

Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Es Balok Guna Meminimasi Biaya Pengiriman di PT Moya Kasri Wira Jatim

Dhita Surya Oktaviani^{*1)} dan Hery Murnawan²⁾

¹⁾²⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60118, Indonesia.

Email: dhitasurya100@gmail.com, herymurnawan@untag-ac.id

ABSTRAK

PT Moya Kasri Wira Jatim merupakan salah satu pelopor perusahaan yang memproduksi es balok di Kabupaten Pasuruan. Es balok ini diperuntukkan sebagai bahan pengawet ikan hasil tangkapan para nelayan dan juga pendingin untuk makanan dan minuman dalam kemasan. Perusahaan memiliki 15 retail sebagai konsumen es balok dengan permintaan yang berbeda-beda. Perusahaan dalam proses pengiriman masih belum memperhatikan kapasitas angkut dan rute pengiriman yang dilewati guna meningkatkan pelayanan. Oleh karena itu peneliti melakukan penentuan rute distribusi pengiriman es balok guna meminimasi biaya pengiriman menggunakan model MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) menggunakan *software* lingo dan metode *Saving* (Penghematan). Dari hasil pengolahan data di dapatkan hasil rute yang optimal menghemat jarak sebesar 33,61% yaitu 353,812KM dan biaya sebesar 24,29% yaitu Rp. 560.473,28, yang memiliki harga satuan unit yaitu rute: G – PT Rexcanning – PT ATI II – G: Rp. 514, G – ATI I – PT Megamarine - G: Rp. 465, G – RPA Kraton – CV. Kirana Bahari – G: Rp. 739, G – H. Ashari Purwodadi – Artomoro Pakis – G: Rp.954, G – PT Marindo – PT GMCP Gresik – G: Rp.1471, G – PT Philips – Intan Seafood – G: Rp. 1232, G – Kayat Probolinggo – G: Rp.1568, G – PT Indumanis – Pasar Ikan Gresik – G: Rp. 1505.

Kata Kunci: Distribusi, Rute Pengiriman, Penghematan, Ongkos Distribusi per Satuan Unit

1. Pendahuluan

PT Moya Kasri Wira Jatim merupakan salah satu pelopor perusahaan yang memproduksi es balok di Kabupaten Pasuruan, kebutuhan es balok saat ini mulai menjadi kebutuhan primer terutama bagi perusahaan di bidang perikanan dan para nelayan. Es balok ini diperuntukkan sebagai bahan pengawet ikan hasil tangkapan para nelayan dan juga pendingin untuk makanan dan minuman dalam kemasan. Industri pembuatan es balok ini berada di Jalan. Pabrik Es Kasri, Gelang, Tawangrejo Pandaan Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. PT Moya Kasri Wira Jatim memiliki total kapasitas produksi es balok sebesar 189 ton per hari. Sistem produksi yang diterapkan adalah perusahaan telah berkomitmen menjadi supplier es balok bagi distributor tetap dan agen yang telah melakukan pemesanan, namun perusahaan juga melayani pembeli secara langsung dengan cara datang ke perusahaan dan membeli es balok di tempat. Manajemen logistik harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang efisien dan efektif dengan pengorganisasian yang baik. (Chandra, 2013)

Berdasarkan hasil survei dan wawancara secara langsung oleh pihak perusahaan, pengiriman yang setiap hari dilakukan membuat bahan bakar yang digunakan armada berjenis solar ini menghabiskan bahan bakar sebanyak 268 liter setiap harinya. Dengan banyaknya konsumen maka perusahaan harus mendistribusikan es balok dengan biaya yang seminimal mungkin agar memperoleh keuntungan semaksimal mungkin. Namun perusahaan dalam proses pengiriman masih belum memperhatikan kapasitas angkut dan rute pengiriman yang dilewati guna meningkatkan pelayanan. Jika masih ada waktu, armada akan kembali ke perusahaan untuk mengambil dan mengirim es balok ke tujuan selanjutnya tanpa mengoptimalkan kapasitas kendaraan yang dimiliki. Sehingga dapat menyebabkan biaya pengiriman yang dikeluarkan perusahaan cukup besar dan waktu pengiriman yang lama, serta pada tujuan yang permintaannya sedikit dititipkan pada armada yang masih memiliki kapasitas lebih tanpa mempertimbangkan

rute yang dilewatinya. Oleh karena itu dalam penelitian ini adalah bagaimana rute distribusi pengiriman es balok yang optimal pada PT Moya Kasri Wira Jatim berdasarkan kapasitas armada untuk meminimalkan biaya pengiriman. Berikut merupakan rute awal pengiriman di perusahaan :

Tabel 1. Rute Awal Pengiriman yang Dilakukan Perusahaan

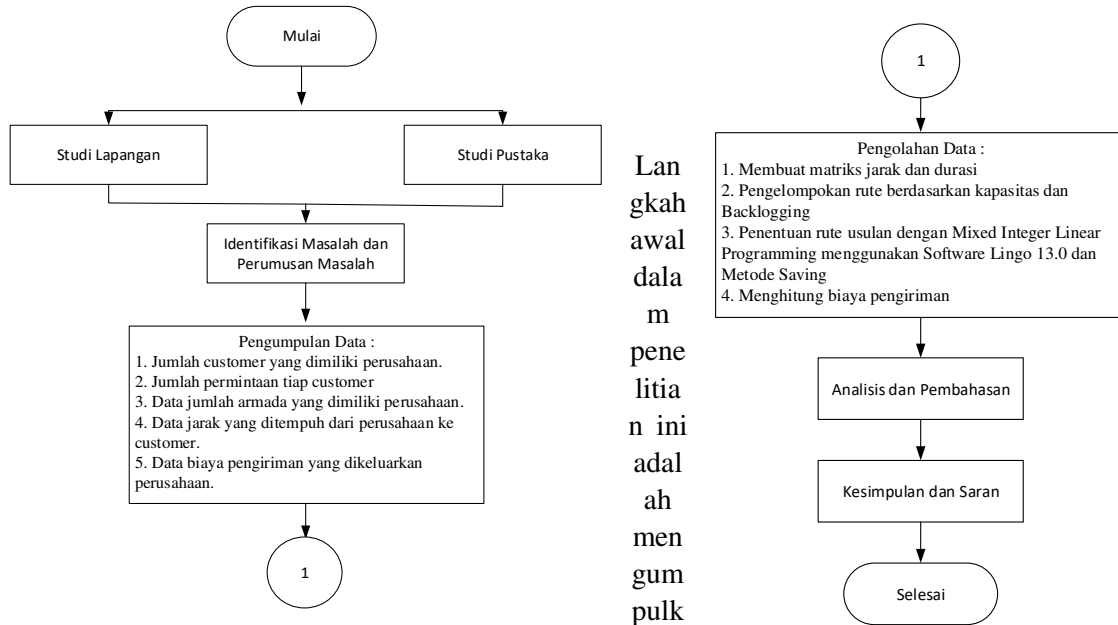
No.	Rute Awal	Jarak yang Ditempuh (KM)
1	G-R1-G	122
2	G-R2-G	88
3	G-R3-R4-R9-G	219
4	G-R5-G	13,2
5	G-R6-G	5,8
6	G-R7-G	98
7	G-R8-G	92
8	G-R10-G	134
9	G-R11-G	30
10	G-R14-R12-G	52,7
11	G-R13-G	136
12	G-R15-G	62

Dapat dilihat pada rute awal perusahaan banyak menggunakan rute eksklusif atau bolak – balik yang dimana biaya pengiriman menjadi tinggi. Model permasalahan dalam penelitian ini adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, adapun juga dalam melakukan pengiriman jika masih ada sisa produk yang dikirim dalam satu perusahaan tersebut maka pengiriman produk dipenuhi oleh kendaraan lain. Maka penyelesaian permasalahan diatas menggunakan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)* dimana model yang digunakan yaitu *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* (Wibisono, 2018) dan menggunakan metode *Saving, Saving Matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jarak, rute, waktu atau ongkos dalam pelaksanaan pengiriman barang dari perusahaan kepada konsumen. Metode ini bertujuan agar pengiriman barang yang sesuai pesanan konsumen dapat dilakukan dengan cara yang efektif dan efisien, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya, tenaga, dan waktu pengiriman. (Istantiningrum, 2010). Pembentukan rute usulan dengan *Mixed Integer Linear Programming* merupakan formulasi model (MILP) yang digunakan untuk mencari jarak minimum, MILP memungkinkan variable tidak hanya berupa integer dan pecahan melainkan berupa biner. MILP merupakan model matematis yang dengan menggunakan *software Lingo* (P. dan V. D. Toth, 2002).

2. Materi dan Metode

Distribusi merupakan suatu aspek yang menguntungkan bagi perusahaan karena proses distribusi secara langsung mempengaruhi biaya dari supplier dan pengiriman produk, jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai tujuan pengiriman yang optimal. (Chopra, 2010). Dalam kegiatan distribusi ini akan menghasilkan nilai tambah (*value added*) melalui: pengiriman barang ke lokasi tempat konsumen, pengiriman pada waktu yang tepat sesuai dengan kebutuhan konsumen, utilitas alat, dan biaya yang efisien. (Ricky Virona Martono, 2018) Sistem logistik melibatkan pengelolaan armada kendaraan yang digunakan untuk melayani gudang, pengecer, atau pelanggan. Untuk dapat mengendalikan biaya pengiriman dan pengoperasian armada, perusahaan harus membuat keputusan tentang berapa produk yang diangkut dan rute yang dipilih saat pengiriman. Jenis masalah ini disebut *Vehicle Routing Problem*. Tujuan penyelesaian VRP ini adalah dapat meminimalkan jarak yang ditempuh dan biaya ongkos perjalanan (V. Toth, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi yang optimal dengan memaksimalkan kapasitas kendaraan yang dimiliki perusahaan. Adapun dalam penelitian ini membandingkan dua rute usulan yaitu berdasarkan kapasitas, yaitu terdapat beberapa kriteria diantaranya: kapasitas angkut kendaraan, permintaan tiap retail dan jarak antar depot yang berdekatan. Rute usulan yang kedua dengan konsep backloging, yaitu mengelompokkan retail dari jarak terdekat satu sama lain dan pengelompokkan dihentikan hingga kapasitas kendaraan maksimal, jika retail selanjutnya masih memiliki sisa permintaan maka akan diangkut oleh kendaraan lain bersama tujuan retail selanjutnya. Berikut ini adalah proses penyelesaian permasalahan pada PT Moya Kasri Wira Jatim :



an data yang dibutuhkan, seperti:

1. Jumlah *customer* dan permintaan yang dimiliki perusahaan permintaan tiap *customer*.

Tabel 2. Permintaan *Customer*

No.	Nama <i>Customer</i>	Kode	Permintaan (Balok)
1	PT GMCP Gresik	R1	90
2	PT Philips Seafood Indonesia	R2	150
3	PT Indu manis	R3	95
4	PT Rexcanning	R4	30
5	PT Aneka Tuna Indonesia I	R5	150
6	PT Aneka Tuna Indonesia II	R6	200
7	Intan Seafood	R7	100
8	Artomoro Pakis Malang	R8	150
9	H. Ashari Purwodadi	R9	80
10	Kayat Probolinggo	R10	150
11	CV, Kirana Bahari	R11	125
12	RPA Kraton	R12	100
13	Pasar Ikan Gresik	R13	110
14	PT Megamarine	R14	90
15	PT Marindo	R15	100

2. Jumlah armada yang dimiliki perusahaan
Dalam proses pengiriman produk PT Moya Kasri Wira Jatim menggunakan truk. Truk yang digunakan dalam mengirim barang terdapat 4 truk yang memiliki ukuran yang sama dan dimensi yang sama yaitu 450 cm x 200 cm x 160 cm.
3. Jarak tiap *customer*
Jarak dari tiap *customer* didapatkan dengan bantuan google maps.
4. Biaya pengiriman.
Data biaya transportasi dan pengiriman merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk biaya operasional kendaraan dalam proses satu kali pengiriman, (Ricky Virona Martono, 2018) biaya disini termasuk biaya upah sopir, makan dan kuli, jadi untuk biaya penelitian disini hanya menggunakan biaya bahan bakar dimana biaya bahan bakar Rp. 5.150/liter. Biaya bahan per liter dapat habis dengan jarak 4 KM perjalanan. Rincian biaya pengiriman sebagai berikut :
 - Ongkos Sopir : Rp. 50.000
 - Ongkos Kuli (Loading Unloading) : Rp. 50.000
 - Uang Makan (Sopir dan Kuli) : Rp. 60.000
 - Biaya bahan bakar per KM = $Rp\ 5.150 \div 4 = 1.287,5 \approx Rp\ 1.288$
 - Biaya BBM = $biaya\ bahan\ bakar / KM \times jarak\ tempuh$
5. Data *Time Windows*
Data *time windows* menyatakan jam buka dan tutup konsumen. Dalam hal ini konsumen hanya bisa dilayani oleh armada dalam kurun waktu diantara jam buka dan tutup konsumen tersebut. Data diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan PT Moya Kasri Wira Jatim. Data *time windows* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Data Time Windows *Customer*

No	Nama <i>Customer</i>	Jam Buka	Jam Tutup
1	PT Moya Kasri Wira Jatim	08.00	16.00
2	PT GMCP Gresik	08.00	15.00
3	PT Philips Seafood Indonesia	08.00	13.00
4	PT Indu manis	08.00	12.00
5	PT Rexcanning	08.00	12.00
6	PT Aneka Tuna Indonesia I	08.00	16.00
7	PT Aneka Tuna Indonesia II	08.00	16.00
8	Intan Seafood	09.00	15.00
9	Artomoro Pakis Malang	08.00	15.00
10	H. Ashari Purwodadi	08.00	12.00
11	Kayat Probolinggo	07.00	12.00
12	CV, Kirana Bahari	08.00	16.00
13	RPA Kraton	06.00	12.00
14	Pasar Ikan Gresik	06.00	12.00
15	PT Megamarine	08.00	16.00
16	PT Marindo	08.00	12.00

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data:

1. Membuat matrix jarak dengan bantuan google maps
2. Membuat matrix durasi yaitu dengan rumus

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{\text{Jarak (Km)}}{\text{Kec. Rata - rata}} \times 60 \text{ (satuan menit)} \quad (1)$$

3. Pengelompokan tiap retail berdasarkan kapasitas dan konsep backlogging.

Pengelompokan tiap retail yang berdasarkan kapasitas kendaraan ini yaitu dengan memperhatikan kriteria diantaranya :

1. Kapasitas angkut kendaraan.
2. Permintaan tiap retail.
3. Jarak antar depot yang berdekatan satu sama lain.

Pengelompokan ini dihentikan jika permintaan mendekati dengan kapasitas kendaraan

Tabel 4. Pengelompokan Berdasarkan Kapasitas

Kode	Nama <i>Customer</i>	Permintaan	Cluster	Kapasitas Kendaraan	Nomor Kendaraan						
R6	PT Aneka Tuna Indonesia II	200	1	250	N 9536 UV						
R4	PT Rexcanning	30									
R5	PT Aneka Tuna Indonesia I	150	2		250	N 9502 TH					
R14	PT Megamarine	90									
R11	CV. Kirana Bahari	125	3			250	S 8251 NH				
R12	RPA Kraton	100									
R9	H. Ashari Purwodadi	80	4				250	N 9113 US			
R8	Artomoro Pakis Malang	150									
R15	PT Marindo	100	5					250	N 9536 UV		
R1	PT GMCP Gresik	90									
R2	PT Philips Seafood Indonesia	150	6						250	N 9502 TH	
R7	Intan Seafood	100									
R10	Kayat Probolinggo	150	7							250	S 8251 NH
R3	PT Indumanis	95									
R13	Pasar Ikan Gresik	110	8	250							N 9113 US

Pengelompokan tiap retail yang dengan konsep *backlogging* kendaraan ini yaitu dengan mengurutkan jarak yang terdekat antar satu sama lain dengan depot, pengelompokan ini dihentikan hinggakan kapasitas maksimal kendaraan jika retail selanjutnya memiliki sisa permintaan maka akan diangkut oleh kendaraan lain bersama tujuan retail selanjutnya.

Tabel 5. Pengelompokan dengan Konsep *Backlogging*

Kode	Nama <i>Customer</i>	Permintaan	Cluster	Kapasitas Kendaraan	Nomor Kendaraan	
R6	PT Aneka Tuna Indonesia II	200	1	250	N 9536 UV	
R14	PT Megamarine	50				
R5	PT Aneka Tuna Indonesia I	150	2		250	N 9502 TH
R14	PT Megamarine	40				
R4	PT Rexcanning	30				
R11	CV. Kirana Bahari	30				

R11	CV. Kirana Bahari	95	3	S 8251 NH	
R12	RPA Kraton	100			
R2	PT Philips Seafood Indonesia	55			
R9	H. Ashari Purwodadi	80	4		N 9113 US
R8	Artomoro Pakis Malang	150			
R7	Intan Seafood	20			
R15	PT Marindo	100	5		N 9536 UV
R1	PT GMCP Gresik	90			
R3	PT Indumanis	35			
R2	PT Philips Seafood Indonesia	95	6		N 9502 TH
R10	Kayat Probolinggo	150			
R13	Pasar Ikan Gresik	110	7		S 8251 NH
R3	PT Indumanis	35			
R7	Intan Seafood	80			
			8		N9113 US

4. Membuat model matematis yang digunakan untuk mencari jarak minimum dengan bantuan *software* lingo.

Parameter yang digunakan dalam model matematis ini meliputi :

- Buka (i) : waktu buka konsumen i
- Tutup (i) : waktu tutup konsumen i
- Bongkar (i) : waktu bongkar muat di konsumen i
- $D(i)$: jarak tiap *customer*
- Dur (i, j, k) : durasi pengiriman
- $T(i, j)$: Waktu memulai pengiriman barang dari i ke j
- $X(i, k)$: lokasi retail yang dikunjungi
- R : Bilangan riil

Notasi Variabel Keputusan

$X_{ij} = \{ \text{nilai } 1 \text{ jika beroperasi dari } i \text{ ke } j \text{ bernilai } 0 \text{ jika tidak beroperasi} \}$

Model Matematis :

Meminimumkan :

$$z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} x_{ij} \quad (2)$$

Fungsi batasan :

$$\sum_{i \in j} x_{ik} = 1 \quad \forall j > 1 \quad (3)$$

$$\sum_{i > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (4)$$

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

(5)

$$T_j \geq T_i + \text{bongkar}_i + \text{durasi}_{(i,j)} - R(1 - x_{ij}) \forall i = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \text{buka}_i \leq T_i$$

$$\sum_{i=1}^n \text{tutup}_i \geq T_i + \text{bongkar}_i \quad (7)$$

$$\sum_{ij \in \{0,1\}} \forall(i,j) = N \quad (8)$$

Fungsi tujuan dalam persamaan (2) menjelaskan bahwa untuk meminimalkan biaya pengiriman dari *customer i* ke *customer j*, batasan permasalahan diatas adalah (3) armada hanya mengunjungi retail satu kali saja.(4) armada berangkat dari depot.(5) armada berakhir di depot (6) kendaraan tidak diperkenankan memulai pelayanan ke retail *j* sebelum melayani retail *i* dan ditambah waktu bongkar muat retail *i* dan ditambahkan durasi pengiriman pada retail *i* dan *j* dan beroperasi dari retail *i* ke *j*. R adalah bilangan riil bernilai besar.(7) Waktu memulai pelayanan retail *i* lebih dari jam buka retail *i*, kemudian waktu memulai pelayanan retail dan waktu bongkar muat dari jam tutup retail *i*.(8) untuk kendaraan yang beroperasi akan memiliki variable binary yaitu nilai 1 dan 0, 1 untuk kendaraan yang melakukan perjalanan pada retail *i* ke *j*, bernilai 0 untuk kendaraan yang tidak beroperasi.

5. Menghitung dengan metode *saving* dengan rumus:

$$S(x, y) = J(x, y) + J(x, y) - J(x, y) \quad (9)$$

S(x,y) merupakan penghematan jarak yaitu dari penggabungan rute x dengan rute y.

6. Menghitung Biaya Perawatan Kendaraan

Biaya perawatan kendaraan yang dilakukan secara rutin perusahaan. Kegiatan pemeliharaan dianggap penting karena pada dasarnya, mesin-mesin atau bangunan-bangunan terus-menerus mengalami kelusuan, maka membutuhkan reparasi atau penggantian. Bagian mesin-mesin dan fasilitas-fasilitas transportasi memerlukan pemeliharaan, perbaikan, dan penggantian yang terus menerus.(Handoko T. Hani., 2015) Menurut (Assauri Sofjan., 2008) menyatakan bahwa: “kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menentukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi”.Sedangkan menurut (Sudrajat Ating, 2011) menyatakan bahwa: Breakdown maintenance dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang sangat kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja tidak terjamin, kondisi mesin ini tidak diketahui, dan tidak direncanakan waktu, tenaga kerja maupun biaya yang baik. Perusahaan memiliki biaya perawatan sebagai berikut:

Komponen Biaya Perawatan	
Air Accu Biaya perawatan : Rp. 25.000	Ganti Ban Biaya Perawatan : Rp. 3.470.000/ban

<p>Skala Perawatan : 3 minggu sekali Jadi : $\frac{25.000}{15} = 1.667/\text{hari}$ $\frac{1.667}{8} = 208,275/\text{jam}$ Jadi biaya air accu Rp. 208,375/jam/50KM $\frac{208,375}{50} = 4,1675/\text{KM}$ Jadi biaya pergantian air accu Rp.4,1675 /km</p>	<p>Skala Perawatan : 3 tahun sekali Jadi : $\frac{3.470.000}{36} = 97.000/\text{bulan}$ $\frac{97.000}{22} = 4.409/\text{hari}$ $\frac{4.409}{8} = 551,125/\text{jam}$ Jadi biaya pergantian ban Rp. 551,125 x 4 = Rp.2.204,5/jam/50 KM $\frac{2204,5}{50} = 44,09/\text{KM}$ Jadi biaya perawatan ganti ban Rp. 44,09/km</p>
<p>Gigi Gardan Biaya Perawatan : Rp. 2.350.000 Skala perawatan : 2 tahun sekali Jadi : $\frac{2.350.000}{24} = 97.917/\text{bulan}$ $\frac{97.917}{22} = 4.450,7/\text{hari}$ $\frac{4450,7}{8} = 556,3/\text{jam}$ Jadi biaya perawatan gigi gardan Rp. 556,3/jam/50KM $\frac{556,3}{50} = 11,126/\text{KM}$ Jadi biaya perawatan gigi gardan Rp. 11,126/KM</p>	<p>Perawatan Ban Biaya Perawatan : Rp. 65.000 Skala perawatan : 2 minggu sekali Jadi : $\frac{65.000}{10} = 6500/\text{hari}$ $\frac{6500}{8} = 812,5/\text{jam}$ Jadi biaya perawatan ban Rp.812,5/jam/50KM $\frac{812,5}{50} = 16,25/\text{KM}$ Jadi biaya perawatan ban Rp. 16,25/KM</p>
<p>Aki Biaya perawatan : Rp. 900.000 Skala perawatan : 2 tahun sekali Jadi : $\frac{900.000}{24} = 37.500/\text{bulan}$ $\frac{37.500}{22} = 1.704,5/\text{hari}$ $\frac{1704,5}{8} = 213/\text{jam}$ Jadi biaya perawatan ganti aki Rp. 213/jam/50KM $\frac{213}{50} = 4,26/\text{KM}$ Jadi biaya ganti aki Rp.4,26/KM</p>	<p>Sistem Hidrolis Biaya perawatan : Rp. 7.000.000 Skala perawatan : 6 bulan sekali Jadi : $\frac{7.000.000}{6} = 1.166.667/\text{bulan}$ $\frac{1.166.667}{22} = 53.030/\text{hari}$ $\frac{53030}{8} = 6.628,75/\text{jam}$ Jadi biaya perawatan sistem hidrolis Rp.6.628,75/jam/50KM $\frac{1.621}{50} = 132,575/\text{KM}$ Jadi biaya perawatan sistem hidrolis Rp.132,575/KM</p>
<p>Pajak STNK Biaya Pajak : Rp. 3.694.000 Skala biaya pajak : 1 tahun sekali Jadi : $\frac{3.694.000}{12} = 307.834/\text{bulan}$ $\frac{307.834}{22} = 13.992,4/\text{hari}$ $\frac{13992,4}{8} = 1.749,05/\text{jam}$ Jadi biaya perpanjangan STNK Rp.</p>	<p>Ganti Oli Biaya ganti oli : Rp. 85.000 Skala ganti oli : 10.000 KM Jadi : $\frac{85.000}{10.000} = 8,5/\text{KM}$ Jadi biaya ganti oli yang dikeluarkan Rp. 8,5/KM</p>

$\frac{1.749,05/\text{jam}/50\text{KM}}{50} = 34,981/\text{KM}$ <p>Jadi biaya per KM Rp. 34,981</p>	
<p>Filter Solar Biaya perawatan filter solar : Rp. 450.000 Skala perawatan : 20.000 KM Jadi : $\frac{450.000}{20.000} = 22,5/\text{KM}$ Jadi Biaya perawatan filter solar Rp. 22,5/KM</p>	<p>Filter Udara Biaya perawatan filter udara : Rp. 175.000 Skala perawatan : 10.000 KM Jadi : $\frac{175.000}{10.000} = 17,5/\text{KM}$ Jadi biaya perawatan filter solar Rp. 17,5/KM</p>

Dapat diketahui pada tabel diatas biaya perawatan yang dilakukan dapat dihasilkan biaya per KM perjalanan yang digunakan oleh perusahaan, hasil perhitungan biaya perawatan dapat digunakan untuk menghitung biaya satuan es balok dalam tiap – tiap pengiriman sesuai dengan jarak pengiriman.

7. Menghitung biaya pengiriman, yang meliputi :
 - Ongkos Sopir : Rp. 50.000
 - Ongkos Kuli (Loading Unloading) : Rp. 50.000
 - Uang Makan (Sopir dan Kuli) : Rp. 60.000
 - Biaya bahan bakar per KM = $Rp\ 5.150 \div 4 = 1.287,5 \approx Rp\ 1.288$
 - Biaya keseluruhan perawatan kendaraan : Rp. 298,032/KM

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode MILP menggunakan *software* lingo dan metode *Saving*, dapat dilihat hasil rute yang didapat pada tabel dibawah ini:

1. Jarak yang ditempuh berdasarkan kapasitas

Tabel 6. Hasil Total Jarak Berdasarkan kapasitas MILP

NO.	MILP	Jarak
1	G - R4 - R6 – G	24,1
2	G - R5 - R14 - G	19,9
3	G - R12 - R11 – G	54,5
4	G - R9 - R8 – G	88
5	G - R15 - R1 – G	126
6	G - R2 - R7 – G	144
7	G - R10 – G	98
8	G - R3 - R13 – G	144,3
TOTAL JARAK		698,8

Tabel diatas adalah hasil dari perhitungan dengan metode MILP menggunakan *software* Lingo 13.0 didapatkan total jarak 698,8 KM.

Tabel 7. Hasil Jarak Berdasarkan Kapasitas *Saving*

NO.	<i>Saving</i>	Jarak
1	G - R1 - R3 – G	137,3
2	G - R7 - R8 – G	98,2
3	G - R10 - R12 – G	103
4	G - R2 - R9 – G	94

5	G - R4 - R13 – G	144
6	G - R14 - R15 – G	65,7
7	G - R5 – G	13,2
8	G - R6 – G	5,8
9	G - R11 - G	40
TOTAL JARAK		701,2

Tabel diatas adalah hasil dari perhitungan dengan metode *saving* didapatkan total jarak 701,2 KM.

2. Jarak yang ditempuh dengan konsep *backlogging*

Tabel 8. Hasil Jarak Konsep *Backlogging* MILP

NO.	MILP	Jarak
1	G - R6 - R14 – G	15,8
2	G - R4 - R11 - R14 - RR5	49,2
3	G - R2 - R12 - R11 – G	83,5
4	G - R9 - R7 - R8 – G	98,2
5	G - R15 - R1 - R3 – G	139,3
6	G - R2 - R10 – G	100
7	G - R3 - R13 – G	144,3
8	G - R7 – G	92
TOTAL JARAK		722,3

Tabel diatas adalah hasil dari perhitungan dengan metode MILP menggunakan *software* Lingo 13.0 didapatkan total jarak 722,3 KM.

Tabel 9. Hasil Jarak Konsep *Backlogging Saving*

NO.	<i>Saving</i>	Jarak
1	G - R1 - R13 - R3 – G	149,3
2	G - R7 - R8 – G	98,2
3	G - R2 - R10 – G	100
4	G - R11 - R12 - R10 – G	107,5
5	G - R14 - R15 – G	65,7
6	G - R5 - R6 - R4 - R1- G	145,3
7	G - R6 - R9 – G	44,9
8	G - R9 – G	42
TOTAL JARAK		752,9

Tabel diatas adalah hasil dari perhitungan dengan metode *saving* didapatkan total jarak 752,9 KM

Hasil biaya pengiriman berdasarkan kapasitas kendaraan. Perhitungan ini menggunakan metode MILP dengan *software* lingo dan juga metode *saving*.

1. Hasil biaya menggunakan metode MILP

Tabel 10. Hasil Biaya Berdasarkan Kapasitas MILP

MILP					
No. Kendaraan	Total Jarak Tempuh	Biaya Perawatan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya BBM	TOTAL
N 9536 UV	150,1	Rp 44.422,10	Rp 160.000	Rp 193.329	Rp 397.750,90
N 9502 TH	163,9	Rp 48.506,21	Rp 160.000	Rp 211.103	Rp 419.609,41
S 8251 NH	152,5	Rp 45.132,38	Rp 160.000	Rp 196.420	Rp 401.552,38
N 9113 US	232,3	Rp 68.749,19	Rp 160.000	Rp 299.202	Rp 527.951,59
Total	698,8	Total Biaya			Rp 1.746.864,26

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil pengiriman biaya sebesar Rp. 1.746.864,26.

2. Hasil biaya menggunakan metode *saving*

Tabel 11. Hasil Biaya Berdasarkan Kapasitas *Saving*

SAVING					
No. Kendaraan	Total Jarak Tempuh	Biaya Perawatan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya BBM	TOTAL
N 9536 UV	321,3	Rp 95.088,74	Rp 160.000	Rp 413.834	Rp 668.923,14
N 9502 TH	163,9	Rp 48.506,21	Rp 160.000	Rp 211.103	Rp 419.609,41
S 8251 NH	116,2	Rp 34.389,39	Rp 160.000	Rp 149.666	Rp 344.054,99
N 9113 US	99,8	Rp 29.535,81	Rp 160.000	Rp 128.542	Rp 318.078,21
Total	701,2	Total Biaya			Rp 1.750.665,74

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil pengiriman biaya sebesar Rp1.750.665,74.

Hasil biaya pengiriman dengan konsep backloging. Perhitungan ini menggunakan metode MILP dengan *software* lingo dan juga metode *saving*.

1. Hasil biaya menggunakan metode MILP

Tabel 12. Hasil Biaya Konsep Backlogging MILP

MILP					
No. Kendaraan	Total Jarak Tempuh	Biaya Perawatan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya BBM	TOTAL
N 9536 UV	155,1	Rp 45.901,85	Rp 160.000	Rp 199.769	Rp 405.670,65
N 9502 TH	149,2	Rp 44.155,74	Rp 160.000	Rp 192.170	Rp 396.325,34
S 8251 NH	227,8	Rp 67.417,41	Rp 160.000	Rp 293.406	Rp 520.823,81
N 9113 US	190,2	Rp 56.289,69	Rp 160.000	Rp 244.978	Rp 461.267,29
Total	722,3	Total Biaya			Rp 1.784.087,09

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil pengiriman biaya sebesar Rp. 1.784.087,09.

2. Hasil Biaya menggunakan Metode *Saving*

Tabel 13. Hasil Biaya Konsep Backlogging *Saving*

SAVING					
No. Kendaraan	Total Jarak Tempuh	Biaya Perawatan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya BBM	TOTAL
N 9536 UV	215	Rp 63.629,25	Rp 160.000	Rp 276.920	Rp 500.549,25
N 9502 TH	243,5	Rp 72.063,83	Rp 160.000	Rp 313.628	Rp 545.691,83
S 8251 NH	144,9	Rp 42.883,16	Rp 160.000	Rp 186.631	Rp 389.514,36
N 9113 US	149,5	Rp 44.244,53	Rp 160.000	Rp 192.556	Rp 396.800,53
Total	752,9	Total Biaya			Rp 1.832.555,96

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.18 didapatkan hasil pengiriman biaya sebesar Rp1.832.555,96.

Biaya satuan unit es balok dalam proses satu kali pengiriman didapatkan dari rumus berikut ini: $Jarak \times Biaya\ pengiriman \div Jumlah\ unit\ yang\ dikirim$. Biaya satuan es balok dihitung untuk mengetahui harga pokok es berdasarkan jarak pengiriman.

1. Biaya satuan unit dari berdasarkan kapasitas.

Tabel 14. Hasil Biaya Satuan Unit Berdasarkan Kapasitas MILP

NO.	MILP	Jarak	Biaya Pengiriman	Jumlah unit yang dikirim	Harga satuan unit
1	G - R4 - R6 - G	24,1	Rp 118.173	230	Rp 514
2	G - R5 - R14 - G	19,9	Rp 111.521	240	Rp 465
3	G - R12 - R11 - G	54,5	Rp 166.325	225	Rp 739
4	G - R9 - R8 - G	88	Rp 219.388	230	Rp 954
5	G - R15 - R1 - G	126	Rp 279.578	190	Rp 1.471
6	G - R2 - R7 - G	144	Rp 308.089	250	Rp 1.232
7	G - R10 - G	98	Rp 235.227	150	Rp 1.568
8	G - R3 - R13 - G	144,3	Rp 308.564	205	Rp 1.505

Tabel 15. Hasil Biaya Satuan Unit Berdasarkan Kapasitas Saving

NO.	Saving	Jarak	Biaya Pengiriman	Jumlah unit yang dikirim	Harga satuan unit
1	G - R1 - R3 - G	137,3	Rp 297.476	185	Rp 1.608
2	G - R7 - R8 - G	98,2	Rp 235.544	250	Rp 942
3	G - R10 - R12 - G	103	Rp 243.147	250	Rp 973
4	G - R2 - R9 - G	94	Rp 228.891	230	Rp 995
5	G - R4 - R13 - G	144	Rp 308.089	140	Rp 2.201
6	G - R14 - R15 - G	65,7	Rp 184.066	190	Rp 969
7	G - R5 - G	13,2	Rp 100.908	150	Rp 673
8	G - R6 - G	5,8	Rp 89.187	200	Rp 446
9	G - R11 - G	40	Rp 143.358	125	Rp 1.147

2. Biaya satuan unit dengan konsep *backlogging*.

Tabel 16. Hasil Biaya Satuan Unit *Backlogging* MILP

NO.	MILP	Jarak	Biaya Pengiriman	Jumlah unit yang dikirim	Harga satuan unit
1	G - R6 - R14 - G	15,8	Rp 105.026	250	Rp 420
2	G - R4 - R11 - R14 - RR5	49,2	Rp 157.930	250	Rp 632
3	G - R2 - R12 - R11 - G	83,5	Rp 212.260	250	Rp 849
4	G - R9 - R7 - R8 - G	98,2	Rp 235.544	250	Rp 942
5	G - R15 - R1 - R3 - G	139,3	Rp 300.644	250	Rp 1.203
6	G - R2 - R10 - G	100	Rp 238.395	245	Rp 973
7	G - R3 - R13 - G	144,3	Rp 308.564	145	Rp 2.128
8	G - R7 - G	92	Rp 225.723	80	Rp 2.822

Tabel 17. Hasil Biaya Satuan Unit *Backlogging Saving*

NO.	<i>Saving</i>	Jarak	Biaya Pengiriman	Jumlah unit yang dikirim	Harga satuan unit
1	G - R1 - R13 - R3 - G	149,3	Rp 316.484	250	Rp 1.266
2	G - R7 - R8 - G	98,2	Rp 235.544	250	Rp 942
3	G - R2 - R10 - G	100	Rp 238.395	250	Rp 954
4	G - R11 - R12 - R10 - G	107,5	Rp 250.275	250	Rp 1.001
5	G - R14 - R15 - G	65,7	Rp 184.066	215	Rp 856
6	G - R5 - R6 - R4 - R1 - G	145,3	Rp 310.148	250	Rp 1.241
7	G - R6 - R9 - G	44,9	Rp 151.119	250	Rp 604
8	G - R9 - G	42	Rp 146.526	5	Rp 29.305

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat perbandingan total biaya dan selisih dari metode MILP dan Metode *Saving*. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Total Biaya Pengiriman Backlogging		Total Biaya Pengiriman Berdasarkan Kapasitas	
MILP	Rp 1.784.087	MILP	Rp 1.746.864
SAVING	Rp 1.832.556	SAVING	Rp 1.830.666
Selisih	Rp 48.469	Selisih	Rp 83.801

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan untuk memilih rute kendaraan yang dapat menghemat jarak dan biaya yang dikeluarkan. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode Metaheuristik dengan menggunakan *software* Matlab atau sejenisnya.

Daftar Pustaka

- Assauri Sofjan. (2008). *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Chandra, A. (2013). *Analisis Kinerja Distribusi Logistik pada Pasokan Barang Dari pusat Distribusi ke Gerai Indomaret di Kota Semarang*. Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro.
- Chopra, P. M. S. (2010). *Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation*.
- Handoko T. Hani. (2015). *Manajemen*. BPFE-YOGYAKARTA.
- Istantiningrum, M. (2010). Penentuan Rute Pengiriman Dan Penjadwalan Dengan Menggunakan Metode *Saving Matrix* Studi Kasus pada PT Sukanda Djaya Yogyakarta. *Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga*.
- Ricky Virona Martono. (2018). *Manajemen Logistik*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sudrajat Ating. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*
- Toth, P. dan V. D. (2002). *The Vehicle Routing Problem. Society for Industrial and Applied Mathematics*.
- Toth, V. (2014). *Vehicle Routing Problem, methods and application*. Universitas Bologna.
- Wibisono. (2018). *Logika Logistik*. Graha Ilmu.