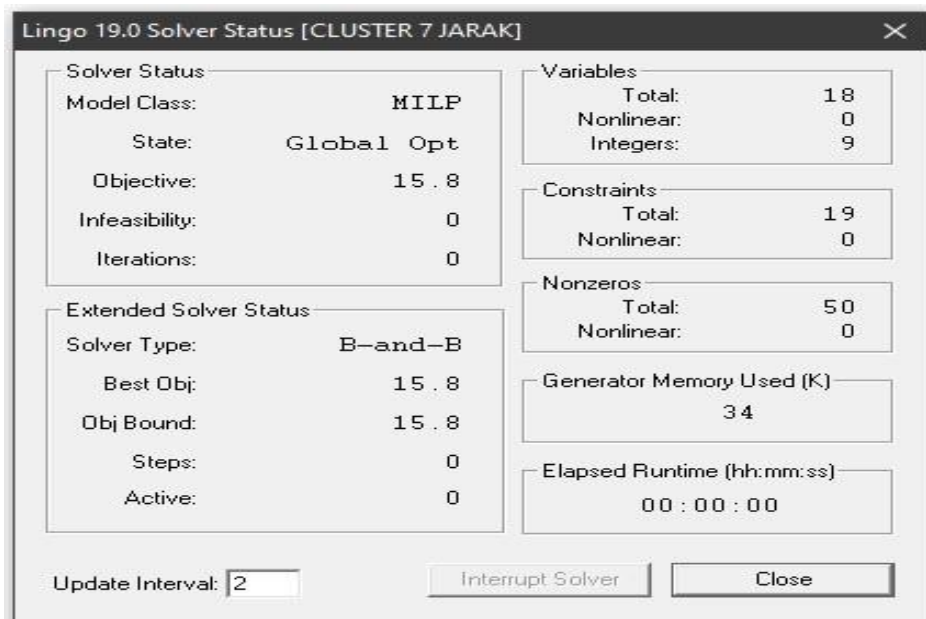
Gambar 12 Ouput jarak cluster 6

Berdasarkan hasil *solution report* di cluster 6 didapatkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster tiga membuat solusi yang paling optimal. dengan *objective values* sebesar 22,2 yang artinya adalah total jarak pengiriman pada cluster 6 ialah 14,6 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster tiga mampu dilihat pada hasil solution report di variabel keputusan X (i, j) dengan nilai 1, maka didapatkan adalah X (1, 3), X (4, 3), X (4, 2), X (2,1) yaitu urutan 1- 3 – 4 – 2 – 1

7) Input Lingo Cluster 7



Gambar 13 Output jarak cluster 7



Gambar 14 Output jarak cluster 7

Berdasarkan hasil *solution report* di cluster 7 didapatkan bahwa proses meningkatkan secara optimal membuat global optimal solution found, yang merupakan proses optimasi pada cluster tiga membuat solusi yang paling optimal. dengan *objective values* sebesar 15,8 yang artinya adalah total jarak pengiriman pada cluster 7 ialah 15,8 KM. buat urutan rute kunjungan di cluster tiga mampu dilihat pada hasil *solution report* di variabel keputusan $X(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan adalah $X(1, 3)$, $X(3, 2)$, $X(2, 1)$ dengan urutan 1- 3 -2 - 1 .

8) Input Lingo Cluster 8

Pada cluster 8 didapatkan rute eksklusif yaitu dengan yaitu dengan rute CV Makmur Jaya - Toko Kusen – CV Makmur Jaya dengan jarak tempuh 9,8 KM dan mengangkut 250 Kg gula pasir.

D. Rute Usulan yang didapatkan dengan Alternatif Jarak Biaya dan Waktu Tempuh

Rute awal yang di miliki perusahaan terdapat 11 rute. Pada rute awal perusahaan terlihat bahwa terdapat perubahan dari segi rute, yaitu setelah melakukan pengelompokan (cluster) ulang mendapatkan rute yang baru menjadi 8 rute dengan dapat menghemat biaya dalam setiap rutanya.

1. Perhitungan Presentase Penghematan Biaya perbandingan Ongkos awal dan ongkos Usulan

Tabel 7 Penghematan Biaya

Biaya Awal perusahaan		
Armada	Urutan Tujuan	Total Biaya
PS110 L9976 KS	G – K1 – G	Rp775.000
	G – K9 – K12 – G	
	G – K2 – K4 – G	
	G – K16 – K20 – G	
	G – K8 – K15 – G	
PS110 L 3478 NF	G – K7 – G	Rp683.000
	G – K14 – K17 – G	
	G – K6 – K18 – G	
	G – K3 – K5 – G	
	G – K11 – G	
	G – K10 – K13 – G	

Rute Usulan		
Armada	Urutan Tujuan	Total Biaya
PS110 L 9976 KS	G – K2 – K3 – K4 – G	Rp674.500
	G – K5 – K8 – K15 – G	
	G – K9 – K6 – G	
	G – K10 – K16 – K12 – G	
PS110 L 3478 NF	G – K17 – K13 – K19 – G	Rp663.500
	G – K11 – K14 – K1 – G	
	G – K20 – K18 – G	
	G – K7 – G	

Biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk armada 1 dengan nomor polisi L9976 KS untuk

- Rute ke 1 yaitu G – K2 – K3 – K4 – G sebesar Rp58.000 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp188.250,00
- Rute ke 2 yaitu G – K5 – K8 – K15 – G sebesar Rp43.250 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp173.250.
- Rute ke 3 yaitu G – K9 – K6 – G sebesar Rp23.750 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp153.250.
- Rute ke 4 yaitu G – K10 – K16 – K12 – G sebesar Rp29.250 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp159.250.

Total biaya yang dikeluarkan untuk armada 1 dengan nomor polisi L9976 KS adalah sebesar Rp674.500,00

Biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk armada 2 dengan nomor polisi L 3478 NF untuk

- Rute 5 yaitu G – K17 – K13 – K19 – G sebesar Rp36.000 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp166.000.
- Rute 6 yaitu G – K11 – K14 – K1 – G sebesar Rp55.500 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp188.500.
- Rute 7 yaitu G – K20 – K18 – G sebesar Rp39.500 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp169.500.
- Rute 8 yaitu G – K7 – G sebesar Rp12.000 di tambah biaya pekerja sebesar Rp130.000, jadi total uang yang dikeluarkan sebesar Rp142.000.

Total biaya yang dikeluarkan untuk armada 2 dengan nomor polisi L 3478 NF adalah sebesar Rp663.500,00. Jadi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk dua armada adalah sebesar Rp1.338.000

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, persentase penghematan biaya yang diusulkan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{total biaya awal} - \text{total biaya rute usulan}}{\text{total biaya awal}} \times 100\% \quad (2)$$

$$= \frac{Rp1.458.000 - Rp1.338.000}{Rp1.413.000} \times 100\% = 8.23\%$$

Jika dihitung persentase penghematan biaya maka persentase biaya adalah 8,23%, penghematan Rp120.000 untuk sekali pengiriman.

2. Perhitungan Presentase Penghematan Jarak Tempuh

Perbandingan data jarak awal perusahaan dan jarak usulan yang didapatkan tabel 8 Penghematan Jarak

Rute Awal Perusahaan		
Armada	Urutan Tujuan	Total Jarak Tempuh (km)
PS110	G – K1 – G	116 km

L9976 KS	<u>G – K9 – K12 – G</u> <u>G – K2 – K4 – G</u> <u>G – K16 – K20 – G</u> <u>G – K8 – K15 – G</u>	
PS110 L 3478 NF	<u>G – K7 – G</u> <u>G – K14 – K17 – G</u> <u>G – K6 – K18 – G</u> <u>G – K3 – K5 – G</u> <u>G – K11 – G</u> <u>G – K10 – K13 – G</u>	90 km

Rute Usulan

Armada	Urutan Tujuan	Total Jarak Tempuh (km)
	<u>G – K2 – K3 – K4 – G</u>	
PS110 L 9976 KS	<u>G – K5 – K8 – K15 – G</u> <u>G – K9 – K6 – G</u> <u>G – K10 – K16 – K12 – G</u>	79 km
	<u>G – K17 – K13 – K19 – G</u>	
PS110 L 3478 NF	<u>G – K11 – K14 – K1 – G</u> <u>G – K20 – K18 – G</u> <u>G – K7 – G</u>	74 km

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, persentase penghematan jarak yang disarankan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{total jarak awal} - \text{total jarak rute usulaan}}{\text{total jarak awal}} \times 100\% \quad (3)$$

$$= \frac{206 - 153}{206} \times 100\% = 25\%$$

Dengan menggunakan perhitungan persentase di atas, penghematan jarak yang disarankan adalah 25% atau 53km.

3. Perhitungan Presentase Waktu Tempuh

Perbandingan data waktu awal perusahaan dan dan waktu usulan yang di dapat

tabel 9 Penghematan waktu

Waktu Awal Perusahaan		
Armada	Urutan Tujuan	Total Waktu (menit)
	<u>G – K1 – G</u>	
PS110 L9976 KS	<u>G – K9 – K12 – G</u> <u>G – K2 – K4 – G</u> <u>G – K16 – K20 – G</u> <u>G – K8 – K15 – G</u>	150 menit
	<u>G – K7 – G</u>	
	<u>G – K14 – K17 – G</u>	
PS110 L 3478 NF	<u>G – K6 – K18 – G</u> <u>G – K3 – K5 – G</u> <u>G – K11 – G</u> <u>G – K10 – K13 – G</u>	108 menit

Rute Usulan		
Armada	Urutan Tujuan	Total Waktu (menit)
PS110	G – K2 – K3 – K4 – G	96 menit

L 9976 KS	G – K5 – K8 – K15 – G	88 menit
	G – K9 – K6 – G	
	G – K10 – K16 – K12 – G	
PS110	G – K17 – K13 – K19 – G	88 menit
	G – K11 – K14 – K1 – G	
	G – K20 – K18 – G	
L 3478 NF	G – K7 – G	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan waktu tempuh untuk rute sendiri perusahaan dari CV Makmur Jaya. Maka persentase penghematan waktu yang disarankan adalah:

$$\frac{\text{total waktu tempuh awal} - \text{total waktu rute usulaan}}{\text{total waktu tempuh awal}} \times 100\% \quad (4)$$

$$= \frac{258 - 184}{258} \times 100\% = 28\%$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan presentase penghematan waktu tempuh sebesar 28%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Rute usula yang didapat dari pengelompokan menghasilkan 8 rute yang bagi dalam 2 armada antara lain:

Rute yang digunakan oleh armada 1 PS110 L 9976 KS

1. CV Makmur Jaya - Toko Nur – Toko Jose – Toko Kamto - CV Makmur Jaya
2. CV Makmur Jaya - Toko Abah – Toko Ida – Toko Mawar - CV Makmur Jaya
3. CV Makmur Jaya - Toko Soleh – Toko Mumtaza - CV Makmur Jaya
4. CV Makmur Jaya - Toko Jamali – Toko Safira – Toko Valfar - CV Makmur Jaya

Rute yang digunakan armada 2 PS110 L 3478 NF

5. CV Makmur Jaya - Toko Asti – Toko Kurnia – Toko Anam - CV Makmur Jaya
6. CV Makmur Jaya - Toko Pajiyo – Toko Rahayu – Toko Petis Jaya - CV Makmur Jaya
7. CV Makmur Jaya - Toko Akbar – Toko Fitri - CV Makmur Jaya
8. CV Makmur Jaya - Toko Kusen - CV Makmur Jaya

2. Berdasarkan model MILP (Mixed Integer Linear Programming) menggunakan software Lingo 19.0. Perusahaan dapat menghemat 25% yaitu 53 km dari rute semula, namun menghemat 8,23% atau Rp 120.000 biaya pengiriman awal perusahaan serta penghematan 28% waktu tempuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung Chandra, & Bambang Setiawan. (2018). Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP). *Manajemen Transportasi & Logistik*, 05(02), 105–116.
- [2] Laila Nafisah, M. S. A. K. D. M. K. (2020). Analisis Penentuan Rute Distribusi Dengan Pendekatan Vehicle Routing Problem Mempertimbangkan Time Windows dan Permintaan Untuk Meminimasi Biaya Transportasi. *Industrial Engineering Conference (IEC)2020*,
- [3] Lukman . (2021) . SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Penerbit CV. Cahaya Bintang Cemerlang
- [4] Meilani, D., & Iswara, A. (2018). Aplikasi Penentuan Rute Distribusi LPG 3 Kg. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 17(2), 208. <https://doi.org/10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018>
- [5] Momon, A., & Ardiatma, D. W. (2018). Penentuan Rute Distribusi Suku Cadang Kendaraan Bermotor dalam Meminimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Inti Polymetal

- Karawang). *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 11(1), 17–24.
- [6] Martono, (2018). MANAJEMEN LOGISTIK TERINTEGRASI. JAKARTA: TIM PPM Manajemen Publishing.
- [7] Pujawan, I N., & Er, M. 2017. Supply Chain Management Edisi 3. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [8] Reza Riansyah, M., Abdi Setiawan, B., Yusuf, A., & Maulina, D. (2022). *Penentuan Keputusan Rute Distribusi Terbaik Menggunakan Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*.
- [9] Sucahyowati, H. (2011). Manajemen Rantai Pasokan (Supply Chain Management). *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 13(1), 20–28. <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v13i1.19>
- [10] Sutarman, P. D.I H. (2017). Dasar - Dasar manajemen Logistik. PT Refika Aditama.
- [11] Wibisono, E. (2018). *logika Logisttik*. Surabaya: Graha ilmu.