

PERANCANGAN USULAN RUTE PENGIRIMAN KOMODITAS TEKSTIL DI PT. AGILITY INTERNATIONAL PLB II (WILAYAH BANDUNG)

Anggi Widya Purnama¹, Tashiil Anwar²

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

ABSTRAK

PT. Agility International PLB II adalah salah satu kantor cabang dari PT. Agility International yang bergerak di bidang jasa layanan logistik, seperti pengiriman komoditas tekstil untuk pelanggannya di wilayah Bandung. Untuk melakukan pengiriman komoditas tekstil menggunakan dua jenis kendaraan yaitu Mitsubishi Colt Diesel Double (CDD) sebanyak satu unit dan Mitsubishi FUSO sebanyak dua unit, di mana setiap jenis kendaraan tersebut memiliki kapasitas yang berbeda. Dalam proses pengiriman, penentuan rute pengiriman masih didasari atas intuisi sopir (belum berdasarkan kajian matematis). Oleh sebab itu, penelitian ini akan mengkaji apakah sistem pengiriman yang diterapkan PT. Agility International PLB II sudah efektif dan efisien, dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek dan biaya pengiriman dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh pelanggan komoditas tekstil. Penentuan rute dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek, jumlah penggunaan kendaraan, dan biaya pengiriman dengan mempertimbangkan waktu pelayanan dan kendaraan yang heterogen termasuk dalam permasalahan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW)*, di mana dalam penelitian ini menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*. Berdasarkan hasil perbandingan, jika dilihat dari segi efektifitas, di mana efektifitas tersebut adalah memfokuskan terhadap kesesuaian antara pengiriman komoditas tekstil dengan permintaan pelanggan, penentuan rute baik untuk sistem yang sekarang maupun usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* mempunyai nilai efektifitas yang sama, di mana permintaan pengiriman komoditas tekstil dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, penentuan rute usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih meningkatkan efisiensi di mana biaya pengiriman komoditas tekstil dengan metode saat ini setiap harinya sebesar Rp3.071.151, sedangkan dengan metode *nearest neighbor heuristic* sebesar Rp3.069.698. Metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dibandingkan dengan metode yang digunakan sekarang di mana dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 2,3 km atau sekitar 5% dan biaya sebesar Rp 1.453 atau sekitar 0,13% setiap harinya.

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

ABSTRACT

PT. Agility International PLB II is a branch office of PT. Agility International, which is engaged in logistics services, such as delivery of textile commodities to customers in the Bandung area. To deliver textile commodities, there are two types of vehicles are used, such as one unit of Mitsubishi Colt Diesel Double (CDD) and two units of Mitsubishi FUSO, where each type of vehicle has a different capacity. In the delivery process, the selection of the delivery route is still based on the driver's intuition (not yet based on a mathematical study). Therefore, this study will examine whether the delivery system implemented by PT. Agility International PLB II is effective and efficient, based on the shortest distance/ travel time and delivery costs from the order of visits of all textile commodity customers. Route choice based on shortest distance/ travel time variables, the number of vehicle usage, and delivery costs by considering service time and heterogeneous vehicles are the problems included in the *Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Time*

Windows (HVRPTW), which in this study uses the closest neighbor heuristic method. Based on the comparison, in terms of effectiveness, where the effectiveness is focused on conformity between commodity delivery and customer demand, determining a good route for the existing system or by using the nearest neighbor method which has the same effectiveness value, where the demand for commodity delivery can be fulfilled completely. When viewed from the point of view of mileage and cost efficiency, the determination of the closest neighbor heuristic method can increase efficiency where the cost of delivery textile commodities using the current method is Rp. 3,071,151 every day, while using the closest neighbor heuristic method is Rp. 3,069,698. The closest heuristic method is more efficient than the existing method where using the nearest neighbor heuristic method can provide a total distance of 2.3 km or about 5% and a cost of Rp.1,453 or around 0.13% per day.

Keywords: *Delivery Routes, Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Time Windows, Nearest Neighbor Heuristic*

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem logistik, transportasi merupakan salah satu aktifitas yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan biaya. Pada banyak perusahaan, transportasi menghasilkan biaya tertinggi dalam sistem logistik, yaitu satu-per-tiga sampai dua-per-tiga dari total biaya logistik (Ballou, 2004).

Biaya transportasi merupakan komponen yang mempengaruhi keunggulan kompetitif suatu perusahaan logistik, karena penurunan biaya transportasi dapat meningkatkan keuntungan perusahaan secara langsung atau menurunkan harga layanan, sehingga layanan yang ditawarkan dapat lebih kompetitif. Salah satu cara untuk menurunkan biaya transportasi adalah dengan mengefisienkan sistem transportasi. Untuk itu, meningkatkan efisiensi melalui maksimalisasi pemanfaatan kendaraan dan personil serta sistem operasi menjadi perhatian utama.

PT. Agility International adalah perusahaan swasta yang bergerak pada bidang logistik. Aktivitas logistik yang disediakan oleh PT. Agility International di antaranya adalah *freight forwarding*, transportasi, dan pergudangan. PT. Agility International berdiri sejak tahun 1979, hingga saat ini sudah memiliki lebih dari 500 kantor di 100 negara, termasuk di Indonesia. Salah satu kantor cabang dari PT. Agility International adalah PT. Agility International PLB II (wilayah Bandung). PT. Agility International PLB II menyediakan layanan logistik di antaranya pengiriman komoditas tekstil untuk pelanggannya di wilayah Bandung. Pengiriman tekstil dilakukan berdasarkan permintaan dari masing-masing pelanggan dengan menggunakan sarana transportasi darat. Sarana transportasi darat yang digunakan untuk melakukan pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II ada dua jenis kendaraan yaitu Mitsubishi *Colt Diesel Double* (CDD) sebanyak satu unit dan Mitsubishi FUSO sebanyak dua unit, di mana setiap jenis kendaraan tersebut memiliki kapasitas yang berbeda. Dalam proses pengiriman, penentuan rute pengiriman masih didasari atas instuisi sopir (belum berdasarkan kajian matematis).

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang muncul tersebut, maka penelitian ini bermaksud untuk mengkaji apakah sistem pengiriman yang diterapkan PT. Agility International PLB II sudah efektif dan efisien atau belum, dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek dan biaya pengiriman dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh pelanggan komoditas tekstil di wilayah Bandung. Penentuan rute terbaik dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek, jumlah penggunaan kendaraan, dan biaya pengiriman dengan mempertimbangkan waktu pelayanan dan kendaraan yang heterogen termasuk dalam permasalahan *Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Time Windows* (HVRPTW).

Maka dalam upaya menyelesaikan permasalahan di PT. Agility International PLB II untuk mendapatkan jarak/waktu tempuh dan biaya pengiriman yang efektif dan efisien dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh pelanggan di wilayah Bandung adalah melakukan penentuan rute dengan pemodelan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW)* menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini secara umum bertujuan untuk:

1. Menerapkan rute yang efektif dan efisien pada proses pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II menggunakan pemodelan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW)* dengan metode *nearest neighbor heuristic*.
2. Menghitung total biaya pengiriman dari rute yang terbentuk pada proses pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II.
3. Mengetahui efektifitas dan efisiensi dari penggunaan metode *nearest neighbor heuristic* dalam penentuan rute pada proses pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II.

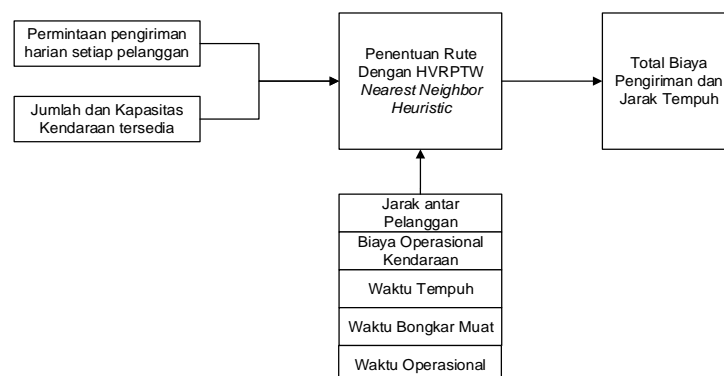
Ruang lingkup pembahasan penelitian ini berkisar pada permasalahan sistem pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II, seperti:

1. Penelitian dilakukan pada sistem pengiriman komoditas tekstil di PT. Agility International PLB II kepada pelanggan tetap di wilayah Bandung.
2. Kendaraan yang digunakan dalam proses pengiriman terdiri dari satu unit Mitsubishi Colt Diesel Double (CDD) dengan kapasitas 500 roll dan dua unit Mitsubishi FUSO dengan kapasitas masing-masing 1000 roll.
3. Jarak antara Gudang PT. Agility International PLB II dan Pelanggan diukur berdasarkan data pada google map.

2. METODOLOGI

2.1. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Permasalahan sistem pengiriman komoditas tekstil yang diterapkan di PT. Agility International PLB II memerlukan model yang mampu menjaga efektifitas dan meningkatkan efisiensi sistem pengiriman. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1.



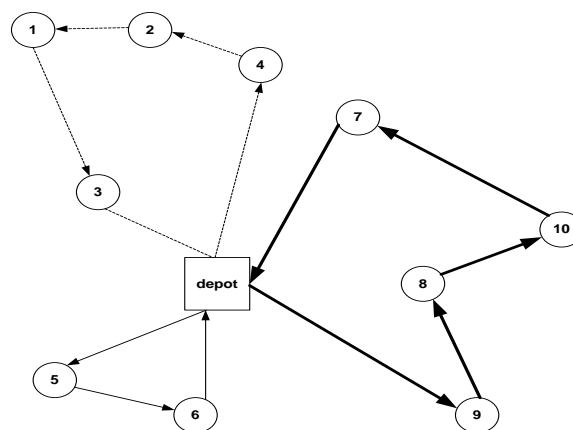
Gambar 1. Kerangka Konseptual

2.2. Vehicle Routing Problem

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

Formulasi model matematik untuk VRP dasar dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

Dengan pembatas:

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

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

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

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

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

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

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:

- *Capacitated VRP*
CVRP adalah sebuah VRP di mana sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu yang harus melayani sejumlah permintaan pelanggan.
- *VRP with time windows*
Setiap pelanggan mempunyai rentang waktu pelayanan di mana pelayanan harus dilakukan pada rentang *time windows* masing-masing pelanggan.
- *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.
- *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*.
- *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.
- *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*
- *VRP with multiple trips*
Karakteristik dari variasi VRP ini adalah satu kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
- *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.
- *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*.

- *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.

- *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*.

- *Other variant*

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

2.3. *Nearest Neighbor Heuristic*

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:

- Langkah 1

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

- Langkah 2

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

- Langkah 3

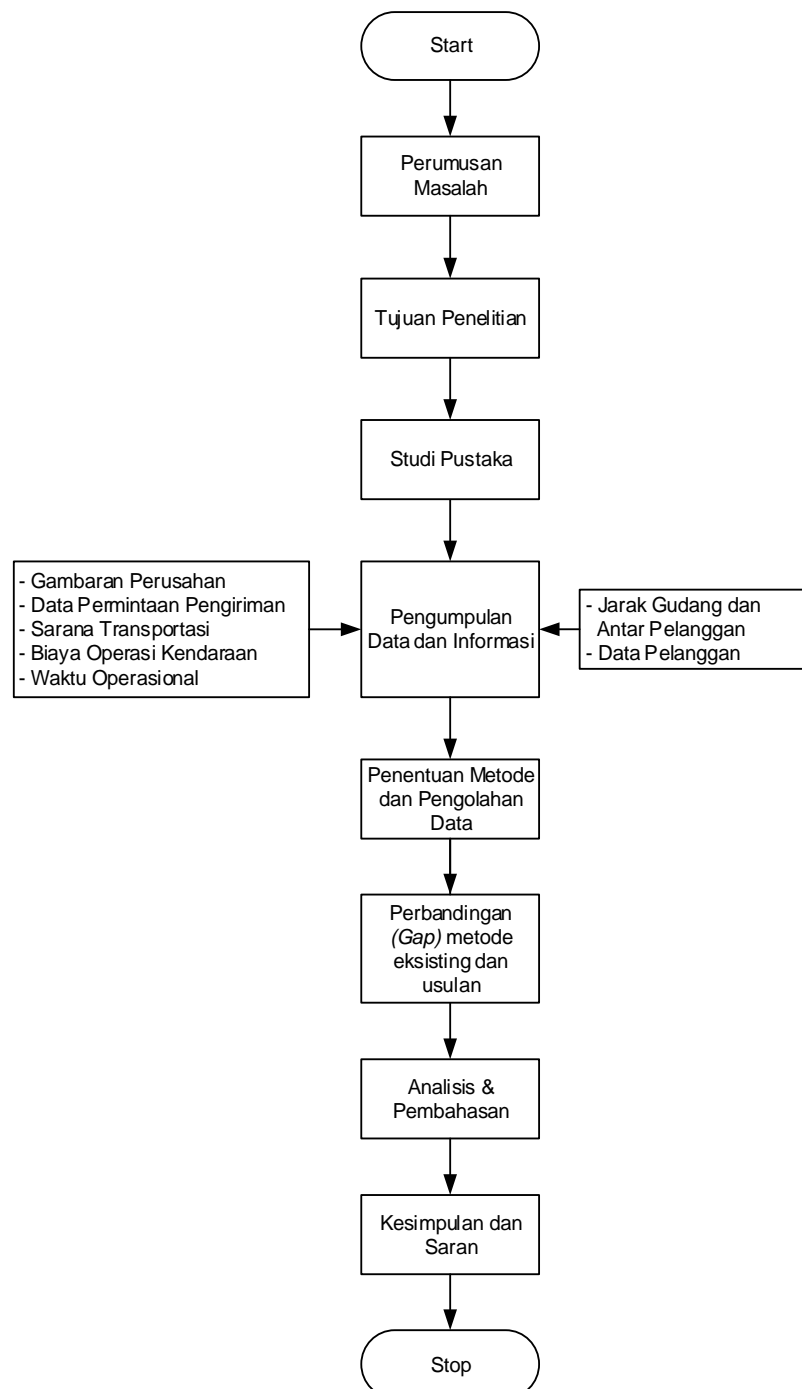
Set pelanggan terakhir (i-1) sebagai titik awal, lanjut ke langkah 2 hingga semua pelanggan telah berada pada lintasan.

Jika semua pelanggan telah berada pada lintasan, maka lanjut ke langkah 4.

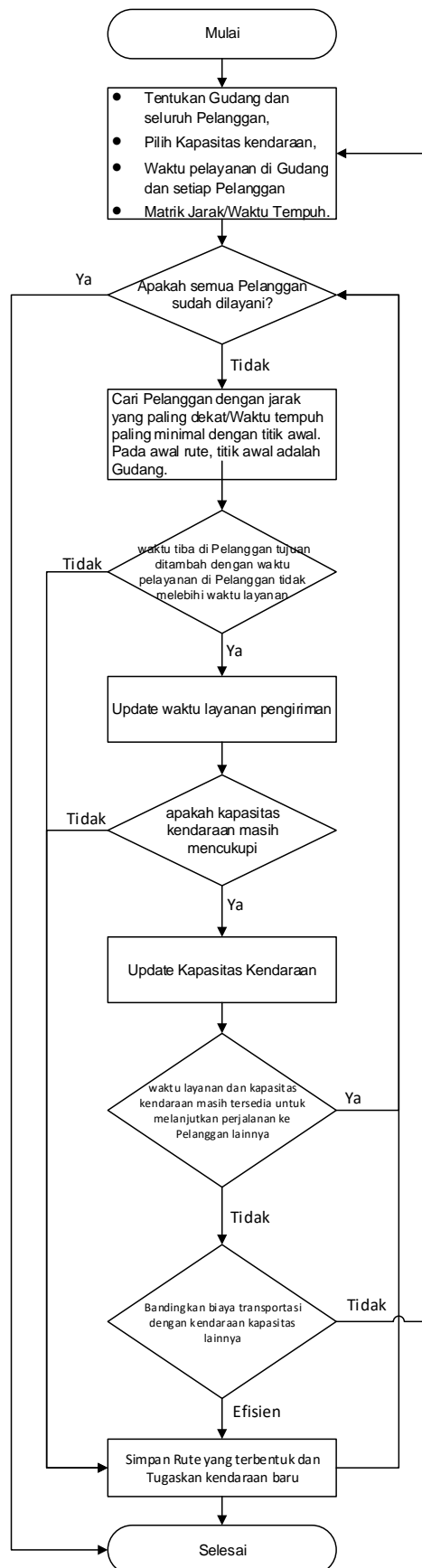
- Langkah 4
Hentikan proses teknik pemecahan masalah algoritma *Nearest Neighbor*.

2.4. Sistematika Pemecahan Masalah

Usulan sistematika pemecahan masalah dalam penelitian ini, seperti yang terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Sistematika Pemecahan Masalah



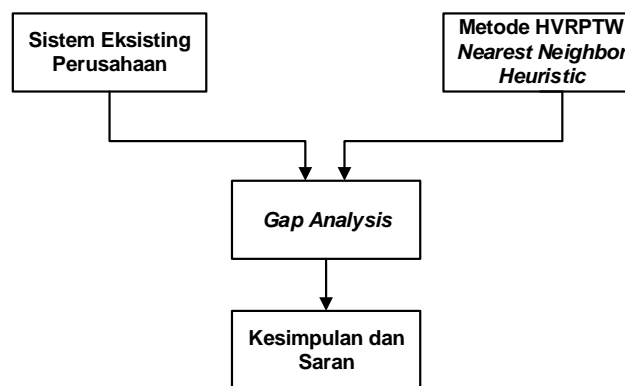
Gambar 4. Algoritma HVRPTW Nearest Neighbor Heuristic

Dari permasalahan yang terjadi, untuk dapat memecahkan masalah yang terjadi penulis memilih pendekatan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows* (HVRPTW), di mana HVRPTW adalah suatu pemecahan masalah dengan tujuan mengoptimalkan rute yang ada dengan ketersediaan kendaraan yang heterogen tanpa mengabaikan batasan kapasitas setiap kendaraan dan rentang waktu pelayanan. Rute optimal adalah rute yang memberi total jarak/waktu tempuh dan total biaya pengiriman yang efisien.

Setelah didapatkan data pengiriman dan jarak antara pelanggan yang dituangkan ke dalam Matrik Asal Tujuan/ OD (*Origin-Destination*), dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *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 tekstil yang berlaku saat ini (eksisting) di PT. Agility International PLB II dibandingkan dengan hasil dari pengolahan yang dilakukan penulis yang menggunakan pendekatan metode HVRPTW *nearest neighbor heuristic*, dengan menggunakan dua kriteria penilaian, yaitu: total jarak tempuh dan total biaya pengiriman.



Gambar 5. Gap Analysis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum

PT. Agility International PLB II yang beralamat di Jl. Raya Batujajar No.29, Giriasih, Batujajar, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat, dalam melakukan pengiriman komoditas tekstil untuk pelanggan di wilayah bandung dilakukan setiap hari dengan waktu dari pukul 13.00 s/d 22.00. Berikut ini merupakan data pelanggan dan permintaan pengiriman untuk wilayah Bandung beserta kode tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pelanggan

Kode	Nama Perusahaan	Alamat
1	PT. Ciptagria Mutiara Busana	Jl. Mekar Raya No. 33 Gedebage, Bandung 40117
2	PT. Maju Jaya Fashion	Jl. Taman Kopo Indah 2, Ruko TKI II, Blok 1A No.70, Rahayu, Kec. Margaasih, Kota Bandung, 40218
3	PT. Yasha Pratama Indonesia	Kb. Jeruk, Kec. Andir, Kota Bandung 40181

Kode	Nama Perusahaan	Alamat
4	PT. Opelom Garment Indonesia	Jl. Raya Leuwigajah No.239, Utama, Cimahi 40533
5	CV. Cemerlang Jaya Fashion	Jl. H. Kurdi Tim. 2 No.11, Pelindung Hewan, Astanaanyar, Bandung 40243
6	PT. Bandung Sakura Textile	Jl. Raya Dayeuhkolot No.33, Pasawahan, Dayeuhkolot, Bandung 40258
7	PT. Trinity Indo Garment	Jl. Sadang Rahayu, Kavling Industri C3 No. 39, Margahayu Tengah, Kec. Margahayu, Bandung 40225
8	PT. Alena Textile Industries	Jl. Moh. Toha No.147, Pasawahan, Dayeuhkolot, Bandung 40256
9	PT. Bandung Indah Gemilang	Jl. Raya Caringin No.394, Margajaya, Ngamprah, West Bandung Regency, 40553
10	PT. Sinar Austral Textile Industry	Jl.Cibaligo, No.48, Leuwigajah Cimahi 40535

Sumber: PT. Agility International, 2020

Data jenis, kapasitas, kecepatan kendaraan dan rata-rata waktu bongkar di setiap pelanggan serta waktu muat di perusahaan, didapatkan melalui wawancara dengan karyawan terkait. Berikut adalah data hasil yang didapat:

Tabel 2. Jenis dan Kapasitas Kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah	Kapasitas Kendaraan	Kecepatan Kendaraan	Waktu Bongkar	Waktu Muat
CDD	1	500 roll/Kendaraan	40 Km/Jam	30	30 Menit
	Kendaraan			Menit/pelanggan	
FUSO	2	1.000	40 Km/Jam	30	40 Menit
	Kendaraan	roll/Kendaraan		Menit/pelanggan	

Sumber: PT. Agility International, 2020

3.2. Matrik Jarak dan Waktu Tempuh

Matrik jarak merupakan matrik yang menunjukkan hubungan jarak antara PT. Agility International PLB II (Gudang) dan Pelanggan. 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.

Matrik waktu tempuh merupakan matrik yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berpindah dari satu titik ke titik lainnya. Data waktu tempuh didapatkan dari rumus waktu tempuh yaitu hubungan jarak dan kecepatan, dengan kecepatan rata-rata kendaraan adalah 40 Km/Jam. Rumus waktu tempuh dituliskan sebagai berikut:

$$Waktu\ Tempuh = \frac{Jarak\ (Km)}{Kecepatan\ Rata-rata} \quad (8)$$

Matrik waktu tempuh asal tujuan seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Matrik Jarak (Km)

Asal/ Tujuan	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gudang (X)	0,0	16,1	13,4	14,7	6,0	17,3	20,1	14,0	20,8	5,7	8,3
1	16,1	0,0	10,3	2,1	7,1	4,6	6,4	10,3	7,1	21,6	9,1
2	13,4	10,3	0,0	9,2	11,4	6,8	10,8	1,4	9,2	17,9	7,9
3	14,7	2,1	9,2	0,0	6,0	3,2	5,4	8,6	6,1	19,9	7,4

Asal/ Tujuan	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	6,0	7,1	11,4	6,0	0,0	13,4	14,2	19,3	14,9	9,1	20,3
5	16,9	4,6	6,8	13,4	13,4	0,0	2,7	7,1	3,4	18,5	9,8
6	20,1	6,4	10,8	14,2	14,2	2,7	0,0	7,3	0,7	20,4	11,7
7	14,0	10,3	1,4	19,3	19,3	7,1	7,3	0,0	8,0	17,9	8,2
8	20,8	7,1	9,2	14,9	14,9	3,4	0,7	8,0	0,0	21,1	12,4
9	5,7	21,6	17,9	10,3	10,3	18,5	20,4	17,9	21,1	0,0	10,5
10	8,3	9,1	7,9	20,3	20,3	9,8	11,7	8,2	12,4	10,5	0,0

Tabel 4. Matrik Waktu Tempuh (Menit)

Asal/ Tujuan	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gudang (X)	0,00	24,15	20,10	22,05	9,00	25,95	30,15	21,00	31,20	8,55	12,45
1	24,15	0,00	15,45	3,15	10,65	6,90	9,60	15,45	10,65	32,40	13,65
2	20,10	15,45	0,00	13,80	17,10	10,20	16,20	2,10	13,80	26,85	11,85
3	22,05	3,15	13,80	0,00	9,00	4,80	8,10	12,90	9,15	29,85	11,10
4	9,00	10,65	17,10	9,00	0,00	20,10	21,30	28,95	22,35	13,65	30,45
5	25,35	6,90	10,20	4,80	20,10	0,00	4,05	10,65	5,10	27,75	14,70
6	30,15	9,60	16,20	8,10	21,30	4,05	0,00	10,95	1,05	30,60	17,55
7	21,00	15,45	2,10	12,90	28,95	10,65	10,95	0,00	12,00	26,85	12,30
8	31,20	10,65	13,80	9,15	22,35	5,10	1,05	12,00	0,00	31,65	18,60
9	8,55	32,40	26,85	29,85	15,45	27,75	30,60	26,85	31,65	0,00	15,75
10	12,45	13,65	11,85	11,10	30,45	14,70	17,55	12,30	18,60	15,75	0,00

3.3. Demand

Data *demand* merupakan data rata-rata permintaan pengiriman harian komoditas tekstil setiap pelanggan tetap di wilayah Bandung. Tabel 5 adalah data rata-rata permintaan pengiriman harian komoditas tekstil setiap pelanggan tetap dalam satuan roll.

Tabel 5. Rata-rata Permintaan Pengiriman Harian

Kode	Nama Perusahaan	Rata-rata Permintaan Pengiriman (Roll/Hari)
1	PT. Ciptagria Mutiara Busana	243
2	PT. Maju Jaya Fashion	236
3	PT. Yasha Pratama Indonesia	203
4	PT. Opelon Garment Indonesia	218
5	CV. Cemerlang Jaya Fashion	204
6	PT. Bandung Sakura Textile	169
7	PT. Trinity Indo Garment	194
8	PT. Alena Textile Industries	255
9	PT. Bandung Indah Gemilang	234
10	PT. Sinar Austral Textile Industry	253

Sumber: PT. Agility International, 2020

3.4. Biaya Pengiriman

Biaya Pengiriman terdiri dari Biaya Tetap (*fixed cost*) dan Biaya Tidak Tetap (*variable cost*). Rincian dari biaya pengiriman adalah sebagai berikut:

- a. Biaya Tetap (*fixed cost*)

Untuk pengiriman komoditas tekstil, PT. Agility International PLB II menggunakan kendaraan sewa, sehingga biaya tetap terdiri dari: biaya sewa kendaraan, gaji sopir dan gaji TKBM.

Tabel 6. Harga sewa kendaraan

Jenis Kendaraan	Banyak (Unit)	Harga Sewa (Bulan/Unit)
CDD 4D34-2AT7	1	Rp. 15.000.000
FUSO 6D16-3AT2	2	Rp. 19.500.000

Sumber: PT. Agility International, 2020

Dalam satu bulan terdapat 22 hari kerja dengan 5 hari pengiriman setiap minggunya dari gudang ke pelanggan tetap.

- Biaya Sewa CDD = $\frac{Rp.15.000.000}{22 \text{ hari}} = Rp. 681.818/\text{kend-hari}$
- Biaya Sewa FUSO = $\frac{Rp.19.500.000}{22 \text{ hari}} = Rp. 886.363/\text{kend-hari}$
- Gaji sopir sebesar Rp. 150.000/hari
- Gaji TKBM sebesar Rp. 75.000/hari

b. Biaya Tidak Tetap (*variable cost*)

Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan adalah bio solar Rp. 9.400/liter dengan rasio penggunaan bahan bakar terhadap jarak diestimasi sebesar 1:11 yang artinya setiap 1 liter bahan bakar dapat menempuh jarak sejauh 11 Kilometer.

3.5. Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Pengiriman Eksisting

Penghitungan jarak tempuh dilakukan sesuai dengan rute eksisting yang dilakukan oleh PT. Agility International PLB II pada kegiatan pengiriman komoditas tekstil saat ini, di mana seluruh pelanggan tetap di wilayah bandung dilayani oleh tiga kendaraan yang terdiri dari satu unit CDD dan dua unit FUSO serta pemilihan rute perjalanan berdasarkan kebiasaan dari sopir. Berikut rute saat ini yang digunakan oleh pihak PT. Agility International PLB II beserta jumlah angkutan, dan total jarak tempuhnya.

Tabel 7. Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Kondisi Eksisting

Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Roll)	Jarak Tempuh (Km/Hari)	Total Jarak Tempuh (Km/Hari)
CDD	X-9-4-X	452	22	107,2
FUSO (1)	X-10-3-2-7-X	885	40,3	
FUSO (2)	X-1-5-6-8-X	871	44,9	

3.6. Biaya Pengiriman Eksisting

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, selanjutnya diakumulasikan menjadi biaya pengiriman dalam satu hari. Berikut biaya pengiriman rute eksisting dalam Tabel 8.

Contoh perhitungan:

Biaya Pengiriman Hari Ke-1 CDD

- Biaya Tetap = Rp. 856.818/kend-hari
- Biaya Tidak Tetap = Biaya Tidak Tetap x Jarak Tempuh = Rp. 854,54 x 22 Km = Rp 18.800

- Biaya Pengiriman/Kend = Biaya Tetap + Biaya Tidak Tetap = Rp. 856.818 + Rp 18.800 = Rp. 875.618
- Total Biaya Pengiriman = Biaya Pengiriman (Kendaraan 1 + Kendaraan 2 + Kendaraan 3) = Rp. 875.618 + Rp. 1.095.801 + Rp. 1.099.732 = Rp. 3.071.151

Tabel 8. Biaya Pengiriman Kondisi *Eksisting*

Kend	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Pengiriman/ Kend (Rp)	Total Biaya Pengiriman/ Hari (Rp)
CDD	X-9-4-X	22	Rp. 856.818	Rp. 854,54	Rp. 875.618	Rp. 3.071.151
FUSO (1)	X-10-3-2-7-X	40,3	Rp. 1.061.363	Rp. 854,54	Rp. 1.095.801	
FUSO (2)	X-1-5-6-8-X	44,9	Rp. 1.061.363	Rp. 854,54	Rp. 1.099.732	

3.7. Usulan Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Pengiriman dengan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW) Nearest Neighbor Heuristic*

Untuk mendapatkan rute usulan, maka dilakukan pemodelan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW)*, penggunaan varian *time windows* ini dikarenakan terdapat batasan waktu pelayanan pengiriman, di mana sesuai dengan kebijakan perusahaan bahwa rentang waktu untuk proses pengiriman dilakukan pada pukul 13.00 s/d 22.00 atau selama 540 menit, sedangkan *heterogenous* karena kendaraan yang digunakan bersifat heterogen/tidak sama dari segi kapasitas. Pada pengolahan data *Heterogenous Vehicle Routing Problem With Time Windows (HVRPTW)* ini menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*. Berikut adalah hasil rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor heuristic* dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rute, Jumlah Angkutan, dan Jarak Tempuh Dengan *HVRPTW Nearest Neighbor Heuristic*

Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Roll)	Jarak Tempuh (Km)	Total Jarak/Trip (Km)
CDD	X-9-4-X	452	22	104,9
FUSO (1)	X-10-3-1-5-X	902	39,3	
FUSO (2)	X-2-7-6-8-X	853	43,6	

3.8. Biaya Pengiriman dengan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW) Nearest Neighbor Heuristic*

Pengolahan data biaya pengiriman dari rute yang terbentuk dengan 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 10.

Tabel 10. Biaya Pengiriman Dengan *HVRPTW Nearest Neighbor Heuristic*

Kend	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Pengiriman/ Kend (Rp)	Total Biaya Pengiriman/ Hari (Rp)
CDD	X-9-4-X	22	Rp. 856.818	Rp. 854,54	Rp. 875.618	Rp. 3.069.698
FUSO (1)	X-10-3-1-5-X	39,3	Rp. 1.061.363	Rp. 854,54	Rp. 1.095.459	
FUSO (2)	X-2-7-6-8-X	43,6	Rp. 1.061.363	Rp. 854,54	Rp. 1.098.621	

3.9. Waktu Pelayanan dengan *Heterogenous Vehicle Routing Problem with Time Windows (HVRPTW) Nearest Neighbor Heuristic*

Waktu pelayanan pengiriman merupakan total waktu yang diperlukan kendaraan untuk melakukan proses pengiriman. Pengolahan data waktu pelayanan pengiriman ini terdiri dari waktu muat barang, waktu bongkar barang, dan waktu tempuh kendaraan berdasarkan rute yang terbentuk. Sesuai dengan kebijakan perusahaan bahwa rentang waktu untuk proses pengiriman dilakukan pada pukul 13.00 s/d 22.00 atau selama 540 menit, jadi waktu pelayanan tidak boleh melebihi 540 menit. Hasil pengolahan data waktu pelayanan untuk rute usulan dengan *nearest neighbor heuristic* dalam Tabel 11.

Tabel 11. Waktu Pelayanan Dengan HVRPTW *Nearest Neighbor Heuristic*

Kend	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Waktu Muat (Menit)	Waktu Bongkar (Menit)	Waktu Tempuh (Menit)	Waktu Pelayanan (Menit)
CDD	X-9-4-X	22	30	60	33	123
FUSO (1)	X-10-3-1-5-X	39,3	40	120	60	220
FUSO (2)	X-2-7-6-8-X	43,6	40	120	65	225

3.10. Analisis dan Pembahasan

Dari hasil perbandingan antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan dengan HVRPTW metode *nearest neighbor heuristic* didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh harian sebesar 2,3 Km atau sekitar 5%, di mana sistem pengiriman usulan dengan metode HVRPTW *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting).

Kesenjangan total biaya harian antara sistem pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pengiriman usulan metode HVRPTW *nearest neighbor heuristic* sebesar Rp1.453,00 atau sekitar 0,13%, di mana sistem pengiriman usulan dengan metode HVRPTW *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman saat ini (eksisting).

Tabel 12. 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	22	22	0	0%	Rp 875.618	Rp 875.618	Rp 0	0%
FUSO (1)	40,3	39,3	-1	-2%	Rp 1.095.801	Rp 1.095.459	-Rp 342	-0,03%
FUSO (2)	44,9	43,6	-1,3	-3%	Rp 1.099.732	Rp 1.098.621	-Rp 1.111	-0,10%
Total	107,2	104,9	-2,3	-5%	Rp 3.071.151	Rp 3.069.698	-Rp 1.453	-0,13%

Jika dilihat dari sisi efektifitas, baik untuk sistem eksisting maupun sistem pengiriman usulan dengan HVRPTW metode *nearest neighbor heuristic*, kedua sistem tersebut efektif, di mana setiap permintaan pengiriman komoditas tekstil 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. Agilty International PLB II saat ini (eksisting) kurang efisien jika dibandingkan dengan sistem pengiriman usulan.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika dilihat dari segi efektifitas, di mana efektifitas tersebut adalah memfokuskan terhadap kesesuaian antara pengiriman komoditas tekstil dengan permintaan pelanggan, penentuan rute baik untuk sistem eksisting maupun usulan mempunyai nilai efektifitas yang sama, di mana permintaan pengiriman komoditas tekstil dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, penentuan rute usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih meningkatkan efisiensi.
2. Biaya pengiriman komoditas tekstil dengan metode saat ini (eksisting) setiap harinya sebesar Rp 3.071.151, sedangkan dengan metode *nearest neighbor heuristic* sebesar Rp 3.069.698.
3. Jika dilihat dari segi efektifitas, metode *nearest neighbor heuristic* sangat efektif, di mana permintaan pengiriman komoditas tekstil dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dibandingkan dengan metode eksisting di mana dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 2,3 km atau sekitar 5% dan biaya sebesar Rp 1.453,00 atau sekitar 0,13% setiap harinya.

Beberapa saran dalam penelitian ini antara lain:

1. PT. Agilty International PLB II (wilayah Bandung) sebaiknya mengkaji ulang penentuan rute komoditas tekstil 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
- Rushton, A., Choucher P., Baker P.,(2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management 5 ed. The Chartered Institute of Logistic and Transport, United Kingdom.*
- Toth, p., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem.* Philadhelpia: Society for Industrial and Mathematics.