

PERANCANGAN RUTE KENDARAAN UNTUK PENDISTRIBUSIAN PRODUK DENGAN PEMANFAATAN APLIKASI R STUDIO

Anggi Widya Purnama¹, Irgi Achmad Farezi²

¹²Program Studi Manajemen Transportasi, Sekolah Tinggi Manajemen Logistik
Indonesia, Jalan Sariasih No. 54 Sarijadi, Bandung 40151, Indonesia
E-mail: anggiwidyapurnama@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu aktivitas layanan yang dilakukan oleh PT. Sinar Mas Logistik adalah mendistribusikan produk unilever ke *Outlet* Borma di Wilayah Bandung Raya. Dalam pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan terdapat beberapa masalah, salah satunya adalah dari penentuan rute pengiriman di perusahaan yang dilakukan masih berdasarkan pada pengalaman/intuisi pengemudi (belum berdasarkan kajian pihak manajemen). Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang muncul tersebut, maka dalam penelitian ini akan melakukan kajian apakah sistem pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan sudah efektif dan efisien, hal ini dilihat dari variabel jarak tempuh terpendek dan biaya pengiriman. Dalam upaya menyelesaikan permasalahan untuk mendapatkan jarak tempuh dan biaya pengiriman yang efektif dan efisien adalah melakukan penentuan rute dengan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dengan memanfaatkan aplikasi R Studio. Dari hasil perbandingan antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan dengan CVRP metode *nearest neighbor heuristic* didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh harian sebesar 95.9 Km atau sekitar 59%, di mana sistem pengiriman usulan dengan lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting). Kesenjangan total biaya harian antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan sebesar Rp. 90.146, - atau sekitar 7%, di mana sistem pengiriman usulan lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting).

Kata kunci: Rute Pengiriman, *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*, *Nearest Neighbor Heuristic*

ABSTRACT

One of the service activities carried out by PT. Sinar Mas Logistik is distributing Unilever products to Borma Outlets in the Greater Bandung Region. There are several problems in the delivery carried out by the company, one of which is the determination of the delivery route at the company which is still based on the experience/intuition of the driver (not based on a management study). Based on the problems that arise, this research will study whether the delivery system carried out by the company is effective and efficient, this can be seen from the shortest mileage and shipping costs. To solve the problem of getting mileage and shipping costs that are effective and efficient is to determine the route by modeling the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) using the nearest neighbor heuristic method by utilizing the R Studio application. From the results of a comparison between the current (existing) delivery system and the proposed delivery system with the nearest neighbor heuristic CVRP method, it was found that there was a total daily mileage gap of 95.9 Km or about 59%, where the proposed delivery system is better than the current delivery system. (existing). The gap in total daily costs between the current delivery system (existing) and the proposed delivery system is Rp. 90,146, - or about 7%, where the proposal submission system is better than the current (existing) submission system.

Keywords: *Shipping Routes, Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows, Nearest Neighbor Heuristic*

1. PENDAHULUAN

Total biaya logistik mencakup lima komponen utama, yaitu: biaya transportasi, biaya penanganan, pemrosesan pesanan dan biaya informasi, jumlah lot, dan biaya penyimpanan persediaan. Semua biaya ini terkait satu sama lain (Sarder, 2021). Biaya transportasi adalah ukuran moneter (yang berhubungan dengan uang) dari apa yang harus dibayar oleh penyedia transportasi untuk menghasilkan layanan transportasi. Biaya transportasi terdiri dari biaya tetap (infrastruktur) dan biaya variabel (operasi) yang tergantung pada berbagai kondisi berkaitan dengan geografi, infrastruktur, hambatan administratif, energi yang dikonsumsi, dan tentang bagaimana penanganan barang yang diangkut. Tiga komponen utama yang berdampak pada biaya transportasi yaitu terkait dengan transaksi, pengiriman, dan gesekan dari jarak (Rodrigue, 2013). Terdapat empat komponen dasar terkait biaya transportasi. Memahami komponen-komponen ini memungkinkan pengangkut untuk memilih moda transportasi yang tepat dan mengurangi biaya transportasi. Empat komponen biaya dasar adalah jarak jalur pengangkutan, pengambilan dan pengiriman, penanganan, serta penagihan dan pengumpulan. (Sarder, 2021).

Salah satu cara untuk menurunkan biaya transportasi adalah dengan mengefisienkan sistem transportasi agar dapat meminimalisasi jarak jalur pengangkutan. Karena penurunan biaya transportasi dapat meningkatkan keuntungan perusahaan secara langsung atau menurunkan harga layanan, sehingga layanan yang ditawarkan dapat lebih kompetitif.

PT. Sinar Mas Logistik adalah sebuah perusahaan penyedia jasa armada angkutan logistik terpadu nasional yang memiliki spesialisasi penyedia angkutan truking berukuran dan kapasitas besar. Salah satu aktifitas layanan yang dilakukan oleh perusahaan PT. Sinar Mas Logistik adalah mendistribusikan produk Unilever ke konsumen diantaranya *outlet* Borma di wilayah Bandung Raya.

Dalam pengiriman yang dilakukan oleh PT. Sinar Mas Logistik terdapat beberapa masalah yaitu salah satunya adalah dari penentuan rute pengiriman di PT. Sinar Mas Logistik yang dilakukan masih berdasarkan pada pengalaman/instuisi pengemudi (belum berdasarkan kajian pihak manajemen).

Oleh karena itu, maka perlu dilakukan kajian mengenai rute atau jalur pengiriman untuk memenuhi permintaan pengiriman dengan total jarak tempuh yang minimum. Jumlah kendaraan pengiriman yang difungsikan perusahaan untuk pendistribusian produk ke Borma saat ini adalah dua kendaraan berjenis CDD Box.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang muncul tersebut, maka dalam penelitian ini akan melakukan kajian apakah sistem pengiriman untuk komoditas unilever yang dilakukan oleh PT. Sinar Mas Logistik sudah efektif dan efisien, hal ini dilihat dari variabel jarak tempuh terpendek dan biaya pengiriman dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh *outlet* Borma di wilayah Bandung Raya. Permasalahan mengenai penentuan rute dilihat dari variabel jarak tempuh terpendek dan biaya pengiriman dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan termasuk dalam permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*.

Maka dalam upaya menyelesaikan permasalahan di PT. Sinar Mas Logistik untuk mendapatkan jarak tempuh dan biaya pengiriman yang efektif dan efisien dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh *outlet* Borma di wilayah Bandung Raya adalah melakukan penentuan rute dengan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dengan memanfaatkan aplikasi R Studio.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan rute pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik yang efektif dan efisien.
2. Berapa total biaya pengiriman dari rute yang terbentuk pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.
3. Bagaimana efektifitas dan efisiensi dari penggunaan metode *nearest neighbor heuristic* dalam penentuan rute pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk:

1. Menerapkan rute yang efektif dan efisien pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik menggunakan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan metode *nearest neighbor* memanfaatkan aplikasi R Studio.
2. Menghitung total biaya pengiriman dari rute yang terbentuk pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.
3. Mengetahui efektifitas dan efisiensi dari penggunaan metode *nearest neighbor heuristic* dalam penentuan rute pada proses pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Penulis
Dapat berkontribusi terhadap Perusahaan dalam memberikan solusi dan inovasi mengenai sistem pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik dan Penulis dapat menambah wawasannya mengenai sistem pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.
2. Manfaat bagi Perusahaan
Dapat menjadi masukan bagi pihak perusahaan dalam rangka efisiensi dan efektifitas pada sistem pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik.
3. Manfaat bagi Masyarakat
Dapat memberikan informasi dan pengetahuan baru terhadap masyarakat. Pemecahan masalah ini dapat menjadi referensi untuk penelitian dan menambah wawasan.

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini berkisar pada permasalahan sistem pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik, yaitu:

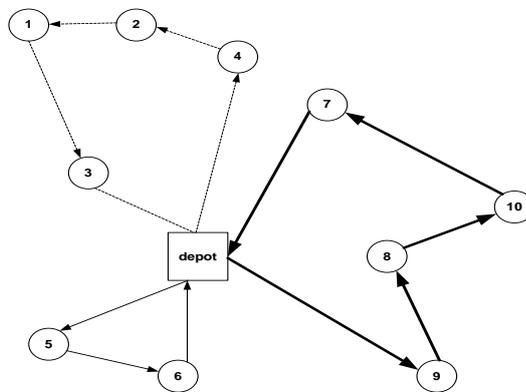
1. Dilakukan pada sistem pengiriman komoditas Uniliver di PT. Sinar Mas Logistik Indonesia kepada *outlet* Borma di wilayah Bandung Raya.
2. Kendaraan yang digunakan dalam proses pengiriman terdiri dari dua unit Mitsubishi Colt Diesel Double (CDD) Box dengan kapasitas 550 Karton.
3. Pemodelan menggunakan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan metode *nearest neighbor heuristic*.
4. Jarak antara Gudang PT. Sinar Mas Logistik dan *Outlet* Borma berdasarkan data google map.

Vehicle Routing Problem (VRP) diperkenalkan pertama kali oleh Dantzig dan Ramzer pada tahun 1959 yang memegang peranan penting dalam pengaturan distribusi dan menjadi salah satu masalah yang dipelajari secara luas. VRP merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas

tertentu dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen. Pendekatan solusi untuk VRP dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pemodelan matematika
2. Heuristik
3. Meta-Heuristik
4. Pendekatan interaktif
5. Pendekatan Hybrid

VRP adalah salah satu contoh masalah transportasi yang meliputi aktivitas pemindahan barang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan memiliki tujuan untuk memenuhi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan jumlah kendaraan yang digunakan dan rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan.



Gambar 1. VRP dengan 1 depot, 10 pelanggan dan 3 kendaraan

Formulasi model matematika untuk VRP dasar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ij} x_{ijk} \quad (1)$$

Dengan pembatas:

$$\sum_i \sum_k x_{ijk} = 1, \text{ untuk semua } j \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ipk} - \sum_j x_{pj k} = 0, \text{ untuk semua } p, k \quad (3)$$

$$\sum_i q_i \left(\sum_j x_{ijk} \right) \leq Q_k, \text{ untuk semua } k \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ojk} \leq 1, \text{ untuk semua } k \quad (5)$$

$$y_i - y_j + n \sum_{k=1}^{NV} X_{ijk} \leq n - 1, i \neq j, i \neq 0, j \neq 0 \quad (6)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \text{ untuk semua } i, j \text{ dan } k \quad (7)$$

Beberapa variasi VRP tergantung pada jumlah faktor, pembatas, dan tujuan. Pembatas paling umum yang ditambahkan pada VRP standar adalah pembatas waktu dan jarak total. Sedangkan, beberapa variasi fungsi tujuan dari VRP antara lain meminimasi total biaya, waktu, atau jarak. Kriteria lain yang juga ditambahkan pada VRP standar adalah

matriks biaya/waktu/jarak yang tidak simetris, beberapa contoh variasi VRP sebagai berikut:

- a. *Capacitated VRP*
CVRP adalah sebuah VRP di mana sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu yang harus melayani sejumlah permintaan pelanggan.
- b. *VRP with time windows*
Setiap pelanggan mempunyai rentang waktu pelayanan di mana pelayanan harus dilakukan pada rentang *time windows* masing-masing pelanggan.
- c. *VRP with split deliveries*
Pada VRP standar, setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan. *VRP with split deliveries* adalah permasalahan di mana pelanggan dikunjungi lebih dari satu kendaraan. Hal ini bisa terjadi jika permintaan pelanggan sangat besar melebihi kapasitas kendaraan.
- d. *VRP deliveries dan pick-ups*
Dalam kondisi nyata, setiap kendaraan tidak hanya mempunyai tugas untuk mengantar (*delivery*) atau mengangkut (*pick-up*) saja. Sebagian besar kendaraan melakukan dua tugas tersebut sekaligus. Variasi VRP ini juga dikenal dengan VRP *with linehauls dan backhauls*. Pelanggan dibagi menjadi dua bagian yaitu pelanggan *linehaul* dan pelanggan *backhaul*. Pelanggan *linehaul* mengambil (*delivery*) sejumlah produk dari depot dan pelanggan *backhaul* mengirim (*pick-up*) sejumlah produk ke depot. Pada umumnya, variasi VRP ditambahkan dengan pembatas prioritas di mana pelanggan *linehaul* diprioritaskan daripada pelanggan *backhaul*. Untuk permasalahan di mana terdapat situasi pengangkutan (*pick-up*) dan pengiriman (*delivery*) sekaligus pada tiap pelanggan, bentuk VRP menjadi VRP *with simultaneous picks-ups and delivery*.
- e. *VRP with multiple depots*
VRP jenis ini memiliki depot lebih dari satu. Setiap pelanggan mendapatkan produk yang diantar dengan salah satu kendaraan dari salah satu depot dan setiap kendaraan berangkat pertama kali dari depot dan berakhir di depot.
- f. *VRP with multiple products*
Karakteristik dari variasi VRP ini adalah permintaan pelanggan lebih dari satu produk. Pada umumnya, VRP bentuk ini juga melibatkan kendaraan dengan *multi*
- g. *VRP with multiple trips*
Karakteristik dari variasi VRP ini adalah satu kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
- h. *Heterogeneous VRP atau VRP with heterogeneous fleet of vehicles*
Karakteristik utama dari VRP ini adalah kapasitas kendaraan antara kendaraan satu dengan kendaraan lainnya berbeda, dengan jumlah dan tipe kendaraan diketahui.
- i. *Periodic VRP*
Dalam VRP standar, pada umumnya horison perencanaan hanya berlaku untuk satu hari. Pada kenyataannya, permintaan pelanggan dapat terjadi dalam waktu beberapa hari selama misalnya satu minggu. Oleh sebab itu, selain permasalahan *routing*, VRP bentuk ini juga mencakup permasalahan penentuan hari kunjungan pelanggan dalam jangka waktu satu minggu tersebut. VRP ini biasanya disebut dengan *periodic VRP*.
- j. *Stochastic VRP*

VRP jenis ini memiliki unsur random misalnya permintaan pelanggan yang tidak pasti dan waktu perjalanan. Selain itu, setiap pelanggan memiliki kemungkinan tidak harus dikunjungi setiap hari.

k. *Dynamic VRP*

Pada kasus nyata, terdapat kemungkinan sejumlah pelanggan yang mendapatkan pelayanan selalu sama setiap waktunya. Pelanggan yang baru mungkin saja ada. Pelanggan baru ini harus disisipkan pada *route plan* saat ini. Inilah yang disebut dengan *dynamic VRP*.

l. *Other variant*

Jenis lain dari VRP misalnya *VRP dan location problem VRP with bi-objective function* dan lain-lain.

Permasalahan penentuan rute kendaraan atau VRP dapat dipecahkan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan satu pemecahan masalah secara heuristik. Metode ini merupakan metode yang sederhana dalam memecahkan masalah rute dan merupakan solusi awal. *Nearest Neighbor* adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan suatu algoritma untuk menemukan suatu titik terdekat dengan titik sebelumnya pada ruang metrik. Pencarian *Nearest Neighbor* dikenal dengan juga dengan pencarian jarak, pencarian titik terdekat.

Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan suatu algoritma yang paling alami dalam menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem*. Pada algoritma ini, kendaraan bergerak menuju ke tempat-tempat terdekat yang belum dikunjungi dengan permintaan dari tempat tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan angkut, tetapi apabila melebihi maka pengiriman dilakukan lebih dari satu kali namun setelah itu kendaraan menuju depot untuk loading lalu menuju ke tempat terdekat selanjutnya.

Langkah-langkah secara umum dalam menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1

Pilih satu titik awal sebagai titik awal (0) yang dipilih berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, lanjut ke langkah 2.

2. Langkah 2

Tentukan titik terdekat (i) dari titik awal, lalu hubungkan dua titik tersebut, lanjut ke langkah 3.

3. Langkah 3

Set pelanggan terakhir (i-1) sebagai titik awal, lanjut ke langkah 2 hingga semua pelanggan telah berada pada lintasan. Jika semua pelanggan telah berada pada lintasan, maka lanjut ke langkah 4.

4. Langkah 4

Hentikan proses teknik pemecahan masalah algoritma *Nearest Neighbor*.

2. METODOLOGI

2.1. Data Pelanggan dan Demand

PT. Sinar Mas Logistik Bandung berlokasi di Jl. Soekarno-Hatta No.287, RT.009/RW.012, Situsaeur, Bojongloa Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat. Dalam pengiriman barang produk *Unilever* memiliki kurang lebih 12 pelanggan (Borma). Proses pendistribusian produk dalam bentuk satuan karton (dus). Kendaraan yang digunakan untuk proses ditribusi adalah mobil 2 Mitsubishi CDD box. Untuk pendistribusian

dilakukan tiga kali dalam satu minggu yaitu pada hari Senin, Rabu, dan Jumat. Berikut adalah data laporan permintaan pengiriman produk pada hari senin beserta dengan data *outlet* Borma dan alamat.

Tabel 1. Data Outlet dan Demand

NAMA	ALAMAT	DEMAND
BORMA CIJERAH	Jl. Raya Cijerah No.90, Cijerah, Bandung Kulon, Kota Bandung, Jawa Barat	89
BORMA CARINGIN	Jl. Caringin No.124, Babakan Ciparay, Kec. Babakan Ciparay, Kota Bandung, Jawa Barat	109
BORMA BUAH BATU	Jl. Buah Batu No.235, Turangga, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat	90
BORMA TKI KOPO	Jl. Taman Kopo Indah 2 No.2, Rahayu, Kec. Margaasih, Bandung, Jawa Barat	45
BORMA KIRCON	Jl. Kiara Condong No.416, Binong, Kec. Batununggal, Kota Bandung, Jawa Barat	102
BORMA KOPO	Borma, Jl. Kopo Sayati, Sayati, Kec. Margahayu, Bandung, Jawa Barat	75
BORMA RANCABOLANG	Jl. Rancabolang, RT 008/09, Margasari, Margacinta, Manjahlega, Kec. Rancasari, Kota Bandung, Jawa Barat	65
BORMA GEMPOL SARI	Jl. Gempol Sari, Melong, Kec. Cimahi Sel., Kota Cimahi, Jawa Barat	150
BORMA RIUNG BANDUNG	Jl. Raya Cipamokolan No.50, Cipamokolan, Kec. Rancasari, Kota Bandung, Jawa Barat	42
BORMA ANTAPANI	Jl. Terusan Jakarta No.53, Cicaheum, Kec. Kiaracandong, Kota Bandung, Jawa Barat	135
BORMA CIBADUYUT	Jl. Terusan Cibaduyut No.9, Cangkuang Kulon, Kec. Dayeuhkolot, Kota Bandung, Jawa Barat	70
BORMA MARGACINTA	Jl. Margacinta No.220, Cijaura, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat	35

Sumber: PT. Sinar Mas Logistik, 2021

2.2. Data Kendaraan

Pada saat pengiriman komoditas unilever ke *outlet* Borma, PT. Sinarmas logistik Indonesia menggunakan kendaraan truk box tertutup dengan kapasitas angkut maksimum sebanyak 550 katon komoditas Unilever. Berikut gambaran kendaraan dapat dilihat pada **Gambar 2.**



Sumber: PT. Sinar Mas Logistik, 2021

Gambar 2. Kendaraan Tipe CDD Box

2.3. Data Biaya Transportasi

Dalam penelitian ini adapun juga biaya yang dihitung meliputi biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*).

1. Fixed Cost

a. Biaya Sewa

Biaya sewa untuk kendaraan yang digunakan oleh perusahaan PT. Sinar Mas Logistic sebesar Rp. 8.000.000/Kendaraan/Bulan. Biaya tersebut termasuk dalam asuransi kendaraan dan juga biaya administrasi. Dalam satu bulan tersedia 22 hari kerja. Jadi untuk biaya sewa truk untuk satu hari kerja adalah:

$$\frac{Rp.8.000.000}{22 \text{ hari}} = Rp. 363.636 / \text{hari}$$

b. Gaji Awak

Gaji awak/supir sebesar Rp. 3.280.000 / bulan. Jadi gaji awak supir per hari adalah:

$$\frac{Rp.3.280.000}{22 \text{ hari}} = Rp. 149.000 / \text{hari}$$

Gaji TKBM

Gaji TKBM sebesar Rp. 1.540.000 / bulan. Jadi gaji TKBM per hari adalah

$$\frac{Rp. 1.540.000}{22 \text{ hari}} = Rp. 70.000 / \text{hari}$$

$$\text{Total Fixed Cost} = Rp. 363.636 + Rp. 149.000 + Rp. 70.000 = Rp. 582.636$$

2. Variable Cost

Pemakaian BBM.

Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan adalah bio solar dengan harga Rp. 9.400 / liter dengan rasio penggunaan bahan bakar terhadap jarak diestimasi sebesar 1:10 yang artinya setiap 1 liter bahan bakar menempuh jarak sejauh 10 kilometer. Jadi Variabel Cost sebesar Rp. 9.400/10 = Rp 940/Km

3. Data Jarak

Data jarak antar konsumen diambil bertujuan untuk menentukan jarak terdekat dari satu konsumen ke konsumen lainnya, sehingga didapatkan rute yang paling efisien yang dilakukan oleh PT. Sinar Mas Logistik dalam melakukan kegiatan pendistribusian produk *unilever*. Tabel Lokasi Setiap Node merupakan tabel yang berisi kedudukan PT. Sinar Mas Logistik dan seluruh *outlet* Borma pada peta di mana titik tersebut mempertemukan garis vertikal dan garis horizontal pada suatu peta. Pengumpulan titik lokasi ini menggunakan aplikasi google map, seperti pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Lokasi Setiap Node

Node	Nama	X1	X2
1	PT SINAR MAS LOGISTIK BANDUNG	-6.94618	107.592
2	BORMA CIJERAH	-6.91949	107.5694
3	BORMA CARINGIN	-6.9441	107.5793
4	BORMA BUAH BATU	-6.94371	107.6296
5	BORMA TKI KOPO	-6.96189	107.5589
6	BORMA KIRCON	-6.94277	107.6418
7	BORMA KOPO	-6.96752	107.5753
8	BORMA RANCABOLANG	-6.94325	107.6636
9	BORMA GEMPOL SARI	-6.92667	107.5517
10	BORMA RIUNG BANDUNG	-6.94175	107.6766

Node	Nama	X1	X2
11	BORMA ANTAPANI	-6.91223	107.6493
12	BORMA CIBADUYUT	-6.96333	107.5933
13	BORMA MARGACINTA	-6.95564	107.6518

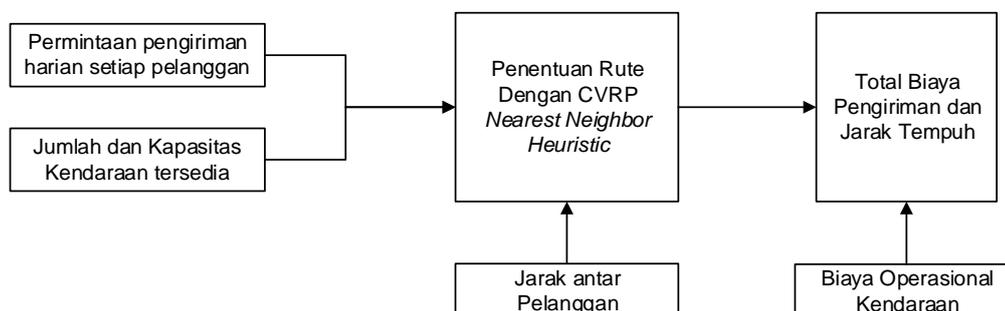
Matrik jarak merupakan matrik yang menunjukkan hubungan jarak antara PT. Sinar Mas Logistik dan Seluruh *Outlet* Borma. Perhitungan jarak dilakukan dengan memilih jarak tempuh terpendek. Perhitungan jarak ini menggunakan aplikasi google map dengan satuan jarak yang digunakan adalah Kilometer (Km). data matrik jarak asal tujuan seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Matrik Asal Tujuan

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	6.0	2.3	5.2	6.0	7.1	4.0	9.9	7.1	13.6	9.8	2.3	7.0
2	6.5	0	4.9	11.7	5.6	18.4	10.4	21.1	2.7	24.9	11.7	8.8	18.3
3	1.8	4.9	0	7.0	4.5	8.8	4.5	11.6	4.6	15.3	11.2	4.0	8.8
4	5.5	9,1	6.8	0	19.3	3.0	13.6	5.8	11.4	9.5	6.6	6.5	3.0
5	5.3	5,5	4.2	14.2	0	14.8	2.6	17.6	5.5	21.3	27.4	5.3	14.8
6	8.9	10,8	7.6	2.1	20.1	0	14.4	5.4	12.9	7.3	3.9	7.6	2.8
7	3.4	7.1	4.1	12.3	2.2	12.8	0	15.7	7.1	19.4	16.7	3.4	12.8
8	10.2	13.5	10.2	4.6	22.6	3.4	16.9	0	15.0	6.3	7.2	10.1	2.8
9	7.2	3.2	4.6	18.6	5.6	19.1	7.6	21.9	0	25.7	18.9	9.1	19.1
10	11.6	14.9	11.6	6.0	24.0	4.8	18.3	2.4	16.4	0	8.6	11.5	5.2
11	10.2	11.2	12.4	6.8	24.9	10.2	19.2	10.2	19.5	8.3	0	12.4	7.6
12	4.1	7.4	3.8	6.7	4.7	8.6	2.7	11.4	8.6	15.1	11.3	0	8.5
13	13.8	19.3	14.4	3.8	19.2	2.6	13.5	2.8	24.5	5.8	6.4	11.7	0

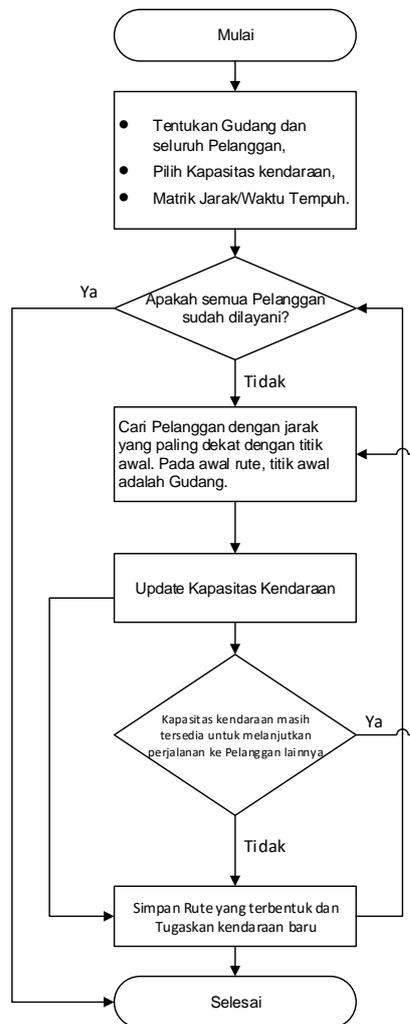
2.4. Metodologi

Kerangka konseptual adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Permasalahan sistem pengiriman komoditas Unilever yang diterapkan di PT. Sinar Mas Logistik memerlukan model yang mampu menjaga efektifitas dan meningkatkan efisiensi sistem pengiriman. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat dalam **Gambar 3**.



Gambar 3. Kerangka Konseptual

Dari permasalahan yang terjadi, untuk dapat memecahkan masalah yang terjadi dipilih pendekatan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, di mana CVRP adalah suatu pemecahan masalah dengan tujuan mengoptimalkan rute yang ada dengan ketersediaan kendaraan yang ada tanpa mengabaikan batasan kapasitas setiap kendaraan. Rute optimal adalah rute yang memberi total jarak tempuh dan total biaya pengiriman yang efisien.



Gambar 4. FlowChart Algoritma CVRP Nearest Neighbor Heuristic

2.5. Metode Analisis Data

Di dalam analisis dan pembahasan ini yang menjadi pokok garapan atau esensi permasalahannya adalah melakukan analisa (*gap analysis*) terhadap sistem pengiriman komoditas Unilever yang berlaku saat ini (eksisting) di PT. Sinar Mas Logistik dibandingkan dengan hasil dari pengolahan yang dilakukan penulis yang menggunakan pendekatan metode CVRP *nearest neighbor heuristic*, dengan menggunakan dua kriteria penilaian, yaitu: total jarak tempuh dan total biaya pengiriman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengolahan Rute, Jarak, dan Biaya Eksisting

Pengolahan data jarak tempuh dilakukan sesuai dengan rute eksisting yang dilakukan oleh PT. Sinar Mas Logistik pada kegiatan pengiriman komoditas Unilever saat ini, di mana seluruh *Outlet* Borma di wilayah Bandung Raya dilayani oleh dua kendaraan CDD serta pemilihan rute perjalanan berdasarkan kebiasaan dari sopir. Berikut rute saat ini yang digunakan oleh pihak PT. Sinar Mas Logistik beserta jumlah angkutan, dan total jarak tempuhnya.

Tabel 4. Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Kondisi *Eksisting*

Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Karton)	Jarak Tempuh (Km/Hari)	Total Jarak Tempuh (Km/Hari)
CDD (1)	1-13-9-3-2-10-8-1	490	78.5	161.2
CDD (2)	1-4-6-5-11-7-12-1	517	82.7	

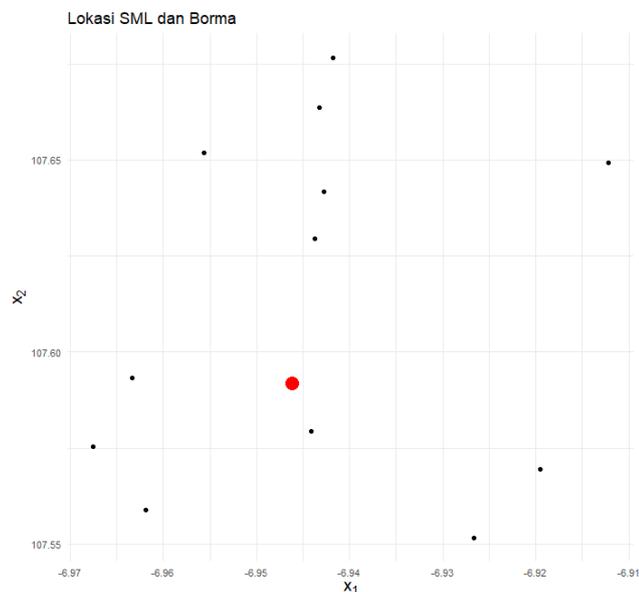
Pengolahan data biaya pengiriman terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Agar sesuai dengan kondisi diteliti dalam periode hari, maka seluruh biaya dikonversi menjadi harian untuk biaya tetap dan biaya tidak tetap menjadi setiap Km. Berikut biaya pengiriman rute eksisting dalam Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Pengiriman Kondisi Eksisting

Kend	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp)	Biaya Pengiriman /Kend (Rp)
CDD (1)	1-13-9-3-2-10-8-1	78.5	Rp. 582.636	Rp. 73.790	Rp. 656.426
CDD (2)	1-4-6-5-11-7-12-1	82.7	Rp. 582.636	Rp. 77.738	Rp. 660.374

3.2. Hasil Pengolahan Rute, Jarak, dan Biaya Usulan dengan R Studio

Untuk mendapatkan rute usulan, maka dilakukan pengolahan data menggunakan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*. Dalam pengolahannya dibantu dengan menggunakan *software R Studio*. Setelah melakukan *input* data lokasi dan *demand*, maka data lokasi yang merupakan titik koordinat dirubah menjadi matrik, dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Plot Lokasi RStudio

Tabel 6. Matrik Asal Tujuan RStudio

```

      1      2      3      4      5      6
1 0.00000000 0.03491101 0.01279820 0.03773380 0.03658574 0.04992646
2 0.03491101 0.00000000 0.02651737 0.06485532 0.04368925 0.07597454
3 0.01279820 0.02651737 0.00000000 0.05028318 0.02707727 0.06245278
4 0.03773380 0.06485532 0.05028318 0.00000000 0.07299172 0.01219330
5 0.03658574 0.04368925 0.02707727 0.07299172 0.00000000 0.08502615
6 0.04992646 0.07597454 0.06245278 0.01219330 0.08502615 0.00000000
      7      8      9      10     11     12
1 0.02707612 0.07169640 0.04471446 0.08480642 0.06659629 0.01720149
2 0.04837960 0.09709632 0.01912269 0.10948531 0.08013344 0.04989805
3 0.02376297 0.08426921 0.03264845 0.09734744 0.07684317 0.02375960
4 0.05930519 0.03398640 0.07973071 0.04707842 0.03710758 0.04128142
5 0.01731194 0.10632257 0.03595246 0.11944028 0.10308456 0.03439711
6 0.07093125 0.02183133 0.09147329 0.03489542 0.03144658 0.05265836
      13
1 0.06060294
2 0.08995033
3 0.07340092
4 0.02520460
5 0.09310925
6 0.01632239

> best_route
$route
[1] 1 3 12 7 5 9 2 4 6 13 8 10 11 1

$total_distance
[1] 0.3578903
    
```

Gambar 6. Hasil Komputasi Rute Terpendek Terbaik RStudio

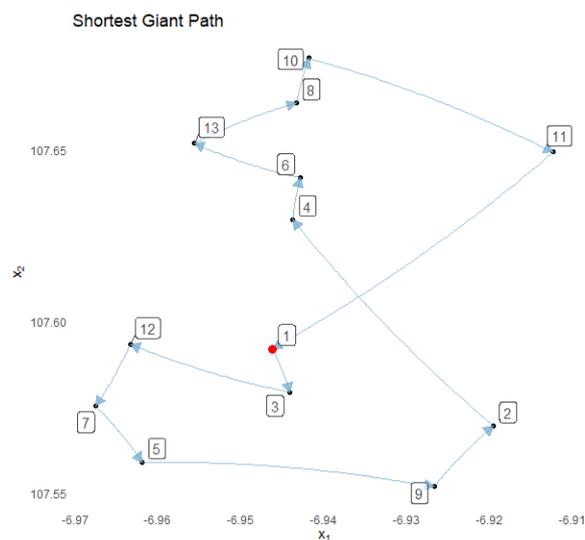
```

> nearest_result
$distance
[1] 0.3656798

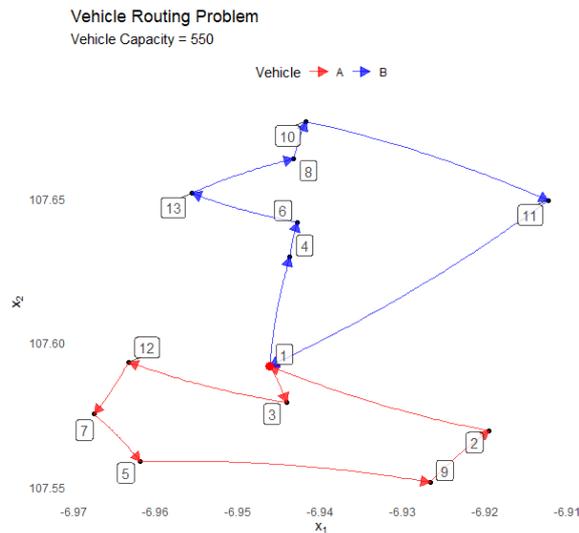
$route
[1] 1 3 12 7 5 9 2 1 4 6 13 8 10 11 1

$num_vehicle
[1] 2
    
```

Gambar 7. Hasil Komputasi Rute Terpendek CVRP Nearest Neighbor RStudio



Gambar 8. Urutan Rute Terpendek Terbaik RStudio



Gambar 9. Urutan Rute Terpendek Terbaik CVRP Nearest Neighbor RStudio

Tabel 7. Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Dengan CVRP Nearest Neighbor Heuristic

Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Karton)	Jarak Tempuh (Km/Hari)	Total Jarak Tempuh (Km/Hari)
CDD (1)	1-3-12-7-5-9-2-1	538	26.4	65.3
CDD (2)	1-4-6-13-8-10-11-1	469	38.9	

Pengolahan data biaya pengiriman dari rute yang terbentuk dengan CVRP metode *nearest neighbor heuristic* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Untuk biaya pengiriman rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor heuristic* dalam Tabel 8.

Tabel 8. Biaya Pengiriman Dengan CVRP Nearest Neighbor Heuristic

Kend	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp)	Biaya Pengiriman /Kend (Rp)
CDD (1)	1-3-12-7-5-9-2-1	26.4	Rp. 582.636	Rp. 24.816	Rp. 607.452
CDD (2)	1-4-6-13-8-10-11-1	38.9	Rp. 582.636	Rp. 36.566	Rp. 619.202

3.3. Analisis dan Pembahasan

Dari hasil perbandingan antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan dengan CVRP metode *nearest neighbor heuristic* didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh harian sebesar 95.9 Km atau sekitar 59%, di mana sistem pengiriman usulan dengan metode CVRP metode *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting).

Tabel 9. Gap Analysis Jarak Tempuh dan Biaya Pengiriman

Kendaraan	Jarak Tempuh Pengiriman		Gap Jarak	% Gap Jarak	Biaya Pengiriman		Gap Biaya	% Gap Biaya
	Eksisting	Usulan			Eksisting	Usulan		
CDD (1)	78.5	26.4	-52,1	-66%	Rp. 656.426	Rp. 607.452	-Rp. 48.974	-7%
CDD (2)	82.7	38.9	-43,8	-52%	Rp. 660.374	Rp. 619.202	-Rp. 41.172	-6%
Total	161,2	65,3	-95,9	-59%	Rp. 1.316.800	Rp. 1.226.654	-Rp. 90.146	-7 %

Kesenjangan total biaya harian antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan metode CVRP metode *nearest neighbor heuristic* sebesar Rp. 90.146, - atau sekitar 7%, di mana sistem pengiriman usulan dengan metode CVRP metode *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting). Jika dilihat dari sisi efektifitas, baik untuk sistem eksisting maupun sistem pengiriman usulan dengan CVRP metode *nearest neighbor heuristic*, kedua sistem tersebut efektif, di mana setiap permintaan pengiriman komoditas Unilever dapat dipenuhi sesuai dengan permintaan pelanggan baik dari segi waktu maupun kuantitas. Tetapi bila dilihat dari sisi efisiensi, terbukti bahwa sistem pengiriman yang diterapkan oleh PT. Sinar Mas Logistik saat ini (eksisting) kurang efisien jika dibandingkan dengan sistem pengiriman usulan.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan R Studio dalam melakukan komputasi CVRP *nearest neighbor heuristic* dapat lebih memudahkan pengguna dan mempercepat waktu komputasi jika dibanding dengan manual. Selain itu hasil yang didapatkan cukup optimal.
2. Jika dilihat dari segi efektifitas, di mana efektifitas tersebut adalah memfokuskan terhadap kesesuaian antara pengiriman komoditas Unilever dengan permintaan pelanggan, untuk sistem eksisting maupun metode *nearest neighbor heuristic* mempunyai nilai efektifitas yang sama, di mana permintaan pengiriman komoditas Unilever dapat terpenuhi seluruhnya.
3. Jika dilihat dari segi efisiensi, di mana efisiensi tersebut adalah memfokuskan terhadap penggunaan sumber daya, dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya. Rute usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih meningkatkan efisiensi, di mana dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 95.9 Km atau sekitar 59% dan biaya sebesar Rp. 90.146 atau sekitar 7% setiap harinya dibandingkan dengan sistem eksisting.

Beberapa saran dalam penelitian ini antara lain:

1. PT. Sinar Mas Logistik sebaiknya mengkaji ulang sistem pengiriman (penentuan rute) komoditas Unilever kepada outlier Borma di Wilayah Bandung Raya agar dapat lebih meningkatkan efisiensi.
2. Untuk penelitian selanjutnya dalam penentuan rute dapat menggunakan metode metaheuristic agar hasilnya lebih mendekati optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R.H. (2004): *Business Logistics/Supply Chains Management 5 ed.* New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Bodin L., Golden B.M., Assad A., Ball M. (1983): *Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: the state of art, Computer and Operations Research*, 11 (2), 63-211
- Bowersox, D.J., Closs, D., Cooper, M.B. (1978): *Supply Chain Logistics Management.* New York: McGraw Hill
- Chairul A., Susy S., Hari A. (2014). Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Metode Sequential Insertion. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 01, No. 04
- Council of Supply Chains Management Professional (2017)., *Supply Chains Management Terms and Glossary*

- Dantzig, G.B., and Ramser, J.H. (1959): *The Truck Dispatching Problem*, *Management Science*, 6, pp. 80-91
- Rodrigue, J.P., C. Comtois, dan B. Slack, 2013. *The Geography of Transportation Systems*, Third Edition, Routledge, New York
- Rushton, A., Chouher P., Baker P.,(2014) *The Handbook of Logistics And Distribution Management 5 ed. The Chartered Institute Of Logistic and Transport, United Kingdom.*
- Sarder M.D. 2021. *Logistics Transportation Systems*, Elsevier.
- Toth, p., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Mathematics.