

PERBANDINGAN METODE *NEAREST NEIGHBOR HEURISTIC* DAN *SEQUENTIAL INSERTION HEURISTIC* UNTUK PERANCANGAN RUTE DISTRIBUSI BUAH DAN SAYUR DI PT. BIMANDIRI AGRO SEDAYA

Anggi Widya Purnama¹, Muhammad Lukman Nurhakim²

^{1,2}Program Studi Manajemen Transportasi, Sekolah Tinggi Manajemen Logistik
Indonesia, Jl. Sariasih 54, Sarijadi Bandung, 40151, Indonesia
E-mail: anggiwidyapurnama@yahoo.com

ABSTRAK

Ketepatan waktu dan jumlah serta efisiensi pendistribusian tidak mungkin tercapai tanpa adanya dengan perencanaan distribusi, salah satunya adalah penentuan rute kendaraan yang digunakan untuk proses pendistribusian. PT. Bimandiri Agro Sedaya. Perusahaan merupakan perusahaan yang mendistribusikan berbagai macam jenis buah dan sayuran yang terletak di kawasan Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Penelitian ini mencoba mengkaji apakah sistem pendistribusian/ pengiriman yang diterapkan PT. Bimandiri Agro Sedaya sudah efektif dan efisien, hal ini dilihat dari variabel jarak tempuh dan biaya pendistribusian/ pengiriman yang dilakukan dengan cara membandingkan metode pendistribusian/ pengiriman eksisting dengan metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic*. Jika dilihat dari segi efektifitas, penentuan rute dengan metode pendistribusian/ pengiriman eksisting, metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic* mempunyai nilai efektifitas yang sama, dimana permintaan pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dibandingkan dengan metode *sequential insertion heuristic*, dimana dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 127,6 Km atau sekitar 14% dan biaya sebesar Rp. 395.303,- atau sekitar 9% setiap minggunya. Sedangkan dengan metode *sequential insertion heuristic* (SI) hanya dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 104,8 Km atau sekitar 12% dan biaya sebesar Rp. 363.483,- atau sekitar 9% setiap minggunya. Sehingga dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih menghemat total jarak tempuh sebesar 22,8 Km atau sekitar 2% dan biaya sebesar Rp. 31.820,- atau sekitar 1% jika dibandingkan dengan menggunakan metode *sequential insertion heuristic*.

Kata Kunci: Rute Distribusi, Biaya Transportasi, *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*, *Nearest Neighbor Heuristic*, *Sequential Insertion Heuristic*

ABSTRACT

Timeliness and amount and distribution efficiency cannot be achieved without distribution planning, one of which is determining the vehicle route used for the distribution process. PT. Bimandiri Agro Sedaya. The company is a company that distributes various types of fruits and vegetables located in Lembang, West Bandung Regency. This study tries to examine whether the distribution/ shipping system implemented by PT. Bimandiri Agro Sedaya is already effective and efficient, this can be seen from the distance and distribution/ shipping costs by comparing the existing distribution/ shipping methods with the nearest neighbor heuristic and sequential insertion heuristic methods. When viewed in terms of effectiveness, determining the route with the existing distribution/ shipping method, nearest neighbor heuristic and sequential insertion heuristic methods have the same effectiveness value, where the demand for the distribution/ delivery of fruit and vegetables can be fulfilled entirely. When viewed in terms of mileage and cost efficiency, the nearest neighbor heuristic method is more efficient than the sequential heuristic insertion method, where using the nearest neighbor heuristic method can save a total mileage of 127.6 Km or about 14% and a cost of Rp. 395,303, - or about 9% every week. Whereas with the sequential insertion heuristic (SI) method it can only save a total mileage of 104.8 Km

or around 12% and a cost of Rp. 363,483, - or about 9% every week. So that using the nearest neighbor heuristic method can further save a total mileage of 22.8 Km or about 2% and a fee of Rp. 31,820, - or about 1% when compared using the sequential heuristic insertion method.

Keywords: *Distribution Routes, Transportation Costs, Capacitated Vehicle Routing Problems with Time Windows, Nearest Neighbor Heuristic, Sequential Insertion Heuristic*

1. PENDAHULUAN

Seperti diketahui bahwa di era globalisasi saat ini, tingkat persaingan antarperusahaan sangat ketat, hal itu dapat dilihat dari semakin banyaknya *supplier*. Oleh karena itu agar dapat mempertahankan posisinya dan meningkatkan keuntungan perusahaan, setiap perusahaan harus dapat dapat memenuhi keinginan dan kepuasan para konsumen (*customer oriented*), dimana kualitas yang berorientasi pada konsumen tercakup dalam 3 (tiga) hal (Zeithaml, Bitner, and. Greimier, 2006), yaitu: Harga, Mutu Produk dan Mutu Pelayanan (kecepatan, kemudahan, dan sebagainya).

Setiap perusahaan dituntut untuk dapat melakukan pelayanan yang seoptimal mungkin dalam pemenuhan kebutuhan konsumen. Suatu perusahaan akan kehilangan kepercayaan konsumen, ketika pada suatu saat seseorang membutuhkan barang, tetapi barang tersebut tidak terdapat di toko/ grosir/ *market/ Outlet*, atau bagaimana bisa mendapatkan barang yang diinginkan, tetapi dalam jumlah yang tidak mencukupi, atau mendapatkan barang dengan kualitas yang berbeda. Salah satu aspek yang harus diperhatikan agar dapat menghindari /meminimalisir kejadian tersebut, yaitu aspek logistik. Karena tujuan utama dari logistik adalah menyampaikan barang jadi dan bermacam-macam material dalam jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi dimana ia dibutuhkan, dan dengan total biaya yang terendah (Bowersox, 1978). 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 sepertiga sampai dua-per-tiga dari total biaya logistik (Ballou, 2004). Untuk itu, meningkatkan efisiensi melalui maksimalisasi pemanfaatan kendaraan dan personil serta sistem operasi menjadi perhatian utama.

Masalah umum yang sering dihadapi perusahaan dalam melakukan pendistribusian produk di antaranya jumlah permintaan yang berbeda untuk setiap titik, utilitas kendaraan, permintaan yang naik turun, dan batasan waktu pengiriman. Permasalahan tersebut dialami oleh perusahaan yang bergerak di bidang agrobisnis yaitu PT. Bimandiri Agro Sedaya. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai macam jenis sayuran yang terletak di kawasan lembang, Kabupaten Bandung Barat yang setiap harinya melakukan distribusi sayuran ke beberapa tempat di wilayah Bandung, Cirebon, Jabotabek, Karawang hingga beberapa kota di Provinsi Jawa Tengah.

Pada wilayah Bandung Raya Konsumen dari perusahaan ini adalah supermarket yang beberapa diantaranya yakni Carrefour, Transmart, Lottemart, Hero dan Giant. Untuk memberikan kepuasan terhadap pelanggan, perusahaan harus mampu menyampaikan produknya tepat waktu dan jumlah. Selain ketepatan waktu dan jumlah, yang menjadi fokus perusahaan adalah efisiensi biaya distribusi. Ketepatan waktu dan jumlah serta efisiensi pendistribusian tidak mungkin tercapai tanpa adanya dengan perencanaan distribusi, salah satunya adalah penentuan rute kendaraan yang digunakan untuk proses pendistribusian. Selama ini pertimbangan perusahaan dalam menentukan rute untuk wilayah Bandung Raya hanya berdasarkan keterbatasan kapasitas, lokasi dan pengalaman sopir.

Maka dalam upaya menyelesaikan permasalahan pada PT. Bimandiri Agro Sedaya untuk mendapatkan jarak/ waktu tempuh dan biaya pendistribusian/ pengiriman yang efektif dan efisien dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh pelanggan di wilayah Bandung Raya, yang akan dilakukan adalah melakukan penentuan rute dengan pendekatan *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menerapkan rute yang efektif dan efisien pada proses pendistribusian/ pengiriman di PT. Bimandiri Agro Sedaya menggunakan pemodelan *capacitated vehicle routing problem with time windows* dengan metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic*.
2. Menghitung total biaya transportasi dari rute yang terbentuk pada proses pendistribusian/ pengiriman di PT. Bimandiri Agro Sedaya.
3. Mengetahui efektifitas dari efisiensi dari penggunaan metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic* dalam penentuan rute pada proses pendistribusian/ pengiriman di PT. Bimandiri Agro Sedaya.

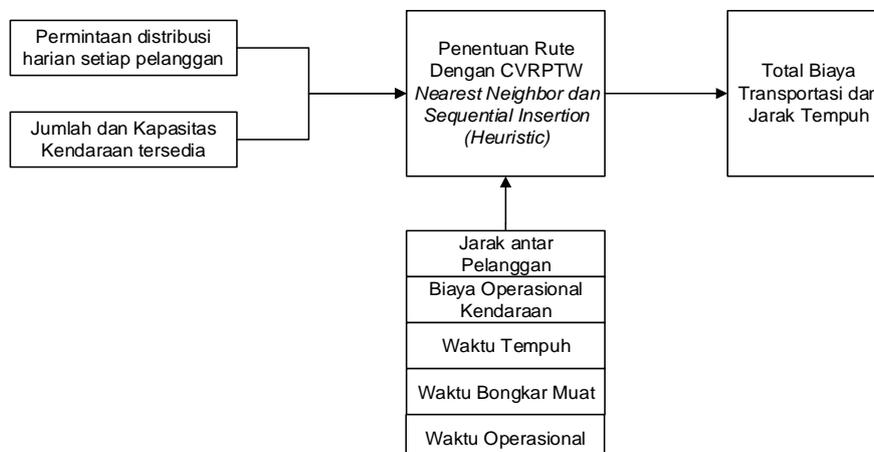
Ruang lingkup pembahasan penelitian ini berkisar pada permasalahan sistem pendistribusian/ pengiriman di PT. Bimandiri Agro Sedaya, yaitu:

1. Penelitian dilakukan pada sistem pendistribusian/ pengiriman di PT. Bimandiri kepada pelanggannya di wilayah Bandung Raya.
2. Kendaraan yang digunakan berjumlah 2 unit mobil truk engkel box berpendingin dengan kapasitas masing-masing 2 ton atau 60 krat.
3. Pemodelan menggunakan *capacitated vehicle routing problem with time windows* dengan metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic*.
4. Jarak antara Depot dan Pelanggan berdasarkan data google map.

2. METODOLOGI

2.1. Kerangka Konseptual

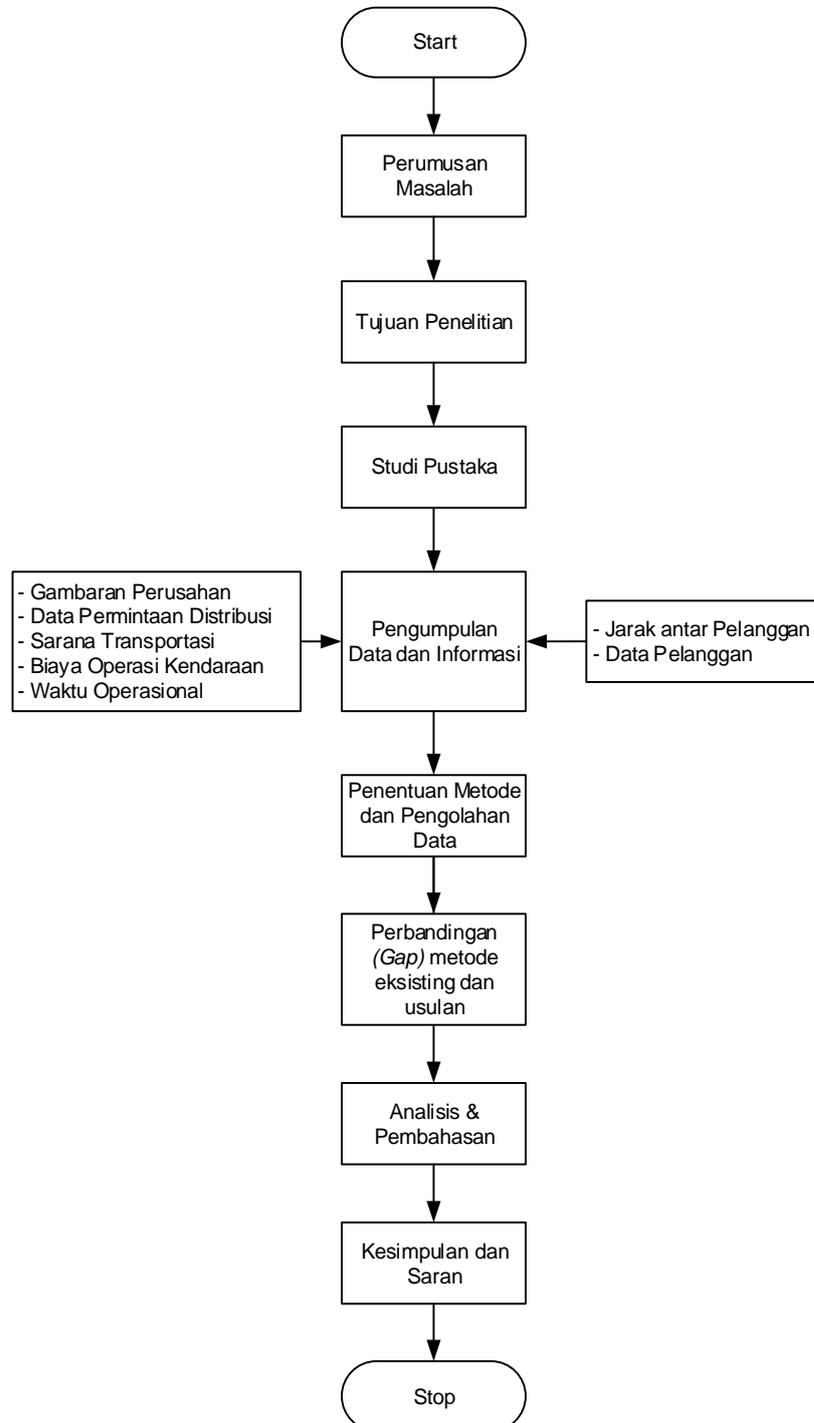
Kerangka konseptual penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Permasalahan sistem pendistribusian/ pengiriman yang diterapkan di PT. Bimandiri Agro Sedaya memerlukan model yang mampu menjaga efektifitas dan meningkatkan efisiensi sistem pendistribusian/ pengiriman. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

2.2. Sistematika Pemecahan Masalah

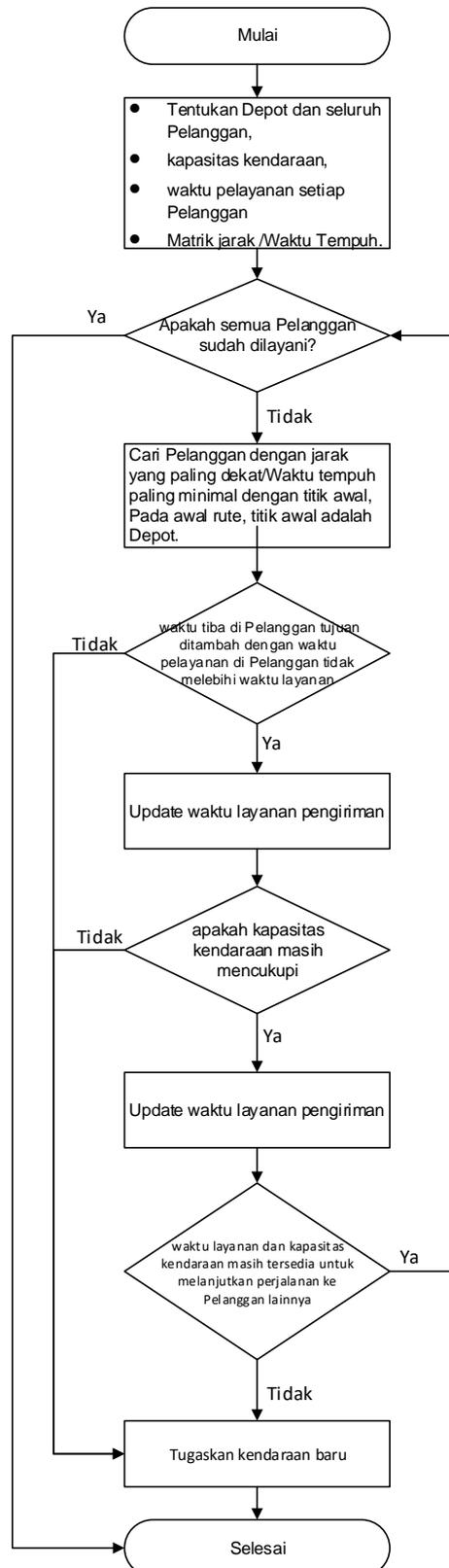
Usulan sistematika pemecahan masalah dalam penelitian ini, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Sistematika Pemecahan Masalah

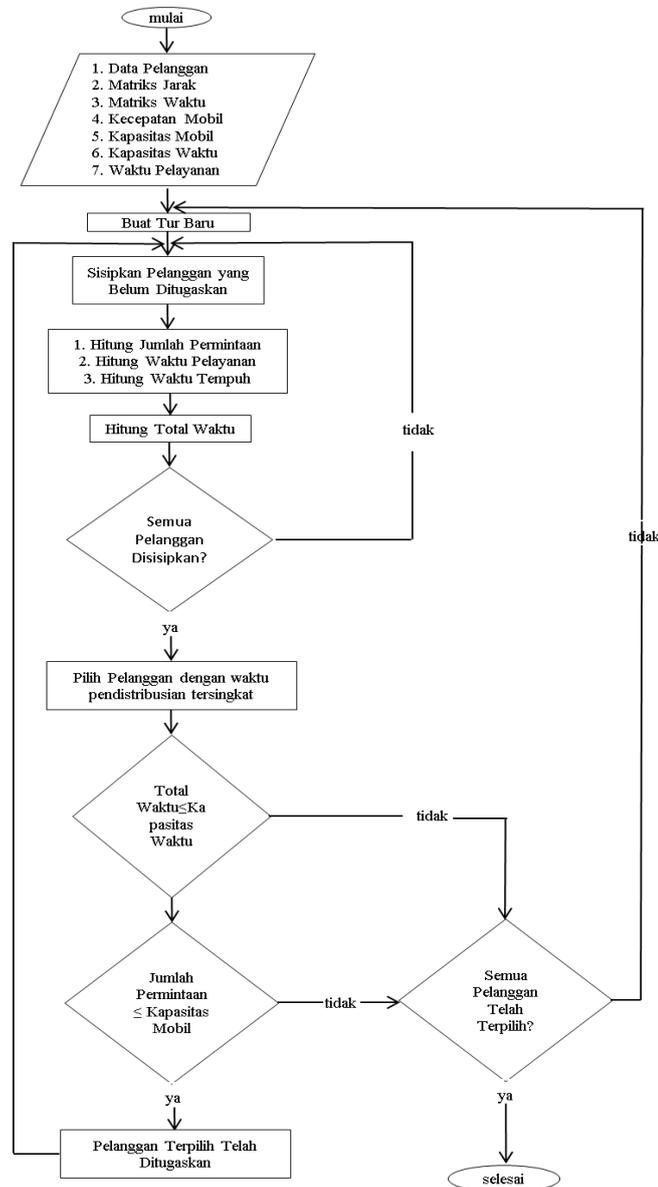
Dari permasalahan yang terjadi, untuk dapat memecahkan masalah yang terjadi penulis memilih pendekatan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*, dimana CVRPTW adalah suatu pemecahan masalah dengan tujuan mengoptimalkan rute yang

ada tanpa mengabaikan batasan kapasitas kendaraan dan rentang waktu pelayanan. Rute optimal adalah rute yang memberi total jarak tempuh, total biaya perjalanan, atau waktu tempuh total yang efisien.



Gambar 3. FlowChart Algoritma Nearest Neighbor Heuristic

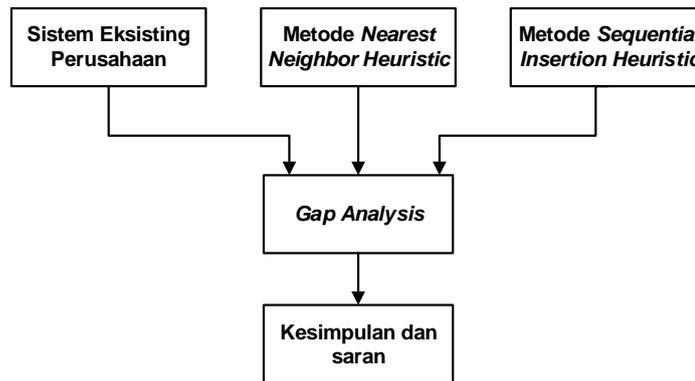
Setelah didapatkan data pendistribusian/ pengiriman dan jarak antara pelanggan yang dituangkan ke dalam Matrik Asal Tujuan/ OD (*Origin-Destination*), dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor Heuristic* dan *Sequential Insertion Heuristic*.



Gambar 4. Flow Chart Algoritma Sequential Insertion Heuristic

2.3. Metode Analisis Data

Di dalam analisis dan pembahasan ini yang menjadi pokok garapan atau esensi permasalahannya adalah melakukan analisis (*gap analysis*) terhadap sistem pendistribusian/ pengiriman untuk buah dan sayuran yang berlaku saat ini di PT. Bimandiri Agro Sedaya dibandingkan dengan hasil dari pengolahan yang dilakukan penulis yang menggunakan pendekatan metode *nearest neighbor heuristic* dan *sequential insertion heuristic*, dengan menggunakan dua kriteria penilaian, yaitu: total jarak tempuh dan total biaya.



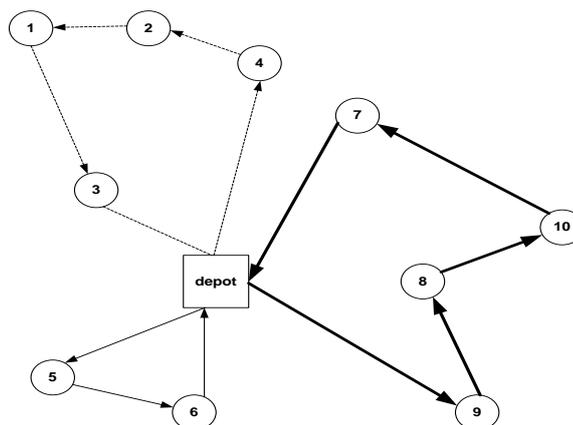
Gambar 5. Gap Analysis

2.4. 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 TSP dan VRP. Ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Ganesh et al. 2007a):

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/orang 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 6. Contoh VRP dengan 1 depot, 10 pelanggan dan 3 kendaraan
 (Sumber: Ganesh et al. 2007a)

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:

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

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

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

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

$$y_1 - y_j + n \sum_{k=1}^{NV} X_{ijk} \leq n - 1, i \neq j, i \neq 0, j \neq 0 \quad (6)$$

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

2.5. 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:

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*.

2.6. Sequential Insertion Heuristic

Prinsip dari metode *Sequential Insertion* adalah dengan menyisipkan konsumen di antara busur penyisipan yang ada pada rute yang dibentuk. Busur penyisipan didefinisikan sebagai lintasan yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Chairul (2014), Metode *Sequential Insertion* adalah cara memecahkan masalah dengan menyisipkan konsumen di antara urutan konsumen yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal. Laporte *et.al* (2000) menyebutkan untuk membentuk solusi VRP, terdapat dua macam cara, yaitu menggabungkan rute yang ada dengan menggunakan kriteria penghematan (*savings criteria*) dan mencoba secara berurutan memasukkan pelanggan dalam rute kendaraan dengan menggunakan kriteria biaya penyisipan (*cost insertion*). Menurut Campbell dan Savelsbergh (2002), metode yang kedua telah terbukti menjadi metode yang populer digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute dan penjadwalan kendaraan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam algoritma *sequential insertion heuristic* sebagai berikut:

1. Buat matrik jarak dan matrik waktu.
2. Pilih satu titik awal sebagai titik awal (0) yang dipilih berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, lanjut ke langkah 2.
3. Hitung jarak tempuh yang dilalui distributor ke tiap pelanggan dan hitung waktu tempuh yang dibutuhkan dalam mengirimkan barang ke tiap pelanggan, lanjut ke langkah 3.
4. Hitung sisa kapasitas mobil, jika sisa kapasitas mobil memenuhi untuk mengirimkan barang sesuai permintaan pelanggan maka lanjut ke langkah 4, jika tidak lanjut ke langkah 9.
5. Jika telah memasuki pelanggan ke-2 atau seterusnya maka lanjut ke langkah 5 jika tidak, lanjut ke langkah 6.
6. Sisipkan pelanggan berikutnya ke dalam urutan rute yang telah terbentuk, lanjut ke langkah 6.
7. Pilih pelanggan yang memiliki jarak paling pendek.
8. Hitung jarak tur, waktu penyelesaian tur dan *list* rute pelanggan yang telah dilayani. Lanjut ke langkah 8.
9. Jika permintaan barang yang akan dikirimkan ke pelanggan belum semua terpenuhi maka lanjut ke kembali 2, jika sudah lanjut ke langkah 10.
10. Kembali ke depot, buat tur baru, $t = t+1$, kembali ke langkah 2.
11. Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum PT. Bimandiri Agro Sedaya

PT. Bimandiri Agro Sedaya dalam melakukan pendistribusian buah dan sayur di wilayah Bandung raya setiap hari dengan waktu dari pukul 06.00 s/d 09.30. Berikut ini merupakan data pelanggan wilayah Bandung Raya beserta kode tiap lokasi.

Tabel 1. Data Pelanggan

Kode	Nama	Alamat
1	Miko Mall (Hypermart)	Jalan Raya Kopo No. 599
2	Paris Van Java (Carrefour)	Jalan Sukajadi No. 131
3	Carrefour Kiaracandong	Jalan Soekarno Hatta No. 256
4	Transmart Cimahi	Jalan Jend. Amir Machmud No. 729

Kode	Nama	Alamat
5	Transmart Cipadung	Jalan A. H. Nasution No. 73
6	Transmart Buahbatu	Jalan Raya Bojongsoang No. 269
7	Trans Studio Mall (Transmart)	Jalan Gatot Subroto No. 289
8	BEC Mall (Lottmart)	Jalan Purnawarman No. 7
9	Festival Citylink (Lottmart)	Jalan Peta No. 241
10	BIP (Hypermart)	Jalan Merdeka No. 56
11	MIM (Hypermart)	Jalan Soekarno Hatta No. 590

(Sumber: PT. Bimandiri Argo Sedaya)

Data jenis, kapasitas, kecepatan kendaraan dan rata-rata waktu bongkar di setiap pelanggan serta waktu muat di perusahaan, didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan serta 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
Truck Engkel Box	2 Kendaraan	60 Krat/Kendaraan	40 Km/Jam	9 Menit	30 Menit

(Sumber: PT. Bimandiri Argo Sedaya)

3.2. Matrik Jarak dan Waktu Tempuh

Matrik jarak merupakan matrik yang menunjukkan hubungan jarak antara Perusahaan (Depot) 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 dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

Matrik waktu tempuh merupakan matrik yang menunjukan 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:

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

Matrik waktu tempuh asal tujuan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Matrik Jarak (Km)

Dari/Ke Depot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Depot	0	29,3	13,2	24,1	19,6	27,4	25	20,6	15,7	20,9	15,9	26,1
1	22,6	0	8,9	8,2	13,7	17,8	9,7	8,8	8,5	4,4	8,6	10,8
2	12,8	12,1	0	12,6	12,5	16,1	15,8	9,2	4,4	8,8	4,5	15,4
3	21,9	7,6	11,3	0	17,3	9,9	3,1	4,8	8,5	6,9	7	3
4	18,9	13,2	9,6	17,4	0	23,5	18,6	15,1	12	10,4	12,1	20,1
5	25,3	17,6	15,2	10,1	23,6	0	13,2	14,6	14,4	20	13	8,2
6	23,1	9,1	14,6	3,1	18,9	13,2	0	6,9	10,1	8,4	8,6	6,3
7	21,5	10,5	10,9	2,7	19,5	11,8	6	0	10,3	9,8	7,8	5,6
8	15,9	8,2	3,7	7,4	12,9	13,8	9,2	4,7	0	5,8	1	10
9	20,2	4,2	5,8	8,2	10,3	17,9	9,1	6,6	5,7	0	5,9	10,4
10	17	7,8	4,8	7	14,3	13,1	8,8	4,3	2	5,7	0	9,7
11	24,1	10,1	13,5	2,5	19,5	12,1	5,5	6,7	12,7	9,9	9,3	0

Tabel 4. Matrik Waktu Tempuh (Jam)

Dari/Ke	Depot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Depot	0,00	0,73	0,33	0,60	0,49	0,69	0,63	0,52	0,39	0,52	0,40	0,65
1	0,57	0,00	0,22	0,21	0,34	0,45	0,24	0,22	0,21	0,11	0,22	0,27
2	0,32	0,30	0,00	0,32	0,31	0,40	0,40	0,23	0,11	0,22	0,11	0,39
3	0,55	0,19	0,28	0,00	0,43	0,25	0,08	0,12	0,21	0,17	0,18	0,08
4	0,47	0,33	0,24	0,44	0,00	0,59	0,47	0,38	0,30	0,26	0,30	0,50
5	0,63	0,44	0,38	0,25	0,59	0,00	0,33	0,37	0,36	0,50	0,33	0,21
6	0,58	0,23	0,37	0,08	0,47	0,33	0,00	0,17	0,25	0,21	0,22	0,16
7	0,54	0,26	0,27	0,07	0,49	0,30	0,15	0,00	0,26	0,25	0,20	0,14
8	0,40	0,21	0,09	0,19	0,32	0,35	0,23	0,12	0,00	0,15	0,03	0,25
9	0,51	0,11	0,15	0,21	0,26	0,45	0,23	0,17	0,14	0,00	0,15	0,26
10	0,43	0,20	0,12	0,18	0,36	0,33	0,22	0,11	0,05	0,14	0,00	0,24
11	0,60	0,25	0,34	0,06	0,49	0,30	0,14	0,17	0,32	0,25	0,23	0,00

3.3. Demand

Data *demand* merupakan data rata-rata permintaan pendistribusian/ pengiriman buah dan sayur setiap pelanggan selama satu minggu. Tabel 5 adalah data rata-rata permintaan pengiriman/ pendistribusian setiap pelanggan dalam satuan krat.

Tabel 5. Data Permintaan Selama Satu Minggu

Kode	Nama	Permintaan (Krat)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
1.	Miko Mall	13		13		11		18
2.	Paris Van Java	18	7		8	11	9	3
3.	Carrefour Kiaracandong	9	11	12		11	8	6
4.	Transmart Cimahi	13		9			18	12
5.	Transmart Cipadung		19		9	13		
6.	Transmart Buahbatu		12	11	7		13	8
7.	Trans Studio Mall	8	13	6	3	8	15	11
8.	BEC Mall	11	9	8	8	15	7	11
9.	Festival Citylink	7	3	12	5		18	10
10.	BIP	8	2	9	8	7		12
11.	MIM	8	18	13		8	11	

(Sumber: PT. Bimandiri Argo Sedaya)

3.4. Biaya Pendistribusian/Pengiriman

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

1. Biaya Tetap (*fixed cost*)

Tabel 6. Biaya Tetap

No.	Biaya	Rp/hari
1.	Penyusutan Kendaraan	Rp. 115.555
2.	Pajak Kendaraan	Rp. 9.722
3.	Uji KIR Kendaraan	Rp. 1.944
4.	Awak Kendaraan	Rp. 75.000
5.	Makan	Rp. 15.000
	Jumlah	Rp. 217.221

(Sumber: PT. Bimandiri Argo Sedaya)

2. Biaya Tidak Tetap (*variable cost*)

Tabel 7. Biaya Tidak Tetap

No.	Biaya	Rp/km/truk
1.	Solar	Rp. 634,75
2.	Komponen Ban	Rp. 443
3.	Servis 20.000 Km	Rp. 123,28
4.	Servis 10.000 Km	Rp. 185,6
Jumlah		Rp. 1.395,63

3.5. Pengolahan Data Jarak Tempuh Pendistribusian/ Pengiriman Eksisting (Saat Ini)

Pengolahan data jarak tempuh dilakukan sesuai dengan rute eksisting yang dilakukan oleh PT. Bimandiri Agro Sedaya pada kegiatan pendistribusian/ pengiriman saat ini, dimana seluruh pelanggan di wilayah Bandung Raya dilayani oleh dua kendaraan dan pemilihan rute perjalanan berdasarkan kebiasaan dari sopir. Berikut rute saat ini yang digunakan oleh pihak PT. Bimandiri Agro Sedaya beserta total jarak tempuhnya.

Tabel 8. Tabel Rute Dan Jarak Tempuh Kondisi Eksisting (Saat Ini)

Hari	Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Krat)	Jarak Tempuh (Km)	Total Jarak/Trip (Km)
SENIN	1	0-2-10-8-9-4-0	57	54.7	126.7
	2	0-1-3-7-11-0	38	72	
SELASA	1	0-2-10-8-3-11-0	47	54.2	130.8
	2	0-5-7-6-9-0	47	76.6	
RABU	1	0-1-6-7-11-0	43	75.6	142.4
	2	0-8-10-9-3-4-0	50	66.8	
KAMIS	1	0-2-8-10-7-0	27	44.4	113.6
	2	0-5-6-9-0	21	69.2	
JUMAT	1	0-2-8-10-7-3-0	52	56.2	124.5
	2	0-5-11-1-0	32	68.3	
SABTU	1	0-8-11-3-7-0	41	54.5	133
	2	0-2-6-9-4-0	58	78.5	
MINGGU	1	0-8-10-9-3-4-0	51	66.8	130.2
	2	0-2-1-6-7-0	40	63.4	

3.6. Pengolahan Data Biaya Pendistribusian/ Pengiriman Eksisting (Saat Ini)

Pengolahan data biaya pendistribusian/ 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 dikumulasikan menjadi biaya pendistribusian dalam satu minggu. Berikut biaya pendistribusian/pengiriman rute eksisting/ saat ini dalam Tabel 9.

Tabel 9. Tabel Biaya Pendistribusian/Pengiriman Kondisi Eksisting (Saat Ini)

Hari	Kend	Rute	Jarak (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Distribusi/Kend (Rp)	Total Biaya Distribusi/Hari (Rp)
SENIN	1	0-2-10-8-9-4	54.7	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 293.561,96	Rp. 611.268,3
	2	0-1-3-7-11-0	72	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 317.706,36	
SELASA	1	0-2-10-8-3-11-0	54.2	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 292.864,15	Rp. 616.990,4
	2	0-5-7-6-9-0	76.6	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 324.126,26	

Hari	Kend	Rute	Jarak (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Distribusi/Kend (Rp)	Total Biaya Distribusi/Hari (Rp)
RABU	1	0-1-6-7-11-0	75.6	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 322.730,63	Rp. 633.179,7
	2	0-8-10-9-3-4-0	66.8	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 310.449,08	
KAMIS	1	0-2-8-10-7-0	44.4	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 279.186,97	Rp. 592.985,5
	2	0-5-6-9-0	69.2	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 313.798,59	
JUMAT	1	0-2-8-10-7-3-0	56.2	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 295.655,40	Rp. 608.197,9
	2	0-5-11-1-0	68.3	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 312.542,52	
SABTU	1	0-8-11-3-7-0	54.5	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 293.282,83	Rp. 620.060,7
	2	0-2-6-9-4-0	78.5	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 326.777,95	
MINGGU	1	0-8-10-9-3-4-0	66.8	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 310.449,08	Rp. 616.153,0
	2	0-2-1-6-7-0	63.4	Rp. 217.221	Rp. 1.395,63	Rp. 305.703,94	
TOTAL BIAYA DISTRIBUSI							Rp. 4.298.835,7

Contoh perhitungan:

Biaya Pendistribusian/Pengiriman kendaraan ke-1 hari Senin

- Biaya Tetap = Rp. 217.221/kend-hari
- Biaya Tidak Tetap = Biaya Tidak Tetap x Jarak Tempuh = Rp. 1.395.63 x 54,7 Km = Rp 76.340,96
- Total Biaya/Kend = Biaya Tetap + Biaya Tidak Tetap = Rp. 217.221+ Rp 76.340,96 = Rp. 293.561,96
- Total Biaya Distribusi = Total biaya kendaraan 1 + Total Biaya Kendaraan 2

3.7. Pengolahan Data Jarak Tempuh Pendistribusian/ Pengiriman dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) Nearest Neighbor Heuristic*

Untuk mendapatkan rute usulan pertama, maka dilakukan pengolahan data menggunakan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)*, penggunaan varian *time windows* ini dikarenakan terdapat batasan waktu pelayanan pendistribusian/ pengiriman, dimana sesuai dengan kebijakan perusahaan bahwa rentang waktu untuk proses pendistribusian/pengiriman dilakukan pada pukul 06.00 s/d 09.30 Pada pengolahan data *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)* ini menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*. Berikut adalah hasil rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor heuristic* dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rute *Nearest Neighbor Heuristic*

Hari	Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Krat)	Jarak Tempuh Kend (Km)	Total Jarak (Km)
SENIN	1	0-2-8-10-7-3-0	54	47.5	116.6
	2	0-4-9-1-11-0	41	69.1	
SELASA	1	0-2-8-10-7-3-11	60	52.7	121.2
	2	0-9-6-5-0	34	68.5	
RABU	1	0-8-10-7-3-11-6-0	59	55.3	112.1
	2	0-4-9-1-0	34	56.8	
KAMIS	1	0-2-8-10-7-6-9-5-0	48	80.5	80.5
	2	-	-	-	
JUMAT	1	0-2-8-10-7-3-11-0	60	52.7	120.3
	2	0-5-1-0	24	67.6	
SABTU	1	0-2-8-7-3-11-0	50	52.1	114.3
	2	0-4-9-6-0	49	62.2	

Hari	Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Krat)	Jarak Tempuh Kend (Km)	Total Jarak (Km)
MINGGU	1	0-2-8-10-7-3-6-0	51	51.8	108.6
	2	0-4-9-1-0	40	56.8	

3.8. Pengolahan Data Biaya Pendistribusian/ Pengiriman dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) Nearest Neighbor Heuristic*

Pengolahan data biaya pendistribusian/pengiriman dari rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor heuristic* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Untuk biaya pendistribusian/pengiriman rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor heuristic* dalam Tabel 11.

Tabel 11. Tabel Biaya Pendistribusian/Pengiriman Rute *Nearest Neighbor Heuristic*

Hari	Kend	Rute	Jarak (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Distribusi/Kend (Rp)	Total Biaya Distribusi/Hari (Rp)
SENIN	1	0-2-8-10-7-3-0	47.5	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 283,513.43	Rp 597,172.46
	2	0-4-9-1-11-0	69.1	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 313,659.03	
SELASA	1	0-2-8-10-7-3-11	52.7	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 290,770.70	Rp 603,592.36
	2	0-9-6-5-0	68.5	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 312,821.66	
RABU	1	0-8-10-7-3-11-6-0	55.3	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 294,399.34	Rp 590,892.12
	2	0-4-9-1-0	56.8	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 296,492.78	
KAMIS	1	0-2-8-10-7-6-9-5-0	80.5	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 329,569.22	Rp 329,569.22
	2	-	-			Rp -	
JUMAT	1	0-2-8-10-7-3-11-0	52.7	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 290,770.70	Rp 602,336.29
	2	0-5-1-0	67.6	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 311,565.59	
SABTU	1	0-2-8-7-3-11-0	52.1	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 289,933.32	Rp 593,962.51
	2	0-4-9-6-0	62.2	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 304,029.19	
MINGGU	1	0-2-8-10-7-3-6-0	51.8	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 289,514.63	Rp 586,007.42
	2	0-4-9-1-0	56.8	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 296,492.78	
TOTAL BIAYA DISTRIBUSI							Rp 3,903,532.37

3.9. Pengolahan Data Jarak Tempuh Pendistribusian/ Pengiriman dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) Sequential Insertion Heuristic*

Untuk mendapatkan rute usulan kedua, maka dilakukan pengolahan data menggunakan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*, penggunaan varian *time windows* ini dikarenakan terdapat batasan waktu pelayanan pendistribusian/ pengiriman, dimana sesuai dengan kebijakan perusahaan bahwa rentang waktu untuk proses pendistribusian/ pengiriman dilakukan pada pukul 06.00 s/d 09.30. Pada pengolahan data *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)* ini menggunakan metode *sequential insertion heuristic*. Berikut adalah hasil rute yang terbentuk dengan metode *sequential insertion heuristic* dalam Tabel 12.

Tabel 12. Rute *Sequential Insertion Heuristic*

Hari	Kend	Rute	Jumlah Angkutan (Krat)	Jarak Tempuh Kend (Km)	Total Jarak (Km)
SENIN	1	0-8-10-7-11-3-9-2-0	60	55.1	118
	2	0-4-1-11-0	35	62.9	
SELASA	1	0-8-10-7-3-6-9-2-0	57	53.8	113.5
	2	0-5-11-0	37	59.7	
RABU	1	0-8-10-7-3-6-9-0	58	55.4	123.1
	2	0-4-1-11-0	35	67.7	
KAMIS	1	0-8-10-7-5-6-9-2-0	48	73	73
	2	-	-	-	
JUMAT	1	0-2-10-8-7-3-11-0	60	54.2	121.8
	2	0-5-1-0	24	67.6	
SABTU	1	0-8-7-3-9-2-0	57	48.6	116.9
	2	0-4-11-6-0	42	68.3	
MINGGU	1	0-8-10-7-3-9-2-0	53	49.2	130.1
	2	0-4-1-6-0	38	80.9	

3.10. Pengolahan Data Biaya Pendistribusian/ Pengiriman dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) Sequential Insertion Heuristic*

Pengolahan data biaya pendistribusian/ pengiriman dari rute yang terbentuk dengan metode *sequential insertion heuristic* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Untuk biaya pendistribusian/ pengiriman rute yang terbentuk dengan metode *sequential insertion heuristic* dalam Tabel 13.

Tabel 13. Tabel Biaya Pendistribusian/Pengiriman Rute *Sequential Insertion Heuristic*

Hari	Kend	Rute	Jarak (Km)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Tidak Tetap (Rp/Km)	Biaya Distribusi/Kend (Rp)	Total Biaya Distribusi/Hari (Rp)
SENIN	1	0-8-10-7-11-3-9-2-0	55.1	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 294,120.21	Rp 599,126.34
	2	0-4-1-11-0	62.9	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 305,006.13	
SELASA	1	0-8-10-7-3-6-9-2-0	53.8	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 292,305.89	Rp 592,846.01
	2	0-5-11-0	59.7	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 300,540.11	
RABU	1	0-8-10-7-3-6-9-0	55.4	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 294,538.90	Rp 606,244.05
	2	0-4-1-11-0	67.7	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 311,705.15	
KAMIS	1	0-8-10-7-5-6-9-2-0	73	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 319,101.99	Rp 319,101.99
	2	-	-	Rp 217,221	-	-	
JUMAT	1	0-2-10-8-7-3-11-0	54.2	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 292,864.15	Rp 604,429.73
	2	0-5-1-0	67.6	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 311,565.59	
SABTU	1	0-8-7-3-9-2-0	48.6	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 285,048.62	Rp 597,591.15
	2	0-4-11-6-0	68.3	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 312,542.53	
MINGGU	1	0-8-10-7-3-9-2-0	49.2	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 285,886.00	Rp 616,013.46
	2	0-4-1-6-0	80.9	Rp 217,221	Rp 1,395.63	Rp 330,127.47	
TOTAL BIAYA DISTRIBUSI							Rp 3,935,352.73

3.11. Analisis dan Pembahasan

Dari hasil perbandingan antara sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *nearest neighbor*

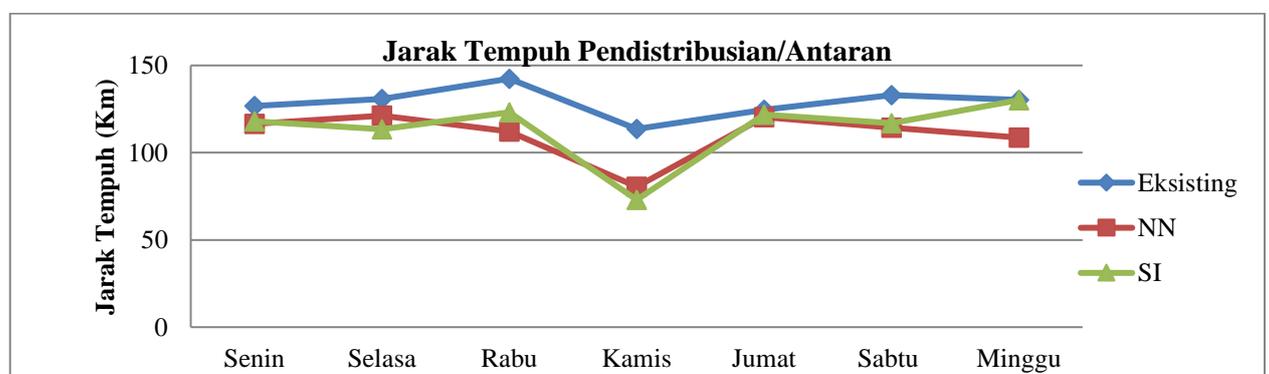
heuristic (NN), didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh dalam satu minggu sebesar 127,6 Km atau sekitar 14%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode metode *nearest neighbor heuristic* (NN) lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata 18,2 Km atau sekitar 14% jarak tempuh seluruh kendaraan setiap harinya.

Untuk hasil perbandingan antara sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic* (SI), didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh dalam satu minggu sebesar 104,8 Km atau sekitar 12%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic* (SI) lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata 15 Km atau sekitar 12% jarak tempuh seluruh kendaraan setiap harinya.

Sedangkan, hasil perbandingan antara sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* (NN) dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic* (SI), didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh dalam satu minggu sebesar 22,8 Km atau sekitar 2%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode metode *nearest neighbor heuristic* (NN) lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic* (SI) dan dapat menghemat rata-rata 3,3 Km atau sekitar 2% jarak tempuh seluruh kendaraan setiap harinya.

Tabel 14. Gap Analysis Jarak Tempuh Pendistribusian/Pengiriman

Hari	Sistem Pendistribusian			Gap NN – Eksisting	% Gap NN – Eksisting	Gap SI – Eksisting	% Gap SI – Eksisting	Gap NN – SI	% Gap NN – SI
	Eksisting	NN	SI						
Senin	126.7	116.6	118	-10.1	-8%	-8.7	-7%	-1.4	-1%
Selasa	130.8	121.2	113.5	-9.6	-7%	-17.3	-13%	7.7	7%
Rabu	142.4	112.1	123.1	-30.3	-21%	-19.3	-14%	-11	-9%
Kamis	113.6	80.5	73	-33.1	-29%	-40.6	-36%	7.5	10%
Jumat	124.5	120.3	121.8	-4.2	-3%	-2.7	-2%	-1.5	-1%
Sabtu	133	114.3	116.9	-18.7	-14%	-16.1	-12%	-2.6	-2%
Minggu	130.2	108.6	130.1	-21.6	-17%	-0.1	-0.1%	-21.5	-17%
Total	901.2	773.6	796.4	-127.6		-104.8		-22.8	
Rata-rata	128.7	110.5	113.8	-18.2	-14%	-15.0	-12%	-3.3	-2%



Gambar 7. Jarak Tempuh Pengiriman/ Antaran

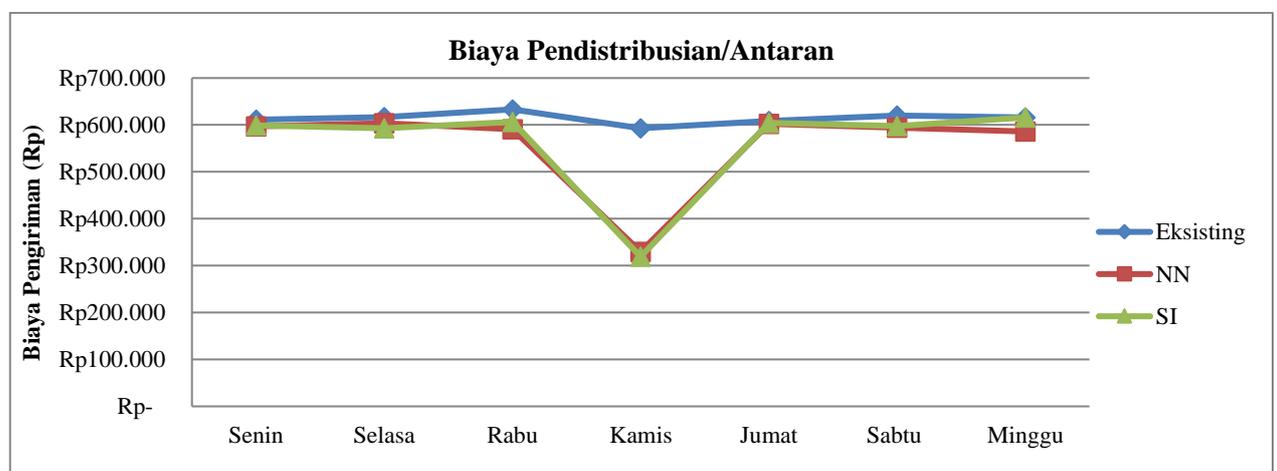
Kesenjangan total biaya dalam satu minggu antara sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic (NN)* sebesar Rp. 395.303,- atau sekitar 9%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode metode *nearest neighbor heuristic (NN)* lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata biaya setiap harinya sebesar Rp. 56.472 atau sekitar 9%.

Kesenjangan total biaya dalam satu minggu antara sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)* sebesar Rp. 363.483,- atau sekitar 9%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)* lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata biaya setiap harinya sebesar Rp. 51.926 atau sekitar 9%.

Sedangkan, kesenjangan total biaya dalam satu minggu antara sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic (NN)* dengan sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)* sebesar Rp. 31.820,- atau sekitar 1%, dimana sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic (NN)* lebih baik dari sistem pendistribusian/ pengiriman usulan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)* dan dapat menghemat rata-rata biaya setiap harinya sebesar Rp. 4.546,- atau sekitar 1%.

Tabel 15. Gap Analysis Biaya Pendistribusian/ Pengiriman

Hari	Sistem Pendistribusian			Gap NN - Eksisting	% Gap NN - Eksisting	Gap SI - Eksisting	% Gap SI - Eksisting	Gap NN - SI	% Gap NN - SI
	Eksisting	NN	SI						
Senin	Rp 611,268	Rp 597,172.46	Rp 599,126.34	-Rp 14,095.84	-2%	-Rp 12,141.96	-2%	-Rp 1,953.88	0%
Selasa	Rp 616,990	Rp 603,592.36	Rp 592,846.01	-Rp 13,398.04	-2%	-Rp 24,144.40	-4%	Rp 10,746.35	2%
Rabu	Rp 633,180	Rp 590,892.12	Rp 606,244.05	-Rp 42,287.58	-7%	-Rp 26,935.65	-4%	-Rp 15,351.93	-3%
Kamis	Rp 592,986	Rp 329,569.22	Rp 319,101.99	-Rp 263,416.29	-44%	-Rp 273,883.51	-46%	Rp 10,467.23	3%
Jumat	Rp 608,198	Rp 602,336.29	Rp 604,429.73	-Rp 5,861.61	-1%	-Rp 3,768.17	-1%	-Rp 2,093.44	-0.3%
Sabtu	Rp 620,061	Rp 593,962.51	Rp 597,591.15	-Rp 26,098.19	-4%	-Rp 22,469.55	-4%	-Rp 3,628.64	-1%
Minggu	Rp 616,153	Rp 586,007.42	Rp 616,013.46	-Rp 30,145.58	-5%	-Rp 139.54	-0.02%	-Rp 30,006.04	-5%
Rata-rata	Rp 614,119	Rp 557,647	Rp 562,193	-Rp 56,472	-9%	-Rp 51,926	-9%	-Rp 4,546	-1%



Gambar 8. Biaya Pengiriman/ Antaran

Dari hasil tersebut, jika dilihat dari sisi efektifitas, ketiga sistem tersebut efektif, dimana setiap permintaan pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dapat sesuai keinginan pelanggan. Tetapi bila dilihat dari sisi efisiensi, terbukti bahwa sistem pendistribusian/ pengiriman yang diterapkan oleh PT. Bimandiri Agro Sedaya saat ini (eksisting) kurang efisien jika dibandingkan dengan sistem pendistribusian/pengiriman usulan baik metode *nearest neighbor heuristic* ataupun *sequential insertion heuristic (SI)*. Dan metode *nearest neighbor heuristic* lebih dapat meningkatkan efisiensi jika dibandingkan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)*.

4. KESIMPULAN

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

1. Jika dilihat dari segi efektifitas, dimana efektifitas tersebut adalah memfokuskan terhadap kesesuaian antara pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dengan keinginan pelanggan, penentuan rute ketiga metode mempunyai nilai efektifitas yang sama, dimana permintaan pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, penentuan rute dengan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih meningkatkan efisiensi.
2. Biaya pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dengan metode saat ini (eksisting) setiap minggunya sebesar Rp 4.298.836, sedangkan dengan metode *nearest neighbor heuristic* sebesar Rp 3.903.532 dan metode *sequential insertion heuristic* sebesar Rp 3.935.353.
3. Jika dilihat dari segi efektifitas, metode *nearest neighbor heuristic* dan metode *sequential insertion heuristic* mempunyai nilai efektifitas yang sama, dimana permintaan pendistribusian/ pengiriman buah dan sayuran dapat terpenuhi seluruhnya. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh dan biaya, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dibandingkan dengan metode *sequential insertion heuristic*, dimana dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 127,6 Km atau sekitar 14% dan biaya sebesar Rp. 395.303,- atau sekitar 9% setiap minggunya. Sedangkan dengan metode *sequential insertion heuristic (SI)* hanya dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 104,8 Km atau sekitar 12% dan biaya sebesar Rp. 363.483,- atau sekitar 9% setiap minggunya. Sehingga dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat lebih menghemat total jarak tempuh sebesar 22,8 Km atau sekitar 2% dan biaya sebesar Rp. 31.820,- atau sekitar 1% jika dibandingkan dengan menggunakan metode *sequential insertion heuristic*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyuddin, A., Puspitorini, P.S., Muslimin, M. (2017). Metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* dalam Mengoptimalkan Rute Distribusi Air Minum PT. SMU, Seminar Nasional Teknik Industri 2017, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Ballou, R.H. (2004). *Business Logistics/Supply Chains Management 5 ed.* New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Basriati, S., & Sunarya, R. (2015). Optimasi Distribusi Koran Menggunakan Metode Saving Matriks (Studi Kasus: PT. Riau Pos Intermedia). *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTKI) 7*, 448-453.

- 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.
- Bulan, T.P.L. (2016). Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Harga terhadap Loyalitas Konsumen pada PT. Tiki Jalur Nugraha Ekakurir Agen Kota Langsa, *Jurnal Manajemen dan Keuangan*, Vol.5, No.2.
- 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
- Diasari, S.A. (2016). Pengaruh Harga, Produk dan Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan dan Loyalitas Pelanggan *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen: Volume 5, Nomor 12, Desember 2016, ISSN: 2461-0593*.
- Hadhiatma, A., Purbo, A. (2017). *Vehicle Routing Problem* untuk Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut, *Prosiding SNATIF Ke-4*, ISBN: 978-602-1180-50-1.
- Labadie, N., Prins, C., Prodhon, C. (2016). *Metaheuristic for Vehicle Routing Problem*. USA: John Wiley & Sons.
- Larsen, J. (1999). *Vehicle Routing with Time Windows – Finding Optimal Solutions Efficiently*, DORSynt, Dans Selskab for Operations Analysis.
- Mustofa, F., Adiarto, H., Muhammad, R. (2012). Usulan Rute Distribusi Tabung Gas Menggunakan Algoritma *Ant Colony Systems* di PT. Limas Raga Inti, *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2012*, ISBN No. 978-979-96964-3-9, Yogyakarta.
- Nurhakim, M.L. (2019). Usulan Rute Distribusi Sayur dan Buah di PT. Bimandiri Agro Sedaya Menggunakan Metode *Sequential Insertion*, *Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia*. Bandung.
- Purnama, A.W., Nurhakim, M.L. (2019). Perancangan Rute Distribusi Buah dan Sayur di PT. Bimandiri Agro Sedaya Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization*, *Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia*. Bandung.
- Purnomo, A. (2010). Analisis Rute Pendistribusian dengan Menggunakan Metode *Nearest Insertion Heuristic* Persoalan *The Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)* (Studi Kasus di Koran Harian Pagi Tribun Jabar), *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*. “Pemberdayaan Rekayasa Industri Berbasis *Eco-Efficiency* pada Era Perdagangan Bebas”, ISBN: 978-602-98058-0-2. Bandung.
- 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*. Philadelphia: Society for Industrial and Mathematics.
- Zeithaml, V.A., Bitner, M.J., & Gremler, D.D. (2006): *Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm* (4th Ed). Boston: McGraw-Hill/Irwin.