

PENENTUAN OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI SPAREPART DENGAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEMS*

(Studi Kasus di UD.Aji Batara Perkasa)

Qorrotun Ainia. DR. Muslimin Abdulrahim, MSc.*
Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
niasampang@gmail.com . muslimin@untag-sby.ac.id

Abstrak

UD.Aji Batara Perkasa yang terletak diJalan Kolonel Sugiono No 14b Ngingas Waru Sidoarjo merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi sparepart sepeda motor. Perusahaan ini memiliki karakteristik pendistribusian, yakni pengiriman dilakukan berdasarkan jam buka tutup toko. saat ini pendistribusian masih menggunakan zona wilayah sesuai dengan jumlah armada. Pendistribusian dengan cara tersebut belum tentu optimal, karena dalam mengirim barang perusahaan tidak bisa memaksimalkan kapasitas armada. Jika terdapat permintaan lebih besar dari pada kapasitas armada maka pengiriman dikirim keesokan harinya dan akan terpenuhi dihari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk selama 1 hari. Akan tetapi jika terdapat armada terlebih dahulu sampai keperusahaan, maka armada akan mengirim barang ke *customer* atau yang sering terjadi dilapangan armada yang digunakan untuk mengirim ke wilayah Mojokerto dan Sidoarjo, juga digunakan untuk pengiriman ke Surabaya tanpa mempertimbangkan jalur rute setiap pengiriman dan rute masih acak. Dalam penelitian kali ini, pendekatan *algoritme sweep* digunakan untuk mengcluster seluruh *customer* kemudian melanjutkan model *mixed integer linear programming* guna meminimalkan biaya dengan mencari rute terbaik tanpa melebihi kapasitas kendaraan yang sudah ada. pendekatan model *mixed integer linear programming* dapat menghemat biaya sebanyak Rp 120.000 atau menghemat 15% .Sedangkan untuk alternatif waktu menghemat 7% dan jarak 12%

Kata Kunci : Optimization, Distribution, Mixed Integer Linear Programming, Algoritma Sweep, CVRPTW, Cost, Distance, Time.

Abstract

UD. Ajara Batara Perkasa located on Jalan Colonel Sugiono No. 14b Ngingas Waru Sidoarjo is a manufacturing company that manufactures motorcycle parts. This company has distribution characteristics, i.e. shipping is done based on opening hours of store closes. currently the distribution is still using the area zone in accordance with the number of the fleet. Distribution in this way is not necessarily optimal, because in sending goods the company cannot maximize its fleet capacity. If there is a demand greater than the capacity of the fleet, shipments are sent the next day and will be fulfilled the next day, which means the product delay is for 1 day. However, if there is a fleet in advance to the company, then the fleet will send goods to the customer or that often happens. The area .armada used to send to the Mojokerto and Sidoarjo region, is also used for shipping to Surabaya without considering the route of each shipment and the route is still random. In this study, the sweep algorithm approach is used to cluster all customers and then continue the mixed integer

linear programming model to minimize costs by finding the best route without exceeding the capacity of existing vehicles. the mixed integer linear programming approach can save as much as Rp. 120,000 or save 15%. While for alternative time saves 7% and a distance of 12%.

Kata Kunci: Optimization, Distribution, Mixed Integer Linear Programing, Algoritme Sweep, CVRPTW, Cost, Distance, Time.

PENDAHULUAN

UD Aji Batara Perkasa merupakan salah satu objek amatan dalam penelitian ini. UD. Aji batara perkasa berlokasi di Jalan Kolonel Sugiono No 14b Ngingas Waru Sidoarjo. UD Aji Batara Perkasa merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *sparepart* sepeda motor sejak tahun 2005 dan berkembang pesat sampai saat ini. UD Aji Batara Perkasa sudah lama mendistribusikan barang sendiri. Dalam mendistribusikan barang UD AJi Batara perkasa untuk setiap titiknya mempunyai demaind yang berbeda. Terdapat 2 armada yang digunakan dalam proses distribusi dan 2 armada tersebut merupakan milik perusahaan. Untuk setiap harinya dalam proses distribusi semua armada digunakan. Dengan jumlah armada yang tersedia dan memiliki kapasitas angkut yang sama untuk proses pengiriman. perusahaan harus melayani setiap outlet dengan jumlah permintaan yang sudah diketahui oleh perusahaan. Dalam melayani *customer* perusahaan membagi wilayah jawa timur, sesuai dengan keberadaan *customer*, jadi system yang diterapkan masih menggunakan system zona, dimana setiap zona ditugaskan 1 armada.

Ditinjau dari lapangan perusahaan membagi zona jawa timur dengan tidak mementingkan kapasitas angkut, meskipun terkadang kapasitas armada tidak seimbang antara permintaan, perusahaan akan tetap mengirim barang ke *costumer* guna meningkatkan pelayanan. Akan tetapi jika terdapat zona yang permintaannya melebihi kapasitas armada, maka barang akan dikirim keesokan harinya dan akan terpenuhi dihari selanjutnya yang berarti lama keterlambatan produk selama 1 hari. Karena setiap zona ditugaskan oleh 1 armada, jika terdapat permintaan yang melebihi kapasitas armada, seringkali armada yang digunakan ke wilayah Mojokerto dan Sidoarjo juga digunakan untuk pengiriman ke Surabaya dengan tidak mempertimbangkan jalur rute setiap pengiriman. seringkali perusahaan dalam mengirim barang tidak melihat jarak yang dituju sehingga rute yang dilalui masih acak karena terdapat batasan waktu pada setiap pelanggan, batasan waktu/jendela waktu berpengaruh terhadap pengiriman.

Dalam mengirim barang pihak kepala gudang dan sopir tidak mementingkan daya angkut atau kapasitas muatan, jadi semua barang berat atau ringan tidak diklasifikasi oleh pihak armada, karena setiap 1 koli berat *sparepart* 20 kg – 45 kg. Disisi lain setiap zona memiliki jadwal pengiriman sesuai dari perintah perusahaan, Proses pendistribusian barang dimulai dengan jam buka toko dari jam 08.00 hingga jam 16.00, dengan ini jam buka tutup toko berpengaruh terhadap pengambilan keputusan mana *customer* yang harus didahulukan dan *customer* yang harus di pasok belakangan

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka peneliti akan membahas mengenai penentuan rute distribusi yang bertujuan untuk mencari rute terbaik dengan alat *Vehicle Routing Problems* (VRP). Dimana VRP merupakan permasalahan distribusi dengan menentukan kendaraan yang berdasarkan kapasitas tertentu dari *customer* satu ke *customer* lainnya dengan mengoptimalkan biaya.

UD. Aji Batara Perkasa dipengaruhi oleh factor kapasitas kendaraan, dimana permintaan tidak seimbang dengan kapasitas kendaraan dan terjadi keterlambatan terhadap barang, maka penyelesaian masalah pendistribusian tergolong kedalam *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, akan tetapi pengiriman dibatasi dengan time windows, dimana armada akan mengirim barang sesuai jam buka tutup toko. Dari permasalahan yang ada metode yang tepat dalam menyelesaikan VRP dengan menggunakan metode VRPTW dengan pendekatan *algoritme sweep, mixed integer linear programming*. Metode *Algoritma sweep* memiliki dua langkah, langkah pertama pengelompokkan (clustering) dengan menghubungkan titik satu ke titik lainnya dengan berdasarkan kapasitas kendaraan, langkah kedua pembentukan *cluster*. Sedangkan data lainnya yang diperlukan seperti data variable biner, integer, pecahan merupakan formulasi yang dibutuhkan dari model *mixed integer linier programming*.

MATERI DAN METODE

Manajemen Logistik

Manajemen logistik merupakan jaringan perusahaan dalam mengelola suatu produk kepengguna akhir dengan bekerja secara bersama-sama. (Pujawan & Er, 2017).

Manajemen Logistik kemudian memperluas menjadi manajemen rantai pasok atau Supply Chain Manajemen adalah “system integritas yang mengkoordinir seluruh rangkaian proses didalam suatu wadah dengan menyediakan produk/barang sampai ke pengguna akhir. (Martono, 2018)

Distribusi dan Transportasi

Distribusi merupakan memanfaatkan saluran distribusi dengan melihat pergerakan barang dari pemasok hingga kepengguna akhir. aktifitas distribusi menjadikan nilai tambah terhadap : pengiriman barang sesuai lokasi, pada saat konsumen membutuhkan, utilisasi alat, dan efisiensi biaya. (Martono, 2018)

Terdapat 3 stategi pengirimans untuk memperoleh keuntungan, yaitu *Direct Shipping*, Pergudangan (*Warehousing*) atau pusat distribusi (*distribution center*), *Cross-docking*. dalam penengiriman barang terdiri dari 3 strukur menurut jenis barang yang dikirim, yaitu *complex* atau *intnsif distribution, selective distribution, direc/internal channel (eksklusif)*.

Biaya Transportasi

(Martono, 2018) Biaya transportasi terdiri dari 2, yaitu biaya konstan (*fixed cost*) dan biaya variable (*variable cost*), biaya konstan ada ketika transportasi dilaksanakan tanpa dipengaruhi oleh jumlah dan jarak, dan jenis barang. Biaya variable tergantung biaya yang ditempuh.

Algoritma Sweep

(Wibisono, 2018) untuk memecahkan model CVRP terlebih dahulu mengerjakan model *algoritme sweep* dengan langkah yang pertama proses mengelompokkan customer (cluster) dan langkah kedua yaitu pembentukan rute. Berikut penyelesaian *Algoritme sweep*:

1 Tahap Pengelompokkan (clustering)

a. Menggambar dalam koordinat kartesius dimana depot sebagai inti koordinat(0,0).

- b. Menentukan koordinat pada masing-masing customer yang berkaitan dengan depot. Dengan mengganti koordinat kartesius (x,y) ke koordinat polar (r,ϕ) seperti dibawah :

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} \dots\dots\dots(1.1)$$

$$\phi = \arctan \frac{y}{x} \dots\dots\dots(1.2)$$

- c. Mengurutkan *customer* dengan melihat sudut polar terkecil hingga terbesar dengan melihat kapasitas kendaraan
- d. Memastikan semua *customer* tersapu
- e. Ketika dalam satu *cluster* melebihi kapasitas kendaraan maka pengelompokkan atau sapuan berhenti
- f. Melakukan *cluster* baru dengan langkah yang sama
- g. Mengulangi langkah c - f, sehingga semua *customer* tersapu bersih dalam *cluster*.

Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan masalah rute pengiriman dengan mengunjungi beberapa titik, dimana tiap sumber daya berangkat dari depot yang melayani seluruh *customer* yang tersebar dengan permintaan tertentu. Tujuan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yaitu melayani sekumpulan pelanggan dengan ongkos yang minimum. (Wibisono, 2018). Terdapat factor-faktor yang mempengaruhi variasi VRP sebagai berikut (Wibisono, 2018):

- 1 *Capacitated VRP* (CVRP)
Merupakan persoalan rute distribusi yang dipengaruhi oleh factor kapasitas kendaraan.
- 2 *Vehicle routing problem with time windows* (VRPTW)
Merupakan persoalan rute distribusi yang dipengaruhi oleh aspek customer dimana customer hanya dilayani oleh kurun waktu tertentu.
- 3 *Multiple depot* (MDVRP)
Merupakan persoalan rute yang dipengaruhi oleh aspek depot dimana depot mempunyai beberapa distributor.
- 4 *Vehicle routing problem with pick-up and delivering* (VRPPD)
Merupakan persoalan rute distribusi dimana produk bisa dikembalikan ke depot awal
- 5 *Split delivery VRP* (SDVRP)
Merupakan persoalan rute distribusi dimana pelanggan diberi pelayanan dengan beberapa kendaraan yang berbeda.
- 6 *Stochastic VRP*
Merupakan persoalan rute distribusi dimana terjadinya random value .
- 7 *Periodic VRP*
Merupakan persoalan rute distribusi dimana customer hanya dilayani hari tertentu.

Vehicle Routing Problem With Time Windows

Menurut (toth, 2014) *Vehicle Routing Problem With Time Windows* dimana *customer* dilayani berdasarkan jam buka tutup *customer*. Dalam kasus ini jika kendaraan datang lebih cepat maka akan terjadi menunggu sampai *customer* sepenuhnya dapat dilayani. Dan dalam menunggu dimana armada tidak mengeluarkan biaya sedikitpun.

(toth, 2014) VRPTW memiliki tujuan yakni meminimalkan biaya dengan tetap memenuhi batasan yang sudah ada. Batasan sebagai berikut:

- 1 Setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali saja
- 2 Kasus *time windows* harus terpenuhi
- 3 Permintaan tidak melampaui kapasitas muatan
- 4 Kendaraan berawal dan berakhir di depot

Mixed Integer Linear Programing

Mixed Integer Linear Programing merupakan bilangan yang berupa integer, pecahan dan biner . Variable biner dibutuhkan untuk mengetahui kepastian apakah rute dilyani oleh kendaraan.untuk data permintaan dan *time windows* merupakan Variable integer .Sedangkan data jarak dan waktu tempuh merupakan variable pecahan. (Sugiono F. , 2018)

Model ini menggunakan asumsi sebagai berikut :

- 1 Kondisi kendaraan optimal
- 2 Sudah mempertimbangkan kemacetan
- 3 Waktu pelayanan 30 menit

Parameter yang digunakan dalam model matematika meliputi sebagai berikut :

- 1 Buka = jam buka *customer*
- 2 Tutup = jam tutup *customer*
- 3 Bongkar = loading/unloading setiap *customer*
- 4 cost = biaya antara *customer*
- 5 T = waktu memulai pelayanan pada *customer*
- 6 durasi = Durasi pengiriman
- 7 R = bilangan rill yang bernilai besar

Variabel keputusan yang digunakan

$x(i, j)$ = bernilai 1 jika kendaraan k beroperasi dari *customer i* ke *customer j*, bernilai 0 jika kebalikannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rute Awal Pengiriman

Rute data awal pengiriman dapat diperoleh total jarak dari setiap kendaraan. Untuk waktu tempuh diperoleh dari, jarak dibagi rata-rata dikalikan 60. UD. Aji Batara PerkasaRute pengiriman awal yang digunakan oleh perusahaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini dengan keterangan rute dengan bantuan *google map*. Dimana garis merah merupakan rute dari kendaraan pertama yang mengarah ke Surabaya dan gersik dan untuk garis hitam ke wilayah sidorjo dan Mojokerto menggunakan kendaraan kedua.



Gambar 1. 1 Rute awal dari perusahaan

Dari gambar 1.1 rute awal tersebut dapat diperoleh total jarak dari tiap kendaraan setiap harinya. Berikut data tabel yang tiap hari digunakan oleh perusahaan:

Tabel 1. 1 rute awal perusahaan

No	Jenis kendaraan	Rute awal perusahaan	Jarak (km)	Waktu (menit)
1	W8496NJ	1-2-5-6-8-11-12-7-9-1 1-13-4-3-14-10-15-1	300	600
2	W4231NJ	1-19-17-18-21-22-20-16-1	145	290
Total Jarak Satuan (Km)			445	
Total Waktu Satuan (menit)				890

Pengiriman barang pada masing-masing customer mengeluarkan ongkos dalam setiap pengiriman. berikut data biaya pengiriman yang dikeluarkan oleh perusahaan setiap harinya:

Tabel 1. 2 biaya pengiriman

No	Keterangan	Jumlah
1	Ongkos Jasa Pengiriman Sopir	Rp. 100.000
2	Biaya Jasa Pengiriman Kernet	Rp. 85.000
3	Biaya Bahan Bakar (2 Armada) dan parker	Rp. 350.000
4	Biaya Tol (2 armada)	Rp. 100.000

Permintaan untuk setiap harinya tidak dapat diprediksi. Berikut permintaan masing-masing *customer* pada bulan sempتمبر tahun 2019:

Tabel 1. 3 data permintaan

No	Lokasi	permintaan (kardus)	No	Lokasi	permintaan (kardus)
1	Jln. Kolonel Sugiono No 14b Ngingas Waru Sidoarjo	0	12	Jl. Bulak Rukem Timur 2 J/1 Surabaya	14
2	Babatan Wiyung Surabaya	15	13	Jl. Raya Embong Gresik	15
3	Pergudangan Margomulyo	19	14	Jl. Raya Duduk Sampeyan Gresik	12
4	Tandes Suarabaya	10	15	Jl. Usman Sadar Gresik	6
5	Pasarkembang surabaya	7	16	Brigjen Katamso No. 33 Waru Sidoarjo	4
6	Kedung Doro Surabaya	7	17	Pergudangan JJ pertama 1 jabon B09 Sidoarjo	11
7	Tidar no 202 surabaya	9	18	Jl Kutok Barat Sidoarjo	5
8	Jln. Sutorejo Utara Surabaya	10	19	Jl. Raya Wadung Asri Sidoarjo	9
9	Kenjeran no 281 Suarabaya	7	20	Jl. Sunandar Priyo Sudarmo Sidoarjo	9
10	Kenjeran 209 C Surabaya	24	21	Jl. PB. Sudirman Mojokerto	6
11	Lebak Jaya tengah III/4 Suarabaya	19	22	Suma Parts Shop Mojokerto	15

Pengolahan Algoritme Sweep

Dalam mengolah data dengan menggunakan algoritme sweep terdapat langkah-langkah yang harus dipenuhi, berikut langkah-langkah dalam algoritme sweep:

- Langkah pertama menempatkan depot/perusahaan sebagai titik koordinat
UD. Aji Batara Perkasa berada pada koordinat (0,0). Selanjutnya menentukan titik koordinat pada masing-masing pelanggan. *google maps* diperlukan untuk mengetahui lokasi perusahaan dan pelanggan.
- Langkah kedua Menghitung sudut polar untuk masing masing customer
Menghitung sudut polar pada masing-masing pelanggan guna mengetahui sudut polar pada masing-masing pelanggan. Untuk hasil perhitungan dengan menggunakan *software geogebra* dibawah ini :

Tabel 1. 4 perhitungan sudut polar pada setiap pelanggan

No	Titik pelanggan	Letak koordinat	Koordinat Polar
1	A	0	0
2	B	(-6,9)	$r = \sqrt{-6^2 + 9^2}$

			=10,8 $\alpha = \arctan \frac{9}{-6} = -1,5$
Terletak pada Kuadran II Untuk $\alpha = -1.5$ sudut 66° Maka $\alpha = 180^\circ - 66^\circ = 114^\circ$ (sudut polar)			

3) Langkah ke tiga melakukan “sapuan” terhadap seluruh customer

Sapuan dilakukan terhadap seluruh pelanggan dengan melihat sudut polar dari terkecil sampai terbesar. Sapuan diperlukan untuk mengetahui jarak terdekat sampai sejauh dengan mempertimbangkan kapasitas armada dan memasukkan permintaan setiap customer kedalam sapuan. Untuk setiap cluster sapuan seluruh customer maka didapat cluster 1 dengan total customer 12 yaitu customer 17-11-12-10-9-8-6-5-2-7-4-13 dengan menggunakan armada 1 sedangkan untuk cluster 2 dengan total customer 19 yaitu customer 15-3-14-16-19-21-22-20-18. Setelah terbentuknya *cluster* maka masing-masing cluster di uji dengan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* dengan menggunakan *software* lingo, dimana formulasi dalam *Mixed Integer Linear Programming* terdapat asumsi, parameter dan variable yang dicari guna meminimumkan biaya pada setiap cluster

Sistematika Model

Sistematika model yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ij} \quad (2.4)$$

Fungsi tujuan (4.1) tujuannya adalah untuk meminimumkan biaya pengiriman oleh kendaraan yang beroperasi dari i ke j .

Batasan :

$$\sum_{j > i} x_{ij} = 1 \quad \forall i > 1 \quad (2.5)$$

Fungsi batasan (2.5) Setiap customer hanya dapat dikunjungi oleh kendaraan

$$\sum_{j > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (2.6)$$

Fungsi batasan (2.6) bahwa kendaraan berawal dari depot (ABP)

$$\sum_{i > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (2.7)$$

Fungsi batasan (2.6) bahwa kendaraan berakhir dari depot (ABP)

$$T_j \geq T_i + \text{bongkar}_i + \text{durasi}_{(i,j)} - R(1 - x_{ij}) \quad \forall i \in N \quad (2.8)$$

Fungsi batasan (2.8) menjelaskan bahwa kendaraan tidak diperkenankan memulai pelayanannya 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 Rill yang bernilai besar

$$\text{Buka}_i \leq T_i \leq \text{tutup}_i \quad (2.9)$$

Fungsi batasan (2.9) digunakan untuk memastikan bahwa batasan time windows terpenuhi

Bilangan biner:

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall_i \in N \quad (2.9)$$

Fungsi batasan (2.9) bernilai 0 atau 1 apabila customer j dikunjungi setelah customer i merupakan variabel keputusan biner.

Analisa

Output lingo 18.0 setelah dijalankan menunjukkan hasil yang didapat dengan perintah *solve*. Perintah *solve* berfungsi untuk mengetahui hasil dari perintah output lingo yang dijalankan dengan menggunakan model matematis dan diubah dengan bahasa program lingo.

Cluster 1 dengan menggunakan armada W8496NJ



Solver Status		Variables	
Model Class	HTLP	Total	182
State	Global Opt	Nonlinear	0
Objective	130600	Integer	169
Infeasibility	0	Constraints	
Iterations	1209760	Total	208
Extended Solver Status		Nonlinear	0
Solver Type	D-mip-B	Total	1104
Best Obj	130600	Nonlinear	0
Obj Bound	130600	Generate Memory Used (K)	
Steps	136772		92
Active	0	Elapsed Function Iterations	
			00 02 : 30

Gambar 1. 2 cluster 1 hasil solution report

Berdasarkan solution report gambar 1.2 diketahui yang memiliki bilangan biner adalah (1,12) (2,3) (3,6) (4,9) (5,4) (6,5) (7,13) (8,11) (9,8) (10,7)(11,10)(12,2)(13,1) Sehingga didapat rute yang terbentuk dengan menggunakan vehicle 1 yaitu 1-12-2-3-6-5-4-9-8-11-10-7-13-1 dengan total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 130.600. Untuk rute usulan dengan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* dapat dilihat pada gambar dibawah ini dengan keterangan rute dengan bantuan *google map*:



Gambar 1. 3 Rute Usulan

Cluster 2 dengan menggunakan armada W4231NJ

Ungu 18.0 Solver Status [Cluster 2]		Variabel	
Solver Status	ModelClass: NISF	Total	110
ModelClass	NISF	Nonlinear	0
Size	Global Opt	Integer	100
Objective	99350	Constraint	Total
Feasibility	1.13687e-013	Nonlinear	0
Iterations	51756	Nonlinear	Total
Entered Solver Status		Nonlinear	639
Solver Type	Evolutionary	Nonlinear	0
Solver Type	Evolutionary	Genetic Weigh Used(K)	63
Best Obj	99350	Elapsed Runtime (Hours:MM:SS)	00:00:35
ObjRatnd	99350		
Steps	3009		
Active	0		

Gambar 1. 4 hasil solution report

Berdasarkan solution report pada gambar 1.4 diketahui memiliki bilangan biner adalah (1,7) (2,1) (3,8) (4,3) (5,9) (6,2) (7,5) (8,6) (9,10) (10,4) Sehingga didapat rute yang terbentuk dengan menggunakan vehicle 2 yaitu 1-7-5-9-10-4-3-8-6-2-1 dengan keseluruhan total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 99.350. Untuk rute usulan dengan menggunakan *Mixed Integer Linear Programing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini dengan keterangan rute dengan bantuan *google maps*:



Gambar 1. 5 Rute Usulan

Rute Usulan Dengan Alternatif Biaya, Jarak dan Waktu

Rute awal yang dilalui oleh perusahaan terdapat pada tabel 1.1. Perusahaan dapat menghemat biaya dalam setiap rutenya. Berikut hasil perhitungan presentase penghematan biaya, jarak dan waktu:

- 1) Hasil presentase penghemat biaya

Tabel 1. 5 perbandingan biaya awal dan biaya usulan

Biaya Awal Perusahaan			
	Armada 1	Armada 2	Biaya
Rute	1-2-5-6-8-11-12-7-9-1 1-13-4-3-14-10-15-1	1-19-17-18-21-22-20-16-1	Rp.820.000
Biaya Usulan Dengan Ling 18.0			
	Armada 1	Armada 2	Biaya
Rute	1-13-2-4-7-6-5-10-9- 12-11-8-17-1	1-19-16-21-22-15-14-20- 18-3-1	Rp. 699.950

Berdasarkan tabel 1.5, untuk rute usulan dengan Lingo 18.0 biaya yang didapat sebesar Rp.130.600+99350 sedangkan pada tabel perbandingan biaya Rp.699.950 merupakan akumulasi dari biaya sopir sebesar Rp.185.000 dikalikan 2 dan biaya tol sebesar Rp.100.000. diperoleh presentase penghematan biaya tempuh sebagai berikut:

$$\frac{\text{Total Biaya Tempuh Awal Perusahaan} - \text{Total Biaya rute Lingo 18.0}}{\text{Total Biaya Tempuh Awal Perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{820.000 - 699.650}{820.000} \times 100\%$$

$$= 15\%$$

Berdasarkan perhitungan presentase penghemat biaya didapatkan presentase sebesar 15% dan menghemat biaya sebesar Rp120.000/hari. Dalam kasus ini implementasi *software*

lingo 18.0 dengan model *mixed integer linear programming* sangat berpengaruh terhadap biaya pengiriman. karena berdasarkan *solution report* menunjukkan dapat menghemat biaya.

2) Hasil presentase penghemat Jarak Tempuh

Tabel 1. 6 perbandingan jarak awal dan jarak usulan

Rute Awal Perusahaan		
	Rute	Jarak Tempuh (Km)
Armada 1	1-2-5-6-8-11-12-7-9-1 1-13-4-3-14-10-15-1	300
Armada 2	1-19-17-18-21-22-20-16-1	145
Rute Usulan Dengan Lingo 18.0		
	Rute	Jarak Tempuh (Km)
Armada 1	1-13-2-4-7-6-5-10-9-12-11-8-17-1	146.4
Armada 2	1-19-16-21-22-15-14-20-18-3-1	242.5

Berdasarkan tabel 1.6 jarak tempuh untuk rute awal perusahaan didapat dari UD. Aji Batara Perkasa. 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 belakangan. Sedangkan untuk jarak tempuh usulan dengan menggunakan bantuan Lingo 18.0 diperoleh menggunakan bantuan *google maps*. berikut presentase penghemat jarak:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Total Jarak awal Perusahaan} - \text{Total jarak Lingo 18.0}}{\text{Total jarak Awal Perusahaan}} \times 100\% \\
 & = \frac{445 - 388,9}{445} \times 100\% \\
 & = 12\%
 \end{aligned}$$

Presentase yang diperoleh dalam penghemat jarak sebesar 12%. Kasus ini membuktikan bahwa rute belum optimal. Dalam mengaplikasikan lingo 18.0 dapat membantu perusahaan dalam mengurangi jarak rute distribusi.

3) Hasil Presentase penghemat Waktu

Tabel 1. 7perbandingan waktu awal dan waktu usulan

Rute Awal Perusahaan		
	Rute	WaktuTempuh (Menit)
Armada 1	1-2-5-6-8-11-12-7-9-1 1-13-4-3-14-10-15-1	600
Armada 2	1-19-17-18-21-22-20-16-1	290
Rute Usulan Dengan Lingo 18.0		
	Rute	Jarak Tempuh (Menit)
Armada 1	1-13-2-4-7-6-5-10-9-12-11-8-17-1	279.8
Armada 2	1-19-16-21-22-15-14-20-18-3-1	543.2

Berdasarkan tabel 1.7, waktu tempuh untuk rute awal perusahaan didapat dari UD. Aji Batara Perkasa. 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 belakangan. Sedangkan untuk waktu tempuh usulan dengan menggunakan bantuan Lingo 18.0 diperoleh menggunakan bantuan *googlee maps*. berikut presentase penghemat jarak:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Total Waktu awal Perusahaan} - \text{Total waktu Lingo 18.0}}{\text{Total waktu awalPerusahaan}} \times 100\% \\
 & = \frac{890-823}{890} \times 100\% \\
 & = 7\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan presentae penghemat waktu diperoleh sebesar 7%. Dalam kasus ini waktu tempuh yang dibutuhkan oleh perusahaan cukup lama karena perusahaan dalam mengirim barang belum optimal. Lingo 18.0 sangat membantu perusahaan dalam mengurangi waktu tempuh distribusi.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan berdasarkan analisa dan hasil penelitian, untuk rute usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritme sweep* menghasilkan 2 rute usulan, sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Programing* manghasilkan perbedaan dari segi biaya, jarak dan waktu. Perusahaan dapat menghemat biaya sebesar Rp120.000 atau berhasil menghemat 15%.Sedangkan pada rute usulan dengan menggunakan alternatif waktu dapat dapat menghemat sebesar 7% dan pada rute usulan degan alternatif jarak sebesar 12%.

DAFTAR PUSTAKA

A, R. P. (2015). *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle rounting problem* , 7.

Bowersox, D. J. (2002). *Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. JAKARTA: PT Bumi Aksara.

Dita. (2017). penerapan algoritme sweep dalam menyelesaikan capacitated vehicle routing problem pada optimasi rute distribusi. *Teknik Industri* .

HENDAYANI, R. (2011). *MANAJEMAN LOGISTIK*. JAKARTA: ALFABETA, CV.

Indriyo, M. (2014). *Manajemen Logistik*. Yogyakarta: BPFE-Yogjakarta.

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

Martono, R. (2015). *MANAJEMAN LOGISTIK TERINTEGRASI*. JAKARTA: TIM PPM Manajemen Publishing.

Pujawan, I. N., & Er, M. (2017). *SUPPLY CHAIN MANAGEMANT EDISI 3*. Surabaya: ANDI Yogyakarta

toth, V. &. (2014). *Vehicle Routing Problem, methods and application*. Italy: Universitas Bologna.

Saraswati, R. (2017). Penyelesaian capacitated vehicle routing problem dengan menggunakan algoritme sweep untuk penentuan rute distribusi. *Teknik Industri* .

Wibisono, E. (2018). *Logika Logistik*. Surabaya: Graha Ilmu.

