

Penentuan Jalur Rute Distribusi Produk *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG) dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* (Studi Kasus: PT.XYZ)

Chendrasari Wahyu Oktavia^{1*}, Christine Natalia¹, Indra Adigunawan¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya,
Jl. Raya Cisauk-Lapan, Tangerang, 15345

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: chendrasari@gmail.com

Abstrak - PT. XYZ merupakan perusahaan logistik yang bergerak dalam pendistribusian produk ke seluruh area JABODETABEK. Dalam menjalankan aktivitas proses pendistribusian, perusahaan dihadapkan pada kondisi permasalahan yaitu perusahaan diharuskan untuk mengunjungi dan melayani konsumen dengan lokasi yang tersebar di area JABODETABEK dengan tetap memperhatikan kapasitas muatan dari armada dan rute yang dilalui kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan penentuan rute yang tepat agar perusahaan dapat memenuhi pengiriman tepat waktu kepada konsumen. Dengan adanya masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi rute kendaraan dengan metode *nearest neighbor* agar mampu meminimalisir total jarak, total waktu dan biaya distribusi yang kemudian akan dianalisa perbandingan data aktual dan *nearest neighbor*. Pada penelitian ini menggunakan metode *nearest neighbor*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah: (1) Mampu mengurangi persentase rata-rata jarak tempuh kendaraan dalam bulan Oktober 2018 sebesar 27% atau 44,09 km tiap harinya, (2) Mengurangi total waktu tempuh 157 menit dari data aktual, (3) Mampu menghemat total biaya sebesar 15% atau Rp. 53,458 tiap harinya. Dengan demikian metode pendekatan *nearest neighbor* mampu mengurangi biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan tiap bulan.

Abstract – PT. XYZ is a logistics company engaged in the distribution of products throughout the Greater Jakarta area. In carrying out the distribution process activities, the company is faced with the requirements of the problem about the company required to provide information and serve consumers with locations scattered in the Greater Jakarta area with due regard to capacity of vehicle and route. Therefore, it is necessary to determine the right route so that companies can meet timely deliveries to consumers. Given these problems, this study aims to optimize vehicle routes with the nearest neighbor method so as to minimize the time and cost of distribution which will then be analyzed to analyze the actual data and the nearest neighbors. In this study using the nearest neighbor method. The results obtained from this study are: (1) Able to reduce the average percentage of vehicle mileage in October 2018 by 27% or 44,09 km per shipment. (2) reduce total travel time of 157 minute from actual data, (3) Able to increase total costs by 15% or Rp. 53,458. Thus, the method of taking the nearest neighbor can reduce the distribution costs incurred by the company each month.

Keywords – *Distribution cost, Nearest neighbor, Route determination*

PENDAHULUAN

Pengiriman yang tepat waktu dengan jumlah serta spesifikasi yang tepat merupakan salah satu faktor terpenting dalam memenuhi permintaan konsumen saat ini. Oleh karena itu, diperlukan penentuan rute pendistribusian yang tepat. Proses pendistribusian yang tepat dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Hal ini

sejalan dengan pernyataan [1] yang menyatakan bahwa kesalahan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan lokasi akan berakibat pada besarnya biaya dan menurunkan daya saing perusahaan di mata konsumen.

Secara umum, permasalahan dalam penentuan rute masuk ke dalam permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Dalam permasalahan VRP

merupakan permasalahan distribusi untuk mencari serangkaian rute dengan ongkos seminimal mungkin untuk sejumlah kendaraan tertentu dengan kapasitas tertentu dari suatu depot ke pelanggan yang letak lokasinya tersebar dengan jumlah permintaan yang tidak sama. Sebuah rute dalam VRP merupakan serangkaian lokasi yang harus dikunjungi kendaraan pengangkut untuk menyelesaikan pengantaran produk.

Menurut [2], VRP memiliki tujuan meminimasi biaya transportasi, meminimasi jumlah kendaraan, menyeimbangkan rute serta muatan kendaraan, dan meminimasi penalti yang diakibatkan terlambatnya pengiriman ke pelanggan. Berdasarkan tujuan tersebut, maka ada beberapa karakteristik dalam VRP yaitu depot, armada, rute kendaraan, dan pelanggan. Menurut [3], penyelesaian VRP menghasilkan rute dan penjadwalan kendaraan pengangkut dalam rute yang telah terbentuk.

Salah satu solusi untuk memecahkan persoalan VRP dengan menggunakan *nearest neighbour*, dimana metode ini akan melakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan selanjutnya sampai didapatkan pelanggan terakhir untuk rute yang dilalui. Rute baru dimulai melalui cara yang sama apabila tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau *time windows* [4]. Menurut [5] menjelaskan bahwa menentukan rute terpendek sehingga jalur distribusi dapat dilakukan secara optimal yang mana optimal disini adalah jumlah barang yang dikirim, waktu pengiriman, dan jarak yang dibutuhkan tepat. Metode *nearest neighbour* juga melibatkan faktor biaya dalam pendistribusian ke masing-masing lokasi yang mana biaya transportasi yang terlibat adalah biaya tetap dan biaya variabel.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang logistik yang mengirimkan sejumlah produk ke lokasi konsumen yang tersebar di area JABODETABEK. Sebagai penyedia jasa logistik, tentunya perusahaan ini dituntut untuk mengirimkan sejumlah produk dengan waktu pengiriman, jumlah, dan spesifikasi produk yang tepat.

Permasalahan yang terdapat dalam ruang lingkup proses pendistribusian produk pada PT. XYZ adalah menentukan rute distribusi yang tepat agar dapat meminimalkan biaya distribusi barang ke pelanggan serta waktu pengiriman. Namun, dalam permasalahan proses pendistribusian juga perlu memperhatikan batas waktu pengiriman, lokasi

konsumen, jumlah permintaan konsumen, rute pengiriman, dan kapasitas kendaraan

Pada bulan Oktober untuk proses pendistribusian produk, perusahaan melayani 18 konsumen seperti pada Tabel 1. dengan lokasi yang tersebar di area di JABODETABEK dimana saat ini perusahaan masih memiliki satu titik depot dan satu armada. Dengan kapasitas daya angkut armada maksimal adalah 5 ton atau 72 Box.

Tabel 1. Jumlah Konsumen

Kode	Alamat
T1	Jl. Mangga 7, Kb. Jeruk, Jakarta.
T2	Jl. Gelora No. 2, Tanahabang, Jakarta.
T3	Jl. Tegalar Rotan, Tangerang.
T4	Jl. Alternatif Cibubur, Depok, Jawa Barat.
T5	Jl. Dato Tonggara, Kramat Jati, Jakarta.
T6	Jl. Panti Asuhan, Tangerang Selatan, Tangerang.
T7	Jl. H. Kamang, Cilandak, Jakarta.
T8	Jl. Joglo Raya, Kembangan, Jakarta.
T9	Jl. Raya Tiong, Setiabudi, Jakarta.
T10	Ruko Taman Grisenda, Penjaringan, Jakarta.
T11	Komp. Duta Harapan Indah, Kapuk Muara, Jakarta.
T12	Jl. Boulevard Raya, Kelapa Gading, Jakarta.
T13	Jl. Biru Laut III, Jatinegara, Jakarta.
T14	Jl. Raya Kp. Sawah, Bekasi, Jawa Barat.
T15	Ruko Mega Grosir Cempaka Mas, Kemayoran, Jakarta.
T16	Jl. Kramat Raya, Senen, Jakarta.
T17	Jl. Gg. Mando, Ciputat, Tangerang Selatan.
T18	Jl. Raya Kalibata, Pancoran, Jakarta.
T9	Jl. Raya Tiong, Setiabudi, Jakarta.
T10	Ruko Taman Grisenda, Penjaringan, Jakarta.
T11	Komp. Duta Harapan Indah, Kapuk Muara, Jakarta.
T12	Jl. Boulevard Raya, Kelapa Gading, Jakarta.
T13	Jl. Biru Laut III, Jatinegara, Jakarta.
T14	Jl. Raya Kp. Sawah, Bekasi, Jawa Barat.
T15	Ruko Mega Grosir Cempaka Mas, Kemayoran, Jakarta.
T16	Jl. Kramat Raya, Senen, Jakarta.
T17	Jl. Gg. Mando, Ciputat, Tangerang Selatan.
T18	Jl. Raya Kalibata, Pancoran, Jakarta.

Dalam menentukan urutan distribusi saat ini berdasarkan pengalaman dari supir dan kernet. Hal inilah yang menyebabkan kurang maksimalnya waktu pendistribusian dari produk ke pelanggan sehingga biaya distribusi menjadi besar.

Dari 18 lokasi tersebut, selama bulan Oktober 2018 total jarak tempuh bervariasi dari lokasi awal ke lokasi akhir seperti terlihat pada Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Total Jarak Tempuh

Tanggal	Total Jarak Tempuh (km)
1	126,84
2	180,18
3	208,91
4	146,15
5	164,17

Tanggal	Total Jarak Tempuh (km)
6	172,57
8	150,81
9	190,17
10	189,82
11	162,46
12	119,40
13	185,17
15	177,79
16	155,39
17	185,11
18	181,30
19	147,00
20	224,03
22	146,23
23	183,93
24	168,95
25	141,35
26	153,31
27	192,05
29	159,03
30	160,50
31	146,58

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi rute kendaraan dengan metode *nearest neighbor* agar mampu meminimalisir waktu, total jarak yang ditempuh dan biaya distribusi yang kemudian akan dianalisa perbandingan data aktual dan *nearest neighbor*.

METODE

Desain, tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data baik yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data yang telah berhasil dikumpulkan dari perusahaan seperti data rute distribusi awal, kapasitas armada, jumlah permintaan konsumen, jarak ke lokasi pelanggan, waktu, biaya transportasi dan jumlah konsumen. Data yang dikumpulkan merupakan data selama bulan Oktober pada tahun 2018. Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, selanjutnya mengolah ke dalam *nearest neighbour*, berdasarkan hasil dari metode *nearest neighbour* akan membantu dalam memberikan usulan perbaikan model distribusi

Jenis dan cara pengumpulan data (survei)/tahap penelitian

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data selama bulan Oktober meliputi data rute

distribusi awal, kapasitas armada, jumlah permintaan konsumen, jarak ke lokasi pelanggan, waktu, biaya transportasi dan jumlah konsumen dimana data-data ini diperoleh dari hasil wawancara dan observasi dengan pihak perusahaan.

Pengolahan dan Analisis data

Data yang terkumpul, kemudian data tersebut dilakukan pengolahan menggunakan metode *nearest neighbor*. Metode *nearest neighbor* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan dilakukan. Pada algoritma ini, hanya pergi ke pelanggan dengan jarak yang terdekat yang belum dikunjungi dengan menyertakan beberapa batasan. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengerjaan pembentukan rute dengan menggunakan metode *nearest neighbor*:

- 1) Memilih titik pusat sebagai titik awal pengiriman.
- 2) Menentukan titik dengan jarak terkecil dari gudang titik awal, yang selanjutnya adalah melakukan penggabungan antar kedua titik tersebut.
- 3) Titik yang terakhir dikunjungi menjadi titik awal, dan selanjutnya mencari titik dengan jarak terdekat dari titik awal tersebut.
- 4) Lakukan proses pengulangan sampai dengan kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi untuk melakukan pengiriman.
- 5) Tarik titik tersebut pada satu garis, titik tersebut merupakan satu rute perjalanan, dengan kapasitas kendaraan sebagai kendala dalam pembentukan satu rute perjalanan pengiriman barang.
- 6) Lakukan proses yang sama, pada langkah satu sampai dengan langkah lima.

Hasil dari pengolahan metode *nearest neighbor* akan didapatkan jalur rute terbaru. Hasil dari rute terbaru ini akan dibandingkan dengan rute kondisi awal sehingga dari rute kondisi terbaru akan diperoleh informasi jarak, waktu pengiriman, dan penghematan biaya transportasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah Distribusi

Total jumlah pelanggan yang dilayani oleh perusahaan PT. XYZ sebanyak 18 pelanggan dengan lokasi tersebar di area JABODETABEK seperti yang terlihat pada Tabel 3.

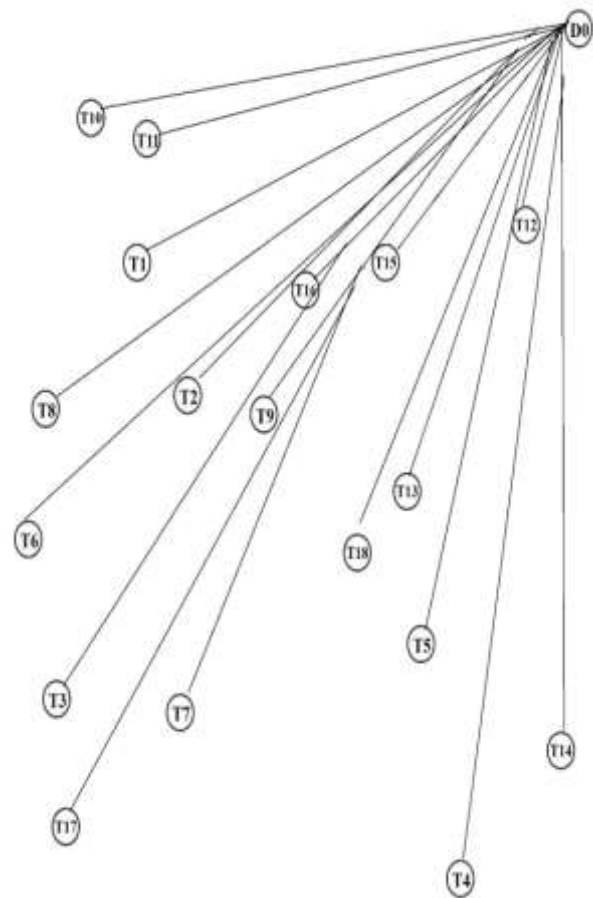
Tabel 3. Jumlah Pelanggan

Kode	Alamat
T1	Jl. Mangga 7, Kb. Jeruk, Jakarta.
T2	Jl. Gelora No. 2, Tanahabang, Jakarta.
T3	Jl. Tegalar Rotan, Tangerang.
T4	Jl. Alternatif Cibubur, Depok, Jawa Barat.
T5	Jl. Dato Tonggara, Kramat Jati, Jakarta.
T6	Jl. Panti Asuhan, Tangerang Selatan, Tangerang.
T7	Jl. H. Kamang, Cilandak, Jakarta.
T8	Jl. Joglo Raya, Kembangan, Jakarta.
T9	Jl. Raya Tiong, Setiabudi, Jakarta.
T10	Ruko Taman Grisenda, Penjaringan, Jakarta.
T11	Komp. Duta Harapan Indah, Kapuk Muara, Jakarta.
T12	Jl. Boulevard Raya, Kelapa Gading, Jakarta.
T13	Jl. Biru Laut III, Jatinegara, Jakarta.
T14	Jl. Raya Kp. Sawah, Bekasi, Jawa Barat.
T15	Ruko Mega Grosir Cempaka Mas, Kemayoran, Jakarta.
T16	Jl. Kramat Raya, Senen, Jakarta.
T17	Jl. Gg. Mando, Ciputat, Tangerang Selatan.
T18	Jl. Raya Kalibata, Pancoran, Jakarta.
T9	Jl. Raya Tiong, Setiabudi, Jakarta.
T10	Ruko Taman Grisenda, Penjaringan, Jakarta.
T11	Komp. Duta Harapan Indah, Kapuk Muara, Jakarta.
T12	Jl. Boulevard Raya, Kelapa Gading, Jakarta.
T13	Jl. Biru Laut III, Jatinegara, Jakarta.
T14	Jl. Raya Kp. Sawah, Bekasi, Jawa Barat.
T15	Ruko Mega Grosir Cempaka Mas, Kemayoran, Jakarta.
T16	Jl. Kramat Raya, Senen, Jakarta.
T17	Jl. Gg. Mando, Ciputat, Tangerang Selatan.
T18	Jl. Raya Kalibata, Pancoran, Jakarta.

Perusahaan PT. XYZ, saat ini memiliki satu depot dimana depot ini merupakan titik awal pengiriman produk ke pelanggan. Armada angkut akan mengirimkan sejumlah produk ke pelanggan sesuai dengan jumlah permintaan yang dibutuhkan oleh pelanggan. Setiap pelanggan memiliki jumlah kebutuhan permintaan berbeda-beda yang mana dalam setiap pendistribusiannya armada yang ditugaskan untuk mengantarkan produk ke pelanggan memiliki keterbatasan dalam kapasitas muatan.

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan perusahaan PT. XYZ melayani 18 lokasi pelanggan di area JABODETABEK dimana 4 lokasi pelanggan berada di Tangerang, 1 lokasi pelanggan di Depok, dan sebagian besar lokasi berada di Jakarta. Lokasi yang tersebar di beberapa lokasi berbeda menyebabkan kesulitan bagi supir dan kernet untuk menentukan jalur distribusi yang tepat.

Armada yang ditugaskan akan harus mengirimkan sejumlah produk dari titik depot kemudian di distribusikan dari satu pelanggan ke pelanggan lain, seperti terlihat pada Gambar 1 yakni jalur rute distribusi dari Depot ke Pelanggan.



Gambar 1. Jalur Rute distribusi dari Depot ke Pelanggan

Permintaan Pelanggan

Permintaan pelanggan merupakan jumlah kebutuhan pelanggan yang harus dipenuhi oleh perusahaan sehingga dalam setiap kali pengiriman ke pelanggan. Namun, dalam memenuhi permintaan pelanggan perusahaan dihadapkan pada kapasitas muatan armada. Armada yang dimiliki oleh perusahaan PT. XYZ memiliki daya angkut maksimal adalah 5 ton atau muat 72 box. Dalam pengiriman setiap harinya, jumlah box yang dikirim berbeda - beda. Dalam bulan Oktober, total permintaan yang dikirim ke pelanggan sebanyak 1856 box. Dimana pada tanggal tertentu pada bulan Oktober, perusahaan PT. XYZ mengirimkan 72 box, 65 box, dan 60 box ke pelanggan seperti terlihat pada Tabel 4. Perbedaan ini dikarenakan perubahan permintaan setiap pelanggan pada setiap harinya sehingga bisa dikatakan pada tanggal tertentu di bulan Oktober, jumlah pengiriman produk sesuai dengan standar kapasitas muatan armada yaitu 72 box atau 5 ton.

Tabel 4. Total Permintaan Pelanggan

Tanggal	Total Permintaan (Box)
1	72
2	69
3	62
4	67
5	72
6	70
8	69
9	70
10	71
11	71
12	70
13	68
15	70
16	65
17	72
18	70
19	69
20	70
22	70
23	70
24	72
25	71
26	60
27	66
29	69
30	62
31	69
Total	1856

Tabel 4 merupakan jumlah permintaan pelanggan selama bulan Oktober. Pada tanggal 3 Oktober 2018, armada harus mengirimkan produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Adapun pengirimannya untuk toko 4, toko 5, toko 8, toko 10, toko 14, toko 17.

Armada dan Kapasitas

Kendaraan atau armada yang digunakan yaitu berupa mobil box yang mampu mengangkut box yang berisikan produk FMCG sebanyak 72 Box.

Waktu Bongkar-Muat Produk

Pada proses bongkar-muat produk membutuhkan rata-rata waktu sebesar 13 detik/box untuk bongkar dari mobil box ke toko dan 7 detik /box untuk muat dari toko (box kosong) ke dalam mobil box.

Biaya Variabel untuk Transportasi

Biaya variabel yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk proses pendistribusian berupa biaya BBM yaitu sebesar Rp. 643,75 /km. Dimana armadanya ini 1 liter bahan bakar akan habis setelah menempuh jarak perjalanan 8 km.

Biaya Tetap (Fix Cost)

Fix cost yang dikeluarkan oleh perusahaan berupa

biaya KIR, Biaya STNK, biaya *Maintenance* (pemeliharaan kendaraan) dan biaya gaji sopir.

Berikut ini *Fix Cost* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam pendistribusian:

- 1) *Maintenance* kendaraan sebesar Rp. 500.000,- /Bulan.
- 2.) Gaji sopir dan kernet masing-masing Rp.4.900.00,- dan Rp. 1.300.000,- /Bulan.
- 3.) Biaya lembur sopir dan kernet masing-masing sebesar Rp. 40.000,- dan Rp. 20.000,- /jam.

Upah Harian

Pada proses pendistribusian dibutuhkan sopir dan kernet untuk menghantarkan permintaan konsumen berupa box produk FMCG. Jam kerja normal sopir adalah 8 jam kerja. Jika jam kerja melebihi waktu normal, maka diadakan waktu lembur untuk sopir dan kernet, Upah harian untuk sopir dan kernet perharinya yaitu masing-masing sebesar Rp. 181.481 dan Rp. 41.148 sedangkan biaya lembur untuk sopir sebesar Rp. 40.000 per jam dan biaya lembur kernet sebesar Rp. 20.000 per jam.

Waktu Distribusi

Total waktu yang digunakan pada saat proses pendistribusian adalah sebagai berikut:

1. Waktu muat produk dari gudang ke armada berupa mobil box dengan rata-rata 15 menit.
2. Waktu *set-up* mobil mengikuti waktu muat produk.
3. Waktu perjalanan = jarak tempuh (km) dibagi dengan kecepatan (Km/Jam).
4. Waktu pelayanan pelanggan = (Jumlah box pesanan yang dikirim x Rata-rata angkut box FMCG dari armada menuju toko (13 detik /box)) + Jumlah box kosong dari toko x Rata-rata angkut box kosong FMCG menuju armada mobil box (7 detik /box).
5. Waktu total = Waktu muat produk dari gudang ke armada mobil box + Waktu *set-up* mobil + Waktu perjalanan + Waktu pelayanan pelanggan.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan metode *nearest neighbor*, pada pendekatan ini akan dilakukan perhitungan jarak, dan waktu, dan biaya. Pertama-tama, menghitung data aktual waktu distribusi, lalu dibandingkan dengan data *nearest neighbor*.

Data Aktual

Data aktual ini adalah data berisikan total jarak yang ditempuh dari depot ke beberapa pelanggan dengan suatu rute serta lamanya waktu yang dibutuhkan.

Penjabaran total jarak tempuh dan total waktu tempuh diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data aktual jarak dan waktu tempuh

Tanggal	Rute	Total Jarak (Km)	Total Waktu Tempuh
1	0-2-6-9-11-13-15-0	126,84	352,40
2	0-1-3-7-12-16-17-0	180,18	478,42
3	0-4-5-8-10-14-17-0	208,91	542,72
4	0-2-6-7-10-13-15-0	146,15	395,43
5	0-1-3-9-11-12-18-0	164,17	442,00
6	0-4-5-7-8-14-16-0	172,57	460,83
8	0-2-6-8-9-14-16-0	150,81	407,94
9	0-1-3-5-10-14-18-0	190,17	503,07
10	0-4-6-11-14-15-16-0	189,82	502,89
11	0-7-12-13-16-17-18-0	162,46	437,24
12	0-1-3-8-10-11-15-0	119,40	333,24
13	0-4-5-9-12-14-17-0	185,17	489,74
15	0-2-6-8-10-13-17-0	177,79	473,36
16	0-1-3-7-9-14-16-0	155,39	416,26
17	0-4-6-11-15-17-18-0	185,11	492,27
18	0-2-5-8-12-13-17-0	181,30	481,80
19	0-1-3-7-9-10-16-0	147,00	398,81
20	0-4-6-8-14-15-17-0	224,03	584,34
22	0-2-5-9-11-12-13-0	146,23	397,63
23	0-1-3-7-10-16-17-0	183,93	488,09
24	0-4-6-9-14-15-18-0	168,95	453,49
25	0-2-5-8-10-11-13-0	141,35	386,57
26	0-1-3-9-10-12-16-0	153,31	407,95
27	0-4-5-7-11-15-17-0	192,05	504,93
29	0-2-6-8-12-14-18-0	159,03	427,68
30	0-1-3-7-9-10-13-0	160,50	426,54
31	0-4-5-12-13-15-18-0	146,58	397,79
TOTAL		4.519	12.083

Berdasarkan Tabel 5 di atas, data aktual untuk total waktu pengiriman pada bulan Oktober berbeda-beda untuk setiap harinya. Pada tanggal 3 Oktober, waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan produk ke beberapa pelanggan sekitar 542,72 menit dengan total jarak yang ditempuh adalah 208,91 km.

Biaya Pendistribusian Aktual

Setelah mendapatkan pengelompokan rute dan total jarak rute distribusi data aktual, kemudian dilakukannya perhitungan biaya berupa *fix cost*, *variable cost*, dan *total cost*. Tabel 6 merupakan gambaran biaya aktual secara keseluruhan yang terdiri dari biaya BBM, biaya KIR, biaya sopir dan kernet, dan biaya lemburan untuk sopir dan kernet.

Tabel 6. Total biaya pendistribusian secara aktual

Tanggal	Biaya (Rp.)		
	Biaya BBM (Variable Cost)	Fixed Cost	Total Cost
1	81.650	246.068	327.718
2	115.988	246.068	362.056
3	134.487	366.068	500.555
4	94.085	246.068	340.153
5	105.683	246.068	351.751
6	111.090	246.068	357.158
8	97.084	246.068	343.152
9	122.420	306.068	428.488
10	122.194	306.068	428.262
11	104.586	246.068	350.654
12	76.867	246.068	322.935
13	119.204	306.068	425.272
15	114.452	246.068	360.520
16	100.031	246.068	346.099
17	119.167	306.068	425.235
18	116.715	306.068	422.783
19	94.634	246.068	340.702
20	144.219	366.068	510.287
22	94.138	246.068	340.206
23	118.402	306.068	424.470
24	108.765	246.068	354.833
25	90.994	246.068	337.062
26	98.695	246.068	344.763
27	123.635	306.068	429.703
29	102.376	246.068	348.444
30	103.325	246.068	349.393
31	94.361	246.068	340.429
Total	2.909.244	7.303.836	10.213.080

Berikut ini merupakan contoh perhitungan biaya distribusi pada tanggal 3 Oktober 2018:

- *Variable Cost*

$$\text{Biaya BBM (Variable Cost)} = \frac{\text{Jarak (Km)}}{\text{Rasio BBM}} \times \text{Harga Solar} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya BBM (Variable Cost)} &= \frac{208.9}{8} \times 5.150 \\ &= 134.487 \end{aligned}$$

- *Fix Cost*

$$\begin{aligned} \text{Fix Cost} &= \text{Biaya KIR /hari} + \text{Gaji Sopir /hari} \\ &+ \text{Gaji Kernet /hari} + \text{Gaji Sopir Lembur /jam (jika lembur)} \\ &+ \text{Gaji Kernet Lembur /jam (jika lembur)} \end{aligned} \tag{2}$$

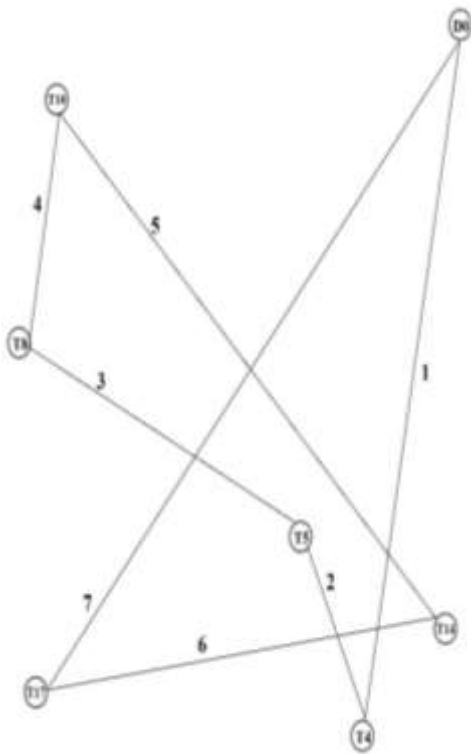
$$\begin{aligned} \text{Fix Cost} &= 16.438 + 181.481 + 48.148 + \\ &40.000 (2 \text{ jam}) + 20.000 (2 \text{ jam}) \\ &= \text{Rp. } 366.067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Cost} &= \text{Variable Cost} + \text{Fix Cost} \\ &= 134.487 + 366.067 \\ &= \text{Rp. } 500.555 \end{aligned}$$

Pada Tabel 6 terdapat perbedaan untuk beberapa tanggal pada *fix cost*. Hal itu dikarenakan adanya jam lembur kerja pada supir dan kernetnya. Otomatis perusahaan memberikan biaya tambahan uang lembur untuk sopir dan kernetnya.

Penentuan Rute Aktual

Berikut ini adalah salah satu contoh gambaran rute awal tanggal 3 Oktober 2018 seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 2. Salah satu contoh jaringan rute aktual pada tanggal 3 Oktober 2018

Dengan hasil perhitungan data aktual, maka dalam pada tanggal 3 Oktober 2018 perusahaan mengeluarkan total biaya pendistribusian sebesar Rp. 500.555.

Penentuan Jarak Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Data yang berisi total jarak yang ditempuh dari depot ke beberapa pelanggan dengan suatu rute

terbaru seperti yang terjadi pada tanggal 3 Oktober 2018, awalnya rute yang dilalui harus dari depot – toko 4 – toko 5- toko 8 – toko 10- toko 14 – toko 17 – depot sekarang menjadi depot- toko 10- toko 8 – toko 17 – toko 5 – toko 14- toko 4- depot sehingga dari rute yang terbaru total jarak yang ditempuh semakin pendek yaitu selisih jarak antara aktual dan *nearest neighbor* adalah 65,43 km dengan waktu tempuh semakin pendek yaitu 157,049 menit.

Proses penentuan rute menggunakan metode *nearest neighbor* dilakukan untuk mencari urutan rute baru yang akan ditempuh oleh armada pengiriman mobil box pada saat mendistribusikan produk. Rute yang baru diharapkan menjadi rute yang optimal daripada rute sebelumnya. Penjabaran total jarak tempuh dan total waktu tempuh yang diperoleh dari metode *nearest neighbor* diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Total jarak dan waktu tempuh

Tanggal	Rute	Total Jarak (Km)	Total Waktu Tempuh
1	0-15-6-13-9-2-11-0	85,70	253,68
2	0-12-16-1-7-17-3-0	116,50	325,60
3	0-10-8-17-5-14-4-0	143,48	385,67
4	0-15-6-13-2-7-10-0	108,25	304,47
5	0-12-18-9-1-11-3-0	125,80	361,58
6	0-16-5-14-4-7-8-0	132,50	364,67
8	0-16-6-9-2-8-14-0	122,65	340,36
9	0-10-1-14--5-18-3-0	135,30	371,39
10	0-15-6-16-11-14-4-0	135,13	371,65
11	0-12-16-13-18-7-17-0	102,69	293,78
12	0-15-1-11-10-8-3-0	116,53	326,33
13	0-12-5-14-4-9-17-0	148,39	401,46
15	0-6-13-2-8-10-17-0	139,56	381,62
16	0-16-9-1-14-7-3-0	125,43	344,35
17	0-15-6-18-4-17-11-0	132,40	365,76
18	0-12-13-5-2-8-17-0	118,48	331,01
19	0-16-9-1-10-3-7-0	129,33	356,38
20	0-15-6-14-4-17-8-0	135,60	372,11
22	0-12-13-5-9-2-11-0	89,93	262,49
23	0-16-1-10-3-17-7-0	122,20	339,95
24	0-15-6-18-9-14-4-0	114,60	323,04
25	0-11-10-2-8-13-5-0	113,45	319,61
26	0-12-16-9-1-10-3-0	121,20	330,88
27	0-15-11-7-17-5-4-0	146,97	396,72
29	0-12-6-18-2-8-14-0	112,05	314,92
30	0-9-13-7-3-1-10-0	129,18	351,37
31	0-12-15-13-18-5-4-0	99,03	283,68
TOTAL		3.302	9.175

Biaya Pendistribusian Dengan Metode Nearest Neighbor

Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya berupa *fix cost*, *variable cost*, dan *total cost*. Dengan rute baru, mampu meminimasi biaya pendistribusian produk yang dikeluarkan oleh perusahaan. Berikut adalah Tabel 8 yang berisikan rekapitulasi data biaya pendistribusian *nearest neighbor*.

Tabel 8. Biaya pendistribusian dari hasil *nearest neighbor*

Tanggal	Biaya (Rp.)		
	Biaya BBM (Variable Cost)	Fixed Cost	Total Cost
1	55.169	246.068	301.237
2	74.997	246.068	321.065
3	92.362	246.068	338.430
4	69.686	246.068	315.754
5	80.984	246.068	327.052
6	85.297	246.068	331.365
8	78.956	246.068	325.024
9	87.099	246.068	333.167
10	86.992	246.068	333.060
11	66.105	246.068	312.173
12	75.013	246.068	321.081
13	95.524	246.068	341.592
15	89.843	246.068	335.911
16	80.742	246.068	326.810
17	85.233	246.068	331.300
18	76.268	246.068	322.336
19	83.253	246.068	329.321
20	87.293	246.068	333.360
22	57.889	246.068	303.957
23	78.666	246.068	324.734
24	73.774	246.068	319.842
25	73.033	246.068	319.101
26	78.023	246.068	324.090
27	94.610	246.068	340.678
29	72.132	246.068	318.200
30	83.161	246.068	329.229
31	63.753	246.068	309.821
Total	2.125.858	6.643.836	8.769.693

Contoh Perhitungan Tanggal 3 Oktober 2018.

- Variable Cost

$$\begin{aligned} &\text{Biaya BBM (Variable Cost)} \\ &= \frac{\text{Jarak (Km)}}{\text{Rasio BBM}} \times \text{Harga Solar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya BBM (Variable Cost)} &= \frac{208,9}{8} \times 5,1 \\ &= \text{Rp } 92.362 \end{aligned}$$

- Fix Cost

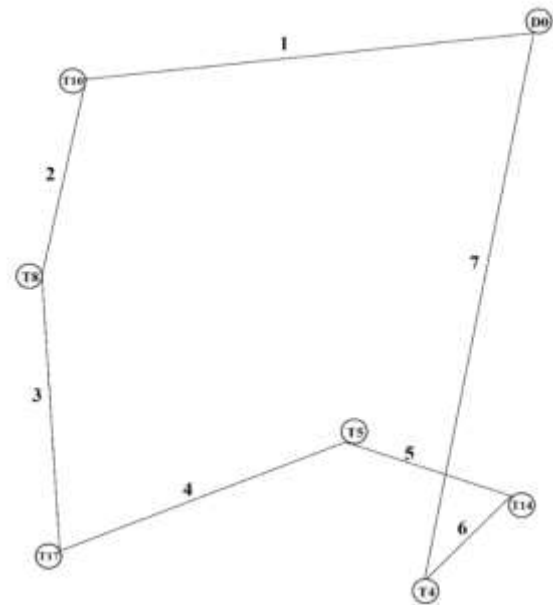
$$\begin{aligned} \text{Fix Cost} &= \text{Biaya KIR /hari} + \text{Gaji Supir /hari} \\ &+ \text{Gaji Kernet /hari} + \text{Gaji Supir Lembur /jam (jika lembur)} \end{aligned}$$

+ Gaji Kernet Lembur /jam (jika lembur)

$$\begin{aligned} \text{Fix Cost} &= 16,438 + 181,481 + 48,148 \\ &= 246,068 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Cost} &= \text{Variable Cost} + \text{Fix Cost} \\ &= \text{Rp } 92.362 + \text{Rp } 246,068 \\ &= \text{Rp } 338.430 \end{aligned}$$

Penentuan Rute Hasil Nearest Neighbor



Gambar 3. Jaringan rute distribusi nearest neighbor

Pada gambar 3 diatas merupakan jaringan rute pendistribusian yang baru dimana pada tanggal 3 Oktober 2018 yaitu $D_0 \rightarrow T_{10} \rightarrow T_8 \rightarrow T_{17} \rightarrow T_5 \rightarrow T_{14} \rightarrow T_4 \rightarrow D_0$ Dengan total jarak tempuh sebesar 143.5 km. Dengan total biaya yang dikeluarkan Rp. 338.430. Biaya-biaya ini merupakan biaya distribusi yang dihasilkan dari rute terbaru, dimana biaya yang didapatkan jauh lebih murah daripada menggunakan rute yang lama.

Analisa

Tabel 9. Perbandingan data aktual dan data *nearest neighbor*

Rute	Data Aktual		Rute	Nearest Neighbor	
	Total Jarak (Km)	Total Waktu Tempuh		Total Jarak (Km)	Total Waktu Tempuh
0-4-5-8-10-14-17-0	208,91	542,7	0-10-8-17-5-14-4-0	143,48	385,7

Tabel 9 menjelaskan contoh perbandingan perbandingan rute, total jarak, dan total waktu pada tanggal 3 Oktober 2018. Pada Tabel 10 terlihat bahwa jarak yang ditempuh dengan menggunakan

nearest neighbor jauh lebih kecil dari 208,91 km menjadi 143,48 km dan begitu sebaliknya untuk total waktu yang ditempuh semakin pendek dari 542,7 menjadi 385,7. Dari perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa metode *Nearest Neighbor* mampu meminimumkan jarak tempuh dan total waktu yang ditempuh.

Tabel 11 di bawah ini merupakan perbandingan biaya distribusi pada tanggal 3 Oktober 2018. Dengan adanya rute terbaru maka biaya juga dapat diminimalkan, hal ini dapat terlibat pengurangan biaya dari semula biaya distribusi keseluruhan adalah Rp. 500.555 saat ini menjadi Rp. 338.430

Tabel 11. Biaya distribusi *nearest neighbor*

Data Aktual			<i>Nearest Neighbor</i>		
Fix Cost (Rp.)	Variable Cost (Rp.)	Total Cost (Rp.)	Fix Cost (Rp.)	Variable Cost (Rp.)	Total Cost (Rp.)
366.068	134.487	500.555	246.068	92.362	338.430

Dapat dilihat pada Tabel 11, dijelaskan bahwa *variable cost* data aktual lebih besar dibandingkan dengan metode NN, dikarenakan dengan total jarak kendaraan sudah berbeda. Jika semakin besar total jarak yang ditempuh maka semakin besar biaya BBM (*variable cost*) yang dikeluarkan oleh perusahaan. Kemudian untuk *fix cost* juga didapatkan perbedaan biayanya, hal ini dikarenakan pada data aktual terdapat biaya lembur pada supir dan kernet. Pada perhitungan menggunakan metode NN, karena total waktu distribusi pada tanggal 3 Oktober 2018 sebesar 385,6 menit tidak melebihi waktu kerja normal yaitu selama 480 menit, maka tidak terjadinya waktu lembur, yang otomatis tidak adanya biaya lembur pada supir dan kernetnya.

Berikut Tabel 12 adalah perbandingan rute distribusi produk FMCG yang dilakukan oleh PT. XYZ selama Bulan Oktober 2018 yaitu:

Tabel 12. Perbedaan total jarak dan total biaya selama bulan Oktober 2018

Tanggal	Total Jarak (Km)		Total Cost (Rp.)	
	Data Aktual	<i>Nearest Neighbor</i>	Data Aktual	<i>Nearest Neighbor</i>
1	126.84	85.70	327,718.02	301,237.36
2	180.18	116.50	362,055.77	321,064.86
3	208.91	143.48	500,555.41	338,430.02
4	146.15	108.25	340,153.12	315,753.92
5	164.17	125.80	351,750.79	327,051.74
6	172.57	132.50	357,157.78	331,364.86
8	150.81	122.65	343,151.92	325,023.92
9	190.17	135.30	428,488.29	333,167.36
10	189.82	135.13	428,262.46	333,060.07
11	162.46	102.69	350,653.60	312,173.06
12	119.40	116.53	322,934.55	321,080.95
13	185.17	148.39	425,271.71	341,592.44
15	177.79	139.56	360,519.76	335,911.35
16	155.39	125.43	346,098.82	326,810.33
17	185.11	132.40	425,234.54	331,300.49
18	181.30	118.48	422,782.54	322,336.27
19	147.00	129.33	340,702.05	329,320.95
20	224.03	135.60	510,286.76	333,360.49
22	146.23	89.93	340,205.69	303,957.20
23	183.93	122.20	424,469.83	324,734.24
24	168.95	114.60	354,832.61	319,841.74
25	141.35	113.45	337,062.05	319,101.42
26	153.31	121.20	344,763.04	324,090.49
27	192.05	146.97	429,702.86	340,677.78
29	159.03	112.05	348,444.47	318,200.17
30	160.50	129.18	349,392.67	329,228.99
31	146.58	99.03	340,428.71	309,820.69
TOTAL	4519.21	3302.30	10,213,079.81	8,769,693.16

Tabel 12 diatas merupakan rekapitulasi perhitungan biaya dilakukan dengan jumlah jarak tempuh rute. Tujuan dari ini adalah untuk membandingkan perhitungan mana yang lebih baik sehingga *cost* yang dikeluarkan oleh perusahaan tidak besar untuk melakukan pendistribusian. Dengan perhitungan variabel yang tidak menentu dan dipengaruhi berbagai faktor tertentu yaitu adalah jumlah jarak yang dimana mampu mempengaruhi biaya pengeluaran untuk BBM. Selain itu juga jika dalam melakukan pendistribusian memakan waktu lebih lama dibanding jam kerja supir, maka diadakannya jam lembur untuk supir dan kernetnya, alhasil pengeluaran biaya lagi dalam penggajian supir dan kernet tersebut.

Biaya transportasi sangat berpengaruh dalam jarak tempuh yang dihasilkan oleh metode tertentu. Dengan menggunakan metode *nearest neighbor* yang digunakan dalam penentuan rute pendistribusian sangat mempengaruhi biaya transportasi.

Pada total *cost* yang harus dikeluarkan perusahaan pada bulan Oktober 2018, dengan menggunakan *nearest neighbor* perbedaan dalam total *cost* sebesar Rp. 1.443.386 lebih rendah dibanding data aktual. Dengan menggunakan metode Nearest Neighbor dianggap metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang ada karena metode ini menggunakan pembentukan rute yang baik dimana mampu meminimasi jarak yang sangat mempengaruhi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penentuan rute menggunakan *nearest neighbor*, mampu meminimasi total jarak pendistribusian produk FMCG yang dilakukan oleh PT XYZ pada bulan oktober sebesar 27% atau 44,09 km tiap harinya dan mampu menghemat total biaya 15% atau Rp. 53.458 setiap harinya serta mengurangi total waktu tempuh 157 menit dari data aktual ke data *nearest neighbor*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penentuan rute *nearest neighbor* dapat mengurangi total jarak tempuh, total waktu dan biaya distribusi.

Untuk penelitian selanjutnya, perlunya dibangun suatu sistem berbasis aplikasi yang membantu pengendara dalam menentukan jalur alternatif ke beberapa pelanggan apabila terjadi suatu kendala. Dan perlunya ada tambahan sensor yang nantinya diletakkan di armada sebagai pendeteksi jumlah muatan yang telah terisi di armada agar tidak terjadi kelebihan muatan dan meminimalisir kecelakaan.

REFERENSI

- [1] A. Aliyuddin, P. S. Puspitorini and M. Muslimin, "Metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam Mengoptimalkan Rute Distribusi Air minum PT. SMU," Seminar Nasional Teknik Industri, Surabaya, 2017.
- [2] P. Toth and D. Vigo, *The Vehicle Routing Problem*, Philadelphia: SIAM, 2002.
- [3] W. Prasetyo and M. Tamyiz, "*Vehicle Routing Problem* dengan Aplikasi Metode *Nearest Neighbor*," *Journal of Research and Technology*, Vol. 3, No. 2, pp. 88-99, 2017.
- [4] O. Braysy and M. Gendreau, "*Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms*," *System Operations Research and Technology*, Vol. 39, pp. 104-118, 2005.
- [5] L. Leymena, B. W. C. Suryo, Yuniaristanto and W. Sutopo, "Analisis Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode," Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2019, Surakarta, 2019.