

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *MULTI PRODUCT* DAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP)* DI PT. ACIS EKAMULIA SUCAKTI

Teguh Irianto¹, Hilyatun Nuha²

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru No.45, Surabaya 60118 Telp. (031)5931800

Email : sayateguh18@gmail.com

ABSTRACT

PT. Acis Ekamulia Sucakti is a company engaged in the distribution of pet shop equipment located in Sidoarjo. The Company has several products that are : dog food, cat food, dog kemmels, cat kemmels and accessories at pet shops. In the vehicle fleet, PT. Acis Ekamulia Sucakti has 3 vehicles, namely 2 colt diesel vehicles and 1 L300 pick-up vehicle. Which is used to make deliveries to every retail. The company has problems with several different requests from various retailers so that the company does not optimize vehicle capacity. Based on these problems, the authors determine the route using the sweep algorithm method with the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) approach which aims to classify each retailer into small groups. From the results of retail grouping using the CVRP approach then route creation is carried out, to find the most optimal distance using the Lingo software. From data processing with the research route, it was found that the total distance on the route was 1031.99 km, the total delivery duration was 2480,2 minutes, and the total shipping cost was Rp.2,658,045. With percentage of savings on distance of 25,42% , delivery duration of 17,75% , shipping costs of 18,77%

Key Words : Transportation, Distribution, CVRP

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Distribusi merupakan salah satu kegiatan dalam proses bisnis yang harus diperhatikan untuk memenangkan persaingan industri yang semakin ketat. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kelancaran suatu proses distribusi antara lain sistem distribusi, penentuan rute distribusi, dan moda transportasi. PT. Acis Ekamulia Sucakti Surabaya yang berlokasi di Pergudangan Meiko Abadi II Gedangan, Sidoarjo merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang distributor perlengkapan *pet shop* seperti aksesoris hewan peliharaan, makanan anjing dan kucing, kandang hewan peliharaan. Target bisnis

PT. Acis Ekamulia Sucakti adalah melakukan pengiriman produk secara tepat, cepat, dan menghasilkan biaya yang minimal.

PT. Acis Ekamulia Sucakti Surabaya dituntut untuk dapat merancang kinerja pengiriman secara efektif dan efisien. Sedangkan dalam pemenuhan sasaran tersebut masih ada permasalahan dari perusahaan dimana dalam pengiriman produk ke beberapa daerah pemasaran belum adanya perencanaan pengiriman dan pendistribusian barang yang tepat yaitu dalam menentukan jalur distribusi ke customer yang mengakibatkan jalur pengiriman yang ditempuh semakin panjang tanpa melihat terlebih dahulu kapasitas dari kendaraan dan jarak yang akan ditempuh sehingga mengakibatkan biaya transportasi menjadi mahal.

2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut , maka rumusan masalah yang dikemukakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana rute pengiriman produk yang paling tepat untuk meminimalkan biaya transportasi ?
- b. Berapa penghematan biaya distribusi yang diperoleh setelah dilakukan perbaikan ?

3. Tujuan

Berdasarkan permasalahan diatas , maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui rute pengiriman produk yang paling tepat dan optimal untuk meminimalkan biaya transportasi
- b. Mendapatkan penghematan biaya distribusi setelah dilakukan perbaikan

4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini, antar lain :

- a. Bagi Perusahaan, yaitu dapat membantu pihak manajemen perusahaan dalam menentukan rute distribusi dalam proses distribusi barang menjadi lebih efektif dan efisien
- b. Bagi Pembaca, yaitu sebagai referensi dalam melakukan penelitian lanjutan mengenai manajemen distribusi dan transportasi. Selain itu juga dapat memberi gambaran umum kepada pembaca dalam menentukan topik penelitian

5. Tinjauan Pustaka

A. Manajemen Logistik

manajemen logistik merupakan suatu sistem yang mengatur seluruh proses dalam organisasi atau perusahaan untuk merencanakan dan mengirimkan barang kepada konsumen (Martono, 2018)

B. Manajemen Distribusi

Manajemen distribusi merupakan strategi yang mengarah pada pengembangan kebijakan efektif dimulai pada perencanaan, mengoperasikan, mengorganisasikan, dan mengendalikan suatu proses memindahkan barang pada lokasi tertentu untuk mencapai tujuan perusahaan (Kodrat, 2009, p. 20)

C. Saluran Distribusi

Menurut Kodrat, (2009:22–23) fungsi saluran distribusi merupakan seluruh kegiatan yang dilakukan oleh anggota saluran distribusi untuk mengirimkan barang dari produsen ke konsumen pada pelaksanaannya menimbulkan perbedaan (gap) aliran barang dari konsumen, berikut macam-macam gap yang terjadi :

- Geographical gap yaitu perbedaan jarak tempat produksi dengan lokasi konsumen yang telah tersebar luas
- Time gap yaitu terjadi perbedaan waktu pembelian dan konsumsi pada produk terjadi pada waktu tertentu sedangkan penghematan produksi dilakukan secara terus-menerus
- Quantity gap yaitu terjadi perbedaan jumlah produk karena produksi dilakukan terus-menerus dengan anggapan biaya per unit yang lebih hemat sedangkan konsumsi dari produk tersebut lebih minim.
- Variety gap yaitu produsen memproduksi varian produk dalam jumlah yang besar sedangkan pada saat itu tidak sama apa yang dibutuhkan oleh konsumen
- Communication dan information gap terjadi karena konsumen tidak mengetahui sumber dari produk yang dikonsumsi sedangkan produsen tidak mengetahui siapa dan dimana konsumen yang berpotensi untuk mengonsumsi produk tersebut.

D. Biaya Transportasi

Menurut (Martono, 2018, pp. 206-209) biaya transportasi dibagi menjadi 2 yaitu, biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*Variabel cost*)

a. Fixed Cost

- Biaya bunga investasi
- Biaya legal
- Biaya Overhead

b. Variabel Cost

- Uang BBM (Solar)
- Uang makan
- Uang luar kota
- Parkir
- Bayar Toll
- Uang Hotel
- Uang lain-lain

E. Model Variasi VRP

(Prana, 2007) terdapat 7 model variasi pada *vehicle routing problem*, yaitu :

- *Capacitated Vehicled Routing Problem (CVRP)*
- *Heterogeneous Fleet VRP*
- *VRP With Tome Windows*
- *Multiple Depot VRP (MDVRP)*
- *VRP With Pick Up and Delivering (VRPPD)*
- *Split Delivery VRP (SDVRP)*
- *Stochastic VRP (SVRP)*
- *Periodic VRP (PVRP)*

F. LINGO

LINGO adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pemrograman linear, non-linear dan integer. LINGO sudah banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan yang bertujuan untuk membantu membuat perencanaan produksi sehingga mendapatkan keuntungan yang optimum dan biaya yang minimum.

MATERI DAN METODE

1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari Gudang PT. Acis Ekamulia Sucakti dan beberapa data lainnya didapat melalui wawancara terhadap karyawan PT. Acis Ekamulia Sucakti. Dan berikut data yang diperoleh antara lain :

A. Jumlah Permintaan pada masing masing retail

Data tersebut berisi jumlah permintaan barang pada masing-masing ritel, dan data tersebut diambil pada bulan Januari – Agustus 2020.

B. Rute pengiriman

Data ini merupakan rute yang dilalui oleh Gudang PT. Acis Ekamulia pada saat melakukan pengiriman. Rute bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Rute Aktual

Rute	No	Retail
1	0	Gudang
	1	Tk. Subur Makmur
	2	Warnawarni Petshop
	3	Family Petshop
	4	Yenni Petshop

Rute	No	Retail
	0	Gudang
2	0	Gudang
	5	Husqy Petshop
	6	Raissa Petshop
	7	Garfield Petshop
	8	Icing Petshop
	0	Gudang
3	0	Gudang
	9	Matahari Petshop
	10	Griya Kucing
	0	Gudang
4	0	Gudang
	11	Omicats Kedungcowek
	12	Omicats Pacarkeling
	13	Exp. Makharya
	14	Ainarul Petshop
	15	Exp. Papandayan
	0	Gudang
5	0	Gudang
	16	Hyuna Petshop
	17	Wicka Petshop
	18	My Hobby Petshop
	0	Gudang
6	0	Gudang
	19	Rumah Kucing
	20	Tk. Rejeki makmur
	21	Anugerah Pet
	22	Ria Wiyung
	23	My Petshop
	0	Gudang
7	0	Gudang
	24	VBD Petshop
	25	Purple Petshop
	26	Didi Pet house
	0	Gudang
8	0	Gudang
	27	Blessing Petshop
	28	Kapron Petshop
	29	Galery Petshop
	30	Alam Jaya Petshop
	0	Gudang

C. Kapasitas Kendaraan

Untuk menjaga kendaraan supaya kendaraan tersebut memiliki *lifetime* yang lebih lama, PT. Acis melakukan kebijakan dengan memiliki batas toleransi kendaraan sebesar 90% dari luas kapasitas kendaraan.

Tabel 2. Kapasitas Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Kapasitas Box	
		(p x l x t) (m3)	Berat (ton)
1	Hino	15,12 x 90% = 13,60	5 x 90% = 4,5
		16,23 x 90% = 14,61	5 x 90% = 4,5
2	L300	4,96 x 90% = 4,46	1,1 x 90% = 0,99

D. *Volume* dan Berat Barang yang Dikirim

Data tersebut berisikan total *volume* dan total berat pada masing-masing barang yang akan dikirim ke *retail*

E. Alamat Retail

Data ini berisikan mengenai alamat masing masing retail

F. Jarak Gudang dengan Antar Ritel

Pada kasus ini, penulis mencari tahu alamat retail terlebih dahulu, kemudian menggunakan bantuan aplikasi google maps untuk mengetahui jarak dari Gudang ke masing-masing retail.

G. Durasi Pengiriman

Pada penelitian ini, penulis mengasumsikan rata-rata kecepatan kendaraan yaitu 40km/jam untuk dalam kota dan 50km/jam untuk luar kota. Dan berikut rumus yang digunakan

$$waktu\ distribusi = \left(\frac{jarak\ distribusi}{kecepatan\ kendaraan} \times 60 \right) + Allowance\ 3\%$$

H. Biaya Pengiriman

Biaya pengiriman merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan setiap melakukan pengiriman barang. Berikut rincian pengeluaran biaya pada saat melakukan pengiriman :

Tabel 3. Rincian Pengeluaran Biaya Pengiriman

	Biaya
BBM (Solar)	Rp 5.150 / Liter Karena 1 liter dapat menempuh hingga 7km $Rp\ 5.150 : 7 = Rp\ 736 / Liter$
Uang Makan	Rp 20.000 / Trip / Orang
Uang Luar Kota	Rp 150.000 / Hari / Orang (Menginap) Rp 50.000 / Hari / Orang (Tanpa Menginap)
Hotel	Rp 150.000
Parkir	Rp 5.000 / Ritel
Uang Toll	Rp 0 – Rp 123.000
Lain-lain	Rp 100.000

I. *Time Windows* Tiap RitelTabel 4. *Time Windows*

No Ritel	<i>Time Windows</i>				No Ritel	<i>Time Windows</i>			
	Buka (Jam)	Buka (Menit)	Tutup (Jam)	Tutup (Menit)		Buka (Jam)	Buka (Menit)	Tutup (Jam)	Tutup (Menit)
0	8	480	18	1080	16	6	360	19	1140
1	8	480	18	1080	17	8	480	20	1200
2	9	540	23	1380	18	8	480	20	1200
3	7	420	21	1260	19	7	420	20	1200
4	9	540	21	1260	20	8	480	18	1080
5	9	540	21	1260	21	8	480	20	1200
6	7	420	23	1380	22	7	420	21	1260
7	9	540	20	1200	23	9	540	23	1380
8	8	480	21	1260	24	9	540	20	1200
9	7	420	19	1140	25	7	420	22	1320
10	7	420	21	1260	26	8	480	18	1080
11	8	480	20	1200	27	8	480	17	1020
12	8	480	21	1260	28	7	420	21	1260
13	8	480	17	1020	29	8	480	21	1260
14	5	300	22	1320	30	8	480	20	1200
15	8	480	17	1020					

2. Pengolahan Data

A. Pengembangan Model Matematis

Bertujuan untuk mempermudah pembacaan pada model matematis yang akan digunakan pada notasi.

a. Notasi Model Matematis

- Himpunan dan Indeks Matematis

N = Himpunan dari node termasuk Gudang dan retail toko

i = Indeks ritel i

j = Indeks ritel j

- Notasi Parameter

T_b = Waktu buka toko

T_t = Waktu tutup toko

T_l = Waktu bongkar barang

D = Jarak antar toko

T = Waktu memulai pelayanan toko

T_d = Durasi pengiriman

R = Bilangan riil

K = Kecepatan kendaraan dalam / luar kota

- Notasi Variabel Keputusan

$$x_{ij} = \begin{cases} \text{bernilai 1 jika kendaraan beroperasi dari } i \text{ ke } j \\ \text{bernilai 0 jika kendaraan tidak beroperasi} \end{cases}$$

b. Identifikasi model matematis

Bertujuan untuk menjelaskan fungsi tujuan dan masing masing fungsi batasan.

Fungsi Tujuan

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N D_{ij} x_{ij} \quad (4.1)$$

Tujuan model matematis (4,1) yaitu, meminimumkan jarak pengiriman dari ritel i ke ritel j

Fungsi Batasan

$$\sum_{i \neq j} x_{ij} = 1 \quad \forall j > 1 \quad (4.2)$$

Tujuan fungsi batasan (4,2) yaitu, kendaraan yang beroperasi hanya mengunjungi ritel dalam sekali perjalanan

$$\sum_{j > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \quad (4.3)$$

Tujuan fungsi batasan (4,3) yaitu, kendaraan akan berangkat dari Gudang PT. Acis

$$\sum_{i>1} x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1 \quad (4.4)$$

Tujuan fungsi batasan (4,4), yaitu kendaraan akan berakhir di Gudang PT. Acis

$$T_j \geq T_i + Tl_i + Td(i, j) - R(1 - x_{ij}) \quad \forall i = 1 \quad (4.5)$$

Tujuan fungsi batasan (4,5) yaitu, kendaraan tidak akan beroperasi ke ritel j sebelum melayani ritel i

$$\sum_{i=z} x_{iz} - \sum_{j=z} x_{jz} = 0 \quad (4.6)$$

Tujuan fungsi batasan (4,6) yaitu, pembentukan rute kendaraan yang beroperasi setelah sampai di ritel i , kemudian kendaraan akan melanjutkan berangkat ke ritel j

$$\sum_{i=1} T b_i \leq T_i \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1} T t_i \geq T_i + Tl_i \quad (4.8)$$

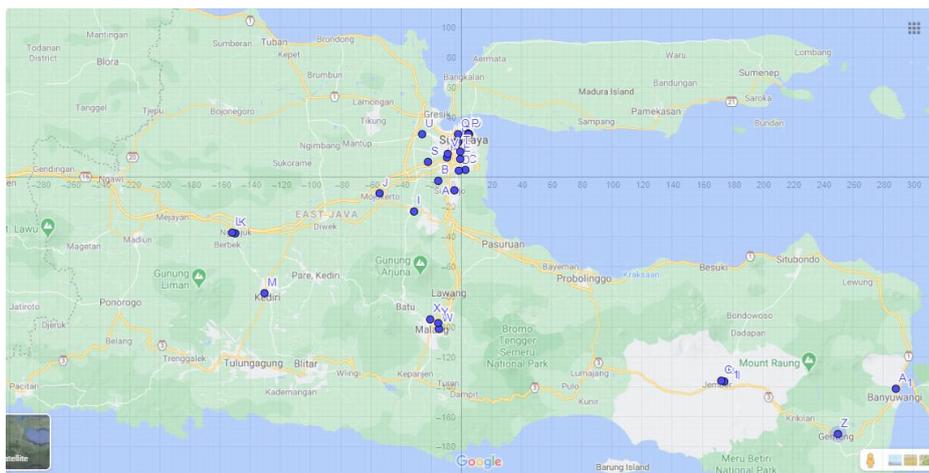
Tujuan fungsi batasan (4,7) dan (4,8) yaitu, waktu memulai layanan ritel i lebih dari jam buka ritel i kemudian melakukan pelayanan ritel dan bongkar kurang dari ritel i pada *time windows*.

$$x_{ij} \in (0,1) \quad \forall(i, j) = N \quad (4.9)$$

Tujuan fungsi batasan (4,9) yaitu, merupakan variable keputusan untuk kendaraan yang beroperasi akan memiliki variable *binary* yaitu 1 dan nilai 0 untuk yang tidak beroperasi.

3. Pengelompokan *Retail* dengan Metode *Algoritma Sweep*

A. Pada Langkah awal, penulis menggunakan bantuan aplikasi software GeoGebra dalam menentukan koordinat kartesius tiap ritel, dengan Gudang PT. Acis sebagai pusat koordinat.



Gambar 1. Koordinat tiap ritel

B. Langkah selanjutnya, mengubah kordinat kartesius menjadi sudut polar dan diurutkan dari sudut terkecil ke sudut terbesar. Berikut cara merubah kordinat kartesius menjadi sudut polar :

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

$$r = \sqrt{-4,61^2 + (-8,92^2)}$$

$$r = \sqrt{21,25 + 79,57} = \sqrt{100,82} = 10,04$$

$$\theta = \text{arc tan} \frac{y}{x}$$

$$\theta = \text{arc tan} \frac{-8,92}{-4,61}$$

$$\theta = \text{arc tan}(1,394) = 62,56^\circ$$

Tabel 5. Hasil pengurutan sudut polar

Ritel	Sudut Polar (θ)	Permintaan	
		Kubikasi (m ³)	Berat (Kg)
0	0	0	0
3	60,17	0,41	388
11	79,82	0,34	416
13	80,92	0,96	960
12	89,99	0,42	332
23	92,41	0,17	270
5	93,38	0,21	300
14	94,35	0,1	252
8	95,32	0,67	512
7	97,73	0,072	320
6	99,91	0,9	716
4	111,67	0,29	280
22	120,25	0,32	316
19	126,11	0,24	200
21	132,35	0,17	140
20	155,54	0,17	280
2	189,59	1,18	800
10	191,31	0,48	580
17	193,71	0,26	580

16	194,09	0,53	600
18	210,67	0,6	500
9	216,24	0,36	680
1	242,56	0,14	200
25	257,07	0,24	320
24	261,07	1,27	952
26	261,67	0,56	432
28	321,76	0,38	320
27	321,8	0,92	704
29	325,55	0,29	240
30	333,9	0,24	200

C. Kemudian melakukan pengelompokan untuk semua ritel dari sudut polar terkecil hingga sudut polar terbesar. Pada Langkah ini pengelompokan berdasarkan dari permintaan, berupa volume dan berat barang. Pengelompokan pada cluster baru akan dihentikan apabila mendekati batasan kapasitas volume dan berat kendaraan yang dipergunakan pada cluster tersebut. Langkah ini dilakukan berulang ulang hingga semua ritel masuk dalam cluster. Berikut hasil pengelompokan cluster dari setiap ritel dan kendaraan yang digunakan :

Tabel 6. Hasil Pengelompokan Cluster

Sudut polar (θ)	Ritel	Permintaan		Akumulasi Permintaan		Cluster	Kendaraan		Nomor Truk
		Kubikasi (m^3)	Berat (Kg)	Kubikasi (m^3)	Berat (Kg)		Kubikasi (m^3)	Berat (Kg)	
0	0	0	0	0	0				
60,17	3	0,49	388	0,49	388	1	13,60	4500	Hino 1
79,82	11	0,53	416	1,02	804				
80,92	13	1,24	960	2,26	1769				
89,99	12	0,42	332	2,68	2101				
92,41	23	0,38	270	3,06	2371				
93,38	5	0,36	300	3,42	2671				
94,35	14	0,32	252	3,74	2923				
95,32	8	0,64	512	4,38	3435				

97,73	7	0,38	320	4,76	3755				
99,91	6	0,9	716	5,66	4471				
111,67	4	0,34	280	0,34	280	2	4,64	990	L300
120,25	22	0,41	316	0,75	596				
126,11	19	0,24	200	0,99	796				
132,35	21	0,17	140	1,16	936				
155,54	20	0,31	280	0,31	280				
189,59	2	1,18	800	1,51	1080	3	13,60	4500	Hino 1
191,31	10	0,74	580	2,25	1660				
193,71	17	0,74	580	2,99	2240				
194,09	16	0,84	600	3,83	2840				
210,67	18	0,6	500	4,43	3340				
216,24	9	0,86	680	5,29	4020				
242,56	1	0,24	200	5,53	4220				
257,07	25	0,42	320	0,42	320				
261,07	24	1,25	952	1,77	1272	4	14,61	4500	Hino 2
261,67	26	0,56	432	2,33	1704				
321,76	28	0,38	320	2,71	2024				
321,8	27	0,92	704	3,63	2728				
325,55	29	0,29	240	3,92	2968				
333,9	30	0,24	200	4,16	3168				

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dari hasil metode Algoritma Sweep dan running Software LINGO didapatkan 4 rute baru, dengan rincian :

1. Rute Cluster 1

Berdasar dari hasil *solution report* pada cluster 1, didapatkan bahwa model proses optimasi menghasilkan *Global Optimal Solution Found* yang artinya proses optimasi pada cluster 1 sudah menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 74,24 yang artinya total jarak pengiriman pada cluster 1 sebesar 74,24km.

Maka pada *cluster 1* didapatkan urutan rute yaitu Gudang PT. Acis – *MyPetshop* Gunungsari – *Raissa Petshop* – *Garfield Petshop* – *Icing Petshop* – *Ainarul Petshop* – *Omicats Kedungcowek* – *Omicats Pacar Keling* – *Makharya*

Cargo – Husqy Petshop – Family Petshop – Gudang PT. Acis dengan menggunakan truk Hino 1 kapasitas 13,6 m³ dan 4,5 ton

2. Rute Cluster 2

Berdasar dari hasil *solution report* pada *cluster 2*, didapatkan bahwa model proses optimasi menghasilkan *Global Optimal Solution Found* yang artinya proses optimasi pada *cluster 2* sudah menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 73,9 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 2* sebesar 73,9km.

Maka pada *cluster 2* didapatkan urutan rute yaitu Gudang PT. Acis – Rumah Kucing Surabaya – Anugerah *Petshop* – Ria Wiyung – Yenni *Petshop* – Gudang PT. Acis dengan menggunakan kendaraan L300 kapasitas 4,64m³ dan 990 kg

3. Rute Cluster 3

Berdasar dari hasil *solution report* pada *cluster 3*, didapatkan bahwa model proses optimasi menghasilkan *Global Optimal Solution Found* yang artinya proses optimasi pada *cluster 3* sudah menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 276,05 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 3* sebesar 276,05km.

Maka pada *cluster 3* didapatkan urutan rute yaitu Gudang PT. Acis – Tk. Rejeki Makmur – MyHobby *Petshop* – Wicka *Petshop* – Hyuna *Petshop* – Griya Kucing – Matahari *Petshop* – Tk. Subur Makmur – Warnawarni *Petshop* – Gudang PT. Acis dengan menggunakan kendaraan truk Hino kapasitas 13,60m³ dan 4,5 ton.

4. Rute Cluster 4

Berdasar dari hasil *solution report* pada *cluster 4*, didapatkan bahwa model proses optimasi menghasilkan *Global Optimal Solution Found* yang artinya proses optimasi pada *cluster 4* sudah menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 609,8 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 4* sebesar 609,8km.

Maka pada *cluster 3* didapatkan urutan rute yaitu Gudang PT. Acis – Purple *petshop* – Didi *pet house* – VDB *petshop* – Kapron *petshop* – Blessing *petshop* – Galery *petshop* – Alam Jaya *petshop* – Gudang PT. Acis dengan menggunakan kendaraan truk Hino kapasitas 14,61m³ dan 4,5 ton.

B. Durasi Pengiriman Tiap Cluster

1. Cluster 1

$$\text{waktu distribusi} = \left(\frac{72,24}{40} \times 60 \right) + 3\% = 111,61 \text{ menit}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times \text{total kunjungan}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times 10 = 400 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas maka dijumlahkan antar waktu distribusi dan waktu bongkar $111,61 + 400 = 511,61$ menit.

2. Cluster 2

$$\text{waktu distribusi} = \left(\frac{73.9}{40} \times 60 \right) + 3\% = 114,18 \text{ menit}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times \text{total kunjungan}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times 4 = 160 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas maka dijumlahkan antar waktu distribusi dan waktu bongkar $114,18 + 160 = 274,18$ menit.

3. Cluster 3

$$\text{waktu distribusi} = \left(\frac{276.05}{50} \times 60 \right) + 3\% = 341,2 \text{ menit}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times \text{total kunjungan}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times 8 = 320 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas maka dijumlahkan antar waktu distribusi dan waktu bongkar $341,2 + 320 = 661.2$ menit

4. Cluster 4

$$\text{waktu distribusi} = \left(\frac{609.8}{50} \times 60 \right) + 3\% = 753,71 \text{ menit}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times \text{total kunjungan}$$

$$\text{waktu bongkar} = 40 \text{ menit} \times 7 = 280 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas maka dijumlahkan antar waktu distribusi dan waktu bongkar $753.71 + 280 = 1033,21$ menit.

C. Biaya Pengiriman Tiap Cluster

1. Cluster 1

Tabel 7. Rincian Biaya Cluster 1

Jenis Biaya	Biaya	Rumus
BBM (Solar)	Rp 53.169	Total jarak x biaya BBM
Uang Makan	Rp 40.000	Jumlah sopir x uang makan
Uang Luar Kota	Rp 0	Jumlah sopir x uang luar kota x hari
Hotel	Rp 0	
Parkir	Rp 50.000	Biaya parkir x total kunjungan
Toll	Rp 0	
Uang Lain-lain	Rp 100.000	
Total	Rp 243.169	

2. Cluster 2

Tabel 8. Rincian Biaya Cluster 2

Jenis Biaya	Biaya	Rumus
BBM (Solar)	Rp 54.390	Total jarak x biaya BBM
Uang Makan	Rp 40.000	Jumlah sopir x uang makan
Uang Luar Kota	Rp 0	Jumlah sopir x uang luar kota x hari
Hotel	Rp 0	
Parkir	Rp 20.000	Biaya parkir x total kunjungan
Toll	Rp 0	
Uang Lain-lain	Rp 100.000	
Total		Rp 214.390

3. Cluster 3

Tabel 9. Rincian Biaya Cluster 3

Jenis Biaya	Biaya	Rumus
BBM (Solar)	Rp 203.173	Total jarak x biaya BBM
Uang Makan	Rp 80.000	Jumlah sopir x uang makan
Uang Luar Kota	Rp 300.000	Jumlah sopir x uang luar kota x hari
Hotel	Rp 150.000	
Parkir	Rp 40.000	Biaya parkir x total kunjungan
Toll	Rp 52.000	
Uang Lain-lain	Rp 100.000	
Total		Rp 925.173

4. Cluster 4

Tabel 10. Rincian Biaya Cluster 4

Jenis Biaya	Biaya	Rumus
BBM (Solar)	Rp 448.813	Total jarak x biaya BBM
Uang Makan	Rp 80.000	Jumlah sopir x uang makan
Uang Luar Kota	Rp 300.000	Jumlah sopir x uang luar kota x hari

Hotel	Rp 150.000	
Parkir	Rp 35.000	Biaya parkir x total kunjungan
Toll	Rp 161.500	
Uang Lain-lain	Rp 100.000	
Total		Rp 1.275.313

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Rute hasil penelitian didapat sebagai berikut :
 - Rute 1 yaitu Gudang PT. Acis – *MyPetshop* Gunungsari – *Raissa Petshop* – *Garfield Petshop* – *Icing Petshop* – *Ainarul Petshop* – *Omicats Kedungcowek* – *Omicats Pacar Keling* – *Makharya Cargo* – *Husqy Petshop* – *Family Petshop* – Gudang PT. Acis. Dengan jarak pengiriman 72,24 km , durasi pengiriman 508,4 menit , dan biaya pengiriman sebesar Rp 243.169
 - Rute 2 yaitu Gudang PT. Acis – Rumah Kucing Surabaya – *Anugerah Petshop* – *Ria Wiyung* – *Yenni Petshop* – Gudang PT. Acis. Dengan jarak 73,9 km , durasi pengiriman 270,9 menit , dan biaya pengiriman sebesar Rp 214.390
 - Rute 3 yaitu Gudang PT. Acis – Tk. Rejeki Makmur – *MyHobby Petshop* – *Wicka Petshop* – *Hyuna Petshop* – *Griya Kucing* – *Matahari Petshop* – Tk. Subur Makmur – *Warnawarni Petshop* – Gudang PT. Acis. Dengan jarak pengiriman 276,05 km , durasi pengiriman 651,25 menit , dan biaya pengiriman sebesar Rp 925.173
 - Rute 4 yaitu Gudang PT. Acis – *Purple petshop* – *Didi pet house* – *VDB petshop* – *Kapron petshop* – *Blessing petshop* – *Galery petshop* – *Alam Jaya petshop* – Gudang PT. Acis. Dengan jarak pengiriman 609,8 km , durasi pengiriman 1011,76 menit dan biaya pengiriman Rp 1.275.313
2. Perbandingan Rute aktual dengan rute hasil penelitian didapatkan presentase penghematan pada jarak sebesar 25,42% , durasi pengiriman sebesar 17,75% , dan biaya pengiriman sebesar 18,77%

Tabel 11. Rekapitulasi Jarak, Biaya dan Durasi Pengiriman

Rute	Jarak (Km)	Durasi (Menit)	Biaya
1	72,24	511,61	Rp 243.169
2	73,9	274,18	Rp 214.390
3	276,05	661,2	Rp 925.173
4	609,8	1033,21	Rp 1.275.313
Total	1.031,99	2480,2	Rp 2.658.045

DAFTAR PUSTAKA

Kodrat. (2009). *Manajemen Distribusi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

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

Prana. (2007). Aplikasi Kombinatorial Pada Vehicle Routing Problem. *Jurnal Informatika ITB*.