

## **VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN PERIODE PERMINTAAN BERBEDA (STUDI KASUS: PT AMANAH PRIMA INDONESIA)**

**Waluyo Prasetyo<sup>1</sup>, Muchammad Tamyiz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, waluyo.tin@unusida.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, m\_tamyiz.tkl@unusida.ac.id

### **Abstrak**

Permasalahan transportasi seperti halnya persediaan, yaitu merupakan kegiatan yang dilakukan dalam logistik. Kegiatan tersebut memungkinkan kita untuk membuat produk di satu tempat dan mengkonsumsinya di tempat lain. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performansi dari model jaringan distribusi dan memberikan usulan-usulan untuk perbaikan pada model pengiriman produk yang dilakukan. Metode yang digunakan untuk tujuan tersebut adalah menggunakan Algoritma *Nearest Neighborhood*. Kontribusi umum dari penelitian ini adalah penggunaan pengembangan usulan VRP ini pada distribusi produk perusahaan/instansi lainnya sehingga minimasi total biaya operasional, memperoleh waktu yang efektif, dan penggunaan jalur dan arus transportasi yang lancar. Hasil yang diperoleh adalah aplikasi Algoritma *Nearest Neighbor* untuk menentukan penentuan rute pendistribusian produk yang menghasilkan rute jarak terpendek. Kebutuhan untuk distribusi produk harus memperhatikan kapasitas truk/kendaraan yang digunakan.

**Kata kunci:** Logistik, Distribusi, VRP, *Nearest Neighborhood*

### **I. PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan transportasi seperti halnya persediaan, yaitu merupakan kegiatan yang dilakukan dalam logistik. Kegiatan tersebut memungkinkan untuk membuat produk di satu tempat dan mengkonsumsinya di tempat lain. Transportasi cepat dan efisien memberikan banyak penjelasan tentang kota-kota yang berkembang dan apa yang dilakukan oleh penduduknya. Sekitar \$ 600 miliar dihabiskan setiap tahun untuk kebutuhan transportasi di Amerika Serikat. Lebih dari 5 persen dari produk domestik bruto AS atau lima sen dari setiap dolar yang dihabiskan di Amerika Serikat, hampir 83 persen dihabiskan untuk transportasi dengan kendaraan bermotor (truk), dan sisanya dikonsumsi oleh moda transportasi lainnya (kereta api, laut, udara, dan jaringan perpipaan). (Goldsby, T. & Martichenko R., 2005). Sedangkan *breakdown* dari elemen logistik berdasarkan sebuah survei di Amerika yang dilakukan oleh Davis & Company (2005), mengindikasikan bahwa transportasi adalah elemen yang penting dengan komposisi 45%, *inventory carrying cost* sebesar 23%, *storage/warehousing* sebesar 22%, dan administrasi sebesar 10%.

Tujuan dari sistem transportasi tersebut adalah untuk memenuhi kebutuhan pengiriman pelanggan dengan mempertimbangkan kecepatan, ketepatan waktu, keandalan, fleksibilitas, ketersediaan, keamanan, kapasitas, dan biaya efisiensi. Pengiriman

barang dari pabrik ke pelanggan merupakan masalah dalam keseharian di dunia industri. Dalam hal ini, sebuah rute diperlukan untuk menentukan tempat tujuan berikutnya dari sebuah kendaraan pengangkut. Banyaknya tempat tujuan dan keterbatasan kapasitas kendaraan menjadi kendala dalam masalah ini. Rute-rute yang terbentuk mempunyai tingkat efisiensi masing-masing, seperti efisiensi jarak, biaya, jumlah kendaraan, dan waktu. Masalah ini kemudian dikenal dengan istilah *Vehicle Routing Problem* (VRP).

PT Amanah Prima Indonesia (API) merupakan perusahaan penghasil juice berskala Nasional. PT API memiliki pabrik yang berlokasi di Semarang-Jawa Tengah, Jogjakarta, dan Jawa Barat. Perusahaan tersebut memiliki *Distribution Center* (DC) yaitu untuk memasok produknya ke konsumen. Untuk pendistribusian produk yang dihasilkan, PT API membagi daerah pemasaran menurut lokasi dari DC yang dimilikinya. Apabila stok dari salah satu DC kurang memadai, maka akan diberikan otoritas kepada DC lain untuk membantu menyuplai kebutuhan konsumen sehingga tidak sampai terjadi kekosongan produk di pasar. Pemasaran produk PT API didukung oleh ratusan distributor dan sub distributor di seluruh pelosok tanah air serta dilengkapi dengan jaringan distribusi yang mencakup hampir seluruh wilayah nusantara. Jaringan distribusi tersebut mempunyai fasilitas terminal distribusi untuk mengalokasikan hasil produksi ke konsumen.

Dalam penelitian ini akan dibahas pendistribusian produk melalui jalan darat yaitu dengan menggunakan alat angkut berupa truk. Oleh karena pendistribusian produk ke konsumen memerlukan perencanaan yang tepat sehingga perlu dipertimbangkan rute yang digunakan. Hal ini tentunya juga disesuaikan dengan batas waktu pelayanan bongkar/muat yang telah ditetapkan pada setiap titik perhentian dalam setiap rute sehingga dicapai biaya transportasi yang optimum.

Saat pendistribusian produk, PT API melayani konsumen yang jauh dari perusahaan, banyak konsumen yang harus dikunjungi dengan lokasi yang tersebar. Sarana truk pengangkut terbatas jumlah dan kapasitasnya yaitu 5.000 liter jus. PT API menghadapi permasalahan dalam proses pengiriman, terutama rute pendistribusian. PT API memiliki jumlah pelanggan sebanyak 90 konsumen yang tersebar di Semarang, Solo, dan Jogjakarta. Pengiriman produk ke pelanggan menggunakan urutan rute sesuai pengalaman dari sopir dan pendampingnya, sehingga waktu pendistribusian produk kurang maksimal. Hal tersebut mengakibatkan ada beberapa konsumen yang harus dilayani diluar jam kerja, sehingga perusahaan harus mengeluarkan biaya lembur untuk sopir dan pendampingnya.

Penyelesaian permasalahan VRP dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Algoritma ini digunakan untuk menyelesaikan VRP dengan sehingga diperoleh rute pendistribusian yang optimal, mengurangi total jarak tempuh, waktu, dan biaya yang dikeluarkan oleh PT API.

### 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pendistribusian produk oleh PT API yaitu permasalahan mencari rute terpendek dari perusahaan ke konsumen yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi performansi dari model jaringan distribusi yang digunakan.
2. Memberikan usulan-usulan untuk perbaikan pada model pengiriman produk yang dilakukan.
3. Mengembangkan pengetahuan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### 1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Rute yang akan dihitung berada di wilayah Yogyakarta.
2. Perhitungan jarak antar *outlet* menggunakan jarak *Euclidean*. Rute bersifat simetris, artinya jarak simpul 1 ke simpul 2 sama dengan jarak simpul 2 ke simpul 1.
3. Setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan.

4. Komposisi produk tidak diperhitungkan (variasi pesanan juice dianggap sama).
5. Pengaturan posisi barang dalam kendaraan tidak diperhitungkan sebagai batasan.
6. Pengangkutan tidak memiliki batas waktu minimal pengangkutan, akan tetapi proses pengiriman maupun retur harus selesai sebelum jam kerja berakhir, yaitu pukul 17.00 WIB. Selebihnya dihitung sebagai lembur.

### 1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengaruh faktor hujan, kemacetan, dan bencana terhadap suatu daerah tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
2. Sifat pengangkutan tidak *real time*, dalam arti tidak diperbolehkan ada perubahan lokasi, perubahan jumlah pengangkutan barang dalam rute. Situasi lalu lintas dan kondisi kendaraan dianggap baik.

### 1.6 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan kontribusi bagi pengembangan model distribusi VRP. Beberapa ciri khas penelitian ini yang tidak ditemukan pada penelitian VRP adalah pertimbangan periode permintaan yang berbeda sehingga kapasitas muat kendaraan dan biaya operasional untuk setiap kendaraan juga berbeda. Kontribusi umum dari penelitian ini adalah penggunaan pengembangan usulan VRP ini pada distribusi produk perusahaan/instansi lainnya sehingga minimasi total biaya operasional, memperoleh waktu yang efektif, dan penggunaan jalur dan arus transportasi yang lancar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Vehicle Routing Problem*

*Vehicle Routing Problema* atau VRP merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari depot (gudang) perusahaan kepada pelanggannya. Pengantaran barang tersebut menyangkut pelayanan yang diberikan perusahaan dalam kurun waktu yang telah ditentukan kepada sejumlah pelanggan dengan menggunakan kendaraan tertentu dimana lokasi depot dapat berada pada satu atau lebih lokasi. Kendaraan dikemudikan oleh pengemudi melewati jalan yang memungkinkan untuk dilewati. Solusi dari VRP berupa rute-rute yang dapat ditempuh kendaraan untuk mengantarkan seluruh permintaan pelanggan dimana setiap rute ditempuh oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot.

*Vehicle Routing Problem (VRP)* pertama kali diutarakan oleh Dantzig dan Ramser. VRP adalah permasalahan kompleks dari optimisasi kombinatorial, yang merupakan gabungan dari dua permasalahan, yaitu *Travelling Salesman Problem (TSP)* dan *Bin Packing Problem (BPP)*. VRP merupakan NP-Hard, sehingga permasalahan ini sulit dipecahkan. VRP

berhubungan dengan pengiriman dan/atau pengambilan barang. Masalah kritis VRP adalah rute dan pengaturan kendaraan pengangkut yang ada sehingga dapat melayani permintaan pelanggan seefisien mungkin berdasarkan pada kriteria-kriteria yang ada. Sebuah rute adalah serangkaian lokasi yang harus dikunjungi kendaraan pengangkut untuk menyelesaikan pelayanannya, misalnya pelayanan pengiriman barang. Penyelesaian VRP menghasilkan rute, dan dapat juga menghasilkan penjadwalan kendaraan-kendaraan pengangkut dalam rute yang terbentuk.

Permasalahan dalam *Vehicle Routing* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu permasalahan statis dan dinamis. Pada permasalahan statis, permintaan pelanggan telah diketahui sebelumnya. Sedangkan pada permasalahan dinamis, sebagian ataupun seluruh permintaan pelanggan diketahui ketika kendaraan pengangkut sudah mulai beroperasi, yaitu ketika rute telah diatur, ataupun ada perubahan di tengah perjalanan.

VRP adalah generalisasi dari TSP. Maka, TSP adalah sebuah VRP tanpa batasan seperti depot, pelanggan dan permintaan. m-TSP adalah VRP dengan sebuah depot dan m kendaraan pengangkut, termasuk bila tidak ada permintaan dari pelanggan. m-TSP adalah transformasi dari TSP dengan memperbanyak jumlah depot.

Tujuan VRP intinya adalah menentukan strategi penjadwalan kendaraan untuk mengirimkan barang. Toth dan Vigo (2002) menjelaskan bahwa tujuan VRP adalah: (i) meminimasi biaya transportasi, (ii) meminimasi jumlah kendaraan untuk melayani pelanggan, (iii) menyeimbangkan rute serta muatan kendaraan, serta (iv) meminimasi penalti, berhubungan dengan pelayanan kepada pelanggan. VRP digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan *routing* untuk penugasan kendaraan, pengurutan distribusi, maupun penjadwalan. Permasalahan *routing* tidak hanya menyangkut perencanaan operasional, tetapi juga menyangkut perencanaan strategis serta taktis sistem distribusi. Interaksi strategi-strategi tersebut akan membangun sistem distribusi optimal yang menjadi topik riset menarik bagi akademisi serta praktisi

Menurut Toth dan Vigo (2002), ada beberapa karakteristik dalam VRP yang perlu diperhatikan, yaitu: 1. Pelanggan, 2. Depot, 3. Pengemudi, dan 4. Rute Kendaraan.

## 2.2 Metode *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1983 dan merupakan metode yang sangat sederhana. Pada setiap langkah perhitungannya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama, apabila tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru

karena kendala kapasitas atau time windows (Braysy & Gendreau, 2005).

Cara kerja metode ini adalah sebagai berikut. Pertama-tama, semua rute kendaraan masih kosong. Dimulai dari rute kendaraan pertama, metode ini memasukkan (*insert*) satu persatu customer terdekat (*nearest neighbor*) yang belum dikunjungi ke dalam rute, selama memasukkan customer tersebut ke dalam rute kendaraan tidak melanggar batasan kapasitas maksimum kendaraan tersebut (atau batasan-batasan yang dijabarkan oleh varian VRP yang lain). Kemudian proses yang sama juga dilakukan untuk kendaraan-kendaraan berikutnya, sampai semua kendaraan telah penuh atau semua customer telah dikunjungi (Gunawan, 2012).

Algoritma metode *Nearest Neighbor* (Pop, 2011) adalah sebagai berikut:

1. Berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang.
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan
  - a. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
  - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
  - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. Jika semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali, maka algoritma berakhir.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Kerja Penelitian

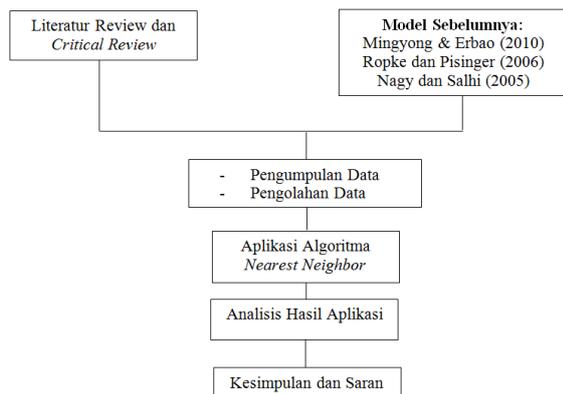
Penelitian ini akan menggambarkan model awal distribusi dan usulan-usulan untuk perbaikan pada model pengiriman produk yang dilakukan. VRP di sini dapat dideskripsikan sebagai berikut, satu depot akan melayani banyak titik sebagai *customer*. Setiap *customer* memiliki jumlah *demand* beragam. Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi dari model jaringan awal yang digunakan. Usulan perbaikan pada model pengiriman produk diberikan sesuai hasil dari aplikasi algoritma *Nearest Neighbor*.

### 3.2. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan review literatur dan *critical review* untuk mengidentifikasi *gap* penelitian.
- b. Mempelajari model-model penelitian sebelumnya, model dasar dan pendukung untuk material utama yang digunakan dalam pengembangan model.

- c. Mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi.
  - d. Setelah data yang dikumpulkan, dilakukan pengolahan data yaitu aplikasi algoritma *Nearest Neighbor*.
  - e. Proses selanjutnya adalah membuat analisis dari hasil aplikasi yang diterapkan.
  - f. Dan langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.
- Langkah-langkah alur pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Alur Pelaksanaan Penelitian

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Data Wilayah Distribusi

Pelanggan yang dilayani oleh PT API untuk wilayah Jawa Tengah total sebanyak 90 pelanggan. Dalam penelitian ini, yang menjadi pokok bahasan adalah wilayah distribusi Yogyakarta yang terbagi menjadi empat rute dan masing-masing dilayani oleh satu armada truk.

Tabel 4.1. Data Pelanggan yang Dilayani oleh Truk 1

| Kode | Pelanggan              |
|------|------------------------|
| A    | Grand Aston Yogyakarta |
| B    | The Phoenix            |
| C    | Royal Ambarukmo        |
| D    | Melia Purosani Jogja   |
| E    | Sheraton Mustika       |
| F    | Sahid Kusuma           |
| G    | East Parc Hotel        |
| H    | Pop Yogya              |
| I    | Merapi Merbabu         |

Tabel 4.2. Data Pelanggan yang Dilayani oleh Truk 2

| Kode | Pelanggan               |
|------|-------------------------|
| J    | Jambuluwuk Butiq Hotel  |
| K    | Santika Premiere Jogja  |
| L    | Grand Tjokro Yogyakarta |
| M    | Sahid Raya Jogja        |
| N    | Novotel Jogja           |

|   |                    |
|---|--------------------|
| O | Atria Hotel MGL    |
| P | Plataran Borobudur |
| Q | Patra Jasa         |
| R | Ibis Jogja         |

Tabel 4.3. Data Pelanggan yang Dilayani oleh Truk 3

| Kode | Pelanggan           |
|------|---------------------|
| S    | Grage Ramayana      |
| T    | Gowongan In         |
| U    | Mutiara Jogja       |
| V    | Cakra Kembang Jogja |
| W    | Puri Artha Jogja    |
| X    | Ad Hom Premier      |
| Y    | Ad Hom Platinum     |
| Z    | Grand Tjokro Klaten |
| AA   | Rumah Turi          |

Tabel 4.4. Data Pelanggan yang Dilayani oleh Truk 4

| Kode | Pelanggan         |
|------|-------------------|
| AB   | Sriti Magelang    |
| AC   | Grage Jogja       |
| AD   | Ramayana Jogja    |
| AE   | Wisma MM          |
| AF   | Fave Kusumanegara |
| AG   | Harris            |
| AH   | Whiz Jogja        |

Data permintaan produk oleh pelanggan di wilayah Yogyakarta yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata permintaan berdasarkan pengiriman per hari dalam satu minggu pada bulan Juni 2017.

##### 4.2 Data Armada Truk dan Kapasitas

Armada yang digunakan untuk mendistribusikan produk juice yaitu truk. Kapasitas muat dari truk adalah sebesar 5.000 liter.

##### 4.3 Waktu Loading dan Bongkar Produk

Untuk loading produk diperlukan waktu rata-rata satu jam dan untuk menurunkan produk dari kendaraan diperlukan waktu rata-rata 15 menit.

##### 4.3 Data Biaya Variabel Transportasi

Biaya variabel untuk transportasi pada penelitian ini dihitung dari biaya bahan bakar yang digunakan oleh truk untuk melakukan pendistribusian ke toko-toko yang dituju. Besar biaya per kilometer untuk armada truk sebesar Rp. 750,-

##### 4.4 Biaya Upah Harian

Setiap armada truk membutuhkan satu sopir dan satu pendamping. Semakin banyak jumlah hari yang dibutuhkan untuk pendistribusian produk, maka semakin banyak pula upah yang dikeluarkan untuk sopir dan pendampingnya. Upah harian untuk sopir Rp 90.000,- dan Rp. 70.000,- untuk pendampingnya,

sedangkan upah lembur dihitung setiap satu jam, yaitu sopir Rp 17.500,- dan Rp. 12.500,- untuk pendampingnya.

**4.5 Waktu Distribusi**

Perhitungan waktu total menggunakan adalah berikut:

1. Waktu *warming up* mesin armada truk rata-rata 30 menit
2. Waktu *loading* mesin armada truk rata-rata satu jam
3. Waktu perjalanan = jarak tempuh dibagi dengan kecepatan
4. Waktu pelayanan pelanggan = jumlah pelanggan x waktu pelayanan (rata-rata 15 menit)
5. Waktu total = (waktu *warming up* + waktu *loading* + waktu perjalanan + waktu pelayanan pelanggan)

**4.6 Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung biaya yang diperlukan, jumlah armada yang digunakan, jarak, dan waktu tempuh pada kondisi awal pendistribusian produk. Proses selanjutnya adalah menentukan rute dengan Metode *Nearest Neighbor*. Setelah pengaplikasian Metode *Nearest Neighbor*, dilakukan penghitungan kembali pada biaya, jumlah armada yang digunakan, jarak dan waktu tempuh untuk perbandingan.

**4.6.1 Perhitungan Total Jarak Awal**

Jarak awal diperoleh dari perhitungan total jarak tempuh dari pendistribusian produk dari yang selama ini telah diterapkan, yaitu:

1. Pendistribusian produk untuk armada truk I yaitu mengirimkan ke sembilan pelanggan. Total jarak pendistribusian yaitu 57 km dengan total pengiriman produk sebanyak 4.825 liter.
2. Pendistribusian produk untuk armada truk II yaitu mengirimkan ke sembilan pelanggan. Total jarak pendistribusian yaitu 232 km dengan total pengiriman produk sebanyak 4.270 liter.
3. Pendistribusian produk untuk armada truk III yaitu mengirimkan ke sembilan pelanggan. Total jarak pendistribusian yaitu 191,6 km dengan total pengiriman produk sebanyak 4.390 liter.
4. Pendistribusian produk untuk armada truk IV yaitu mengirimkan ke tujuh pelanggan. Total jarak pendistribusian yaitu 172 km dengan total pengiriman produk sebanyak 3.920 liter.

**4.6.2 Penentuan Rute Menggunakan Metode *Nearest Neighbor***

Perhitungan dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* untuk mencari urutan rute baru yang nantinya akan digunakan untuk pendistribusian produk. Pada tahap ini diharapkan rute yang terbentuk nantinya merupakan rute yang optimal dari pada rute sebelumnya. Sebagai dasar perhitungan, diperlukan matriks jarak. Matriks jarak dalam penelitian ini

diperoleh dengan bantuan *Googlemaps*. Hasil perhitungan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil Aplikasi Rute untuk Armada Truk I

| Sesudah Aplikasi NN |               |             |              |               |             |
|---------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| Alternatif 1        |               |             | Alternatif 2 |               |             |
| No                  | Node          | Jarak       | No           | Node          | Jarak       |
| 1                   | H             | 19          | 1            | H             | 19          |
| 2                   | C             | 0.3         | 2            | C             | 0.3         |
| 3                   | B             | 1           | 3            | E             | 1           |
| 4                   | D             | 0.8         | 4            | G             | 1           |
| 5                   | G             | 0.5         | 5            | D             | 0.5         |
| 6                   | E             | 1           | 6            | B             | 0.8         |
| 7                   | I             | 1           | 7            | I             | 1           |
| 8                   | F             | 1           | 8            | F             | 1           |
| 9                   | A             | 21          | 9            | A             | 21          |
|                     | <b>Jumlah</b> | <b>45.6</b> |              | <b>Jumlah</b> | <b>45.6</b> |

Hasil aplikasi dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* diperoleh empat rute alternatif (HCBDEIFA (45,6 Km), HCEGDBIFA (45,6 Km), HCEIBDGFA (47,6 Km), dan HCEIFGDBA (54,8 Km)). Berdasarkan alternative tersebut, maka dipilih alternatif 1 atau 2 dengan jarak 45,6 Km.

Tabel 4.6 Hasil Aplikasi Rute untuk Armada Truk II

| Sesudah Aplikasi NN |               |              |
|---------------------|---------------|--------------|
| No                  | Node          | Jarak        |
| 1                   | P             | 91           |
| 2                   | R             | 0.3          |
| 3                   | O             | 0.5          |
| 4                   | Q             | 15           |
| 5                   | J             | 0.7          |
| 6                   | K             | 13           |
| 7                   | L             | 11           |
| 8                   | N             | 14           |
| 9                   | M             | 73           |
|                     | <b>Jumlah</b> | <b>218.5</b> |

Hasil aplikasi dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* diperoleh rute PROQJLNM dengan jarak 218,5 Km.

Tabel 4.7 Hasil Aplikasi Rute untuk Armada Truk III

| Sesudah Aplikasi NN |      |       |              |      |       |
|---------------------|------|-------|--------------|------|-------|
| Alternatif 1        |      |       | Alternatif 2 |      |       |
| No                  | Node | Jarak | No           | Node | Jarak |
| 1                   | Z    | 100   | 1            | Z    | 100   |
| 2                   | V    | 0.1   | 2            | V    | 0.1   |
| 3                   | AA   | 0.2   | 3            | AA   | 0.2   |
| 4                   | U    | 0.5   | 4            | U    | 0.5   |
| 5                   | S    | 2     | 5            | T    | 2     |
| 6                   | W    | 2     | 6            | W    | 2     |
| 7                   | T    | 2     | 7            | S    | 2     |
| 8                   | Y    | 3     | 8            | Y    | 3     |
| 9                   | X    | 19    | 9            | X    | 19    |

|               |              |               |              |
|---------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>Jumlah</b> | <b>128.8</b> | <b>Jumlah</b> | <b>128.8</b> |
|---------------|--------------|---------------|--------------|

Hasil aplikasi dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* diperoleh dua rute alternatif ZVAAUSWTYAX dan ZVAAUTWSYX dengan yang sama yaitu 128,8 Km.

Tabel 4.8 Hasil Aplikasi Rute untuk Armada Truk IV

| Sesudah Aplikasi NN |               |            |              |               |            |
|---------------------|---------------|------------|--------------|---------------|------------|
| Alternatif 1        |               |            | Alternatif 2 |               |            |
| No                  | Node          | Jarak      | No           | Node          | Jarak      |
| 1                   | AG            | 20         | 1            | AG            | 20         |
| 2                   | AC            | 11         | 2            | AC            | 11         |
| 3                   | AE            | 11         | 3            | AE            | 11         |
| 4                   | AH            | 13         | 4            | AH            | 13         |
| 5                   | AD            | 14         | 5            | AF            | 14         |
| 6                   | AB            | 15         | 6            | AD            | 17         |
| 7                   | AF            | 18         | 7            | AB            | 15         |
|                     | <b>Jumlah</b> | <b>102</b> |              | <b>Jumlah</b> | <b>101</b> |

Hasil aplikasi dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* diperoleh dua rute alternatif AGACAEAHADABAF dengan jarak 102 Km dan AGACAEAHAFADAB dengan jarak 101 Km, sehingga yang dipilih adalah alternatif 2.

Total jarak untuk semua armada truk adalah sebagai berikut:

1. Armada 1=45,6 Km
2. Armada 2=218,5 Km
3. Armada 3=128,8 Km
4. Armada 4=101 Km

Total=493,9 Km

#### 4.7 Verifikasi Hasil Perhitungan

Rute hasil perhitungan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* diverifikasi dengan cara memeriksa kesesuaian hasil perhitungan dengan syarat-syarat pengiriman, yaitu tidak melanggar batas kapasitas kendaraan dan semua titik telah terlewati.

a. Tidak melanggar batas kapasitas kendaraan.

Total jumlah barang yang diangkut  $\leq$  kapasitas kendaraan

Tabel 4.9. Verifikasi Hasil Kapasitas Armada

| No | Armada Truk | Kapasitas Muatan |
|----|-------------|------------------|
| 1  | I           | 4.825            |
| 2  | II          | 4.270            |
| 3  | III         | 4.390            |
| 4  | IV          | 3.920            |

Berdasarkan Tabel 4.9 didapatkan kapasitas muatan armada I sebesar 4.825 liter, armada II sebesar 4.270 liter, arada III sebesar 4.390 liter, dan armada IV sebesar 3.920 liter. Dengan demikian total jumlah muatan tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 5.000 liter.

#### 4.8 Perhitungan Jarak, Waktu dan Biaya Setelah Aplikasi Metode *Nearest Neighbor*

Sebelumnya telah dihitung total jarak yang telah ditempuh oleh rute pendistribusian baru dari hasil

perhitungan dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor*. Setelah itu total jarak akan dikalikan dengan biaya variabel transportasi dan juga ditambahkan dari biaya *Total Fixed Cost*.

Total Biaya Pendistribusian untuk rute lama diperoleh nilai sebesar Rp. 1,129,450 dan rute baru sebesar Rp. 1,010,425,- sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp. 119,025 atau 10,54%.

Perbandingan waktu sebelum dan sesudah aplikasi Metode *Nearest Neighbor* adalah 24,38 jam (awal) dan 21,95 (baru) sehingga diperoleh penghematan waktu sebesar 2,43 jam (9,97%).

#### 4.9 Analisis Hasil

Hasil perhitungan dari data dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbor* kemudian dilakukan perbandingan antara rute kondisi awal dan baru.

Tabel 4.10. Perbandingan Hasil Total Jarak

| Total Jarak Awal   | Total Jarak Baru   |
|--------------------|--------------------|
| 57                 | 45.6               |
| 232                | 218.5              |
| 191.6              | 128.8              |
| 172                | 101                |
| <b>Total=652.6</b> | <b>Total=493.9</b> |

Berdasarkan Tabel 4.10 tersebut dapat diketahui bahwa jarak tempuh mampu diperpendek sebesar 158,7 Km, atau sebesar 24,32%.

#### 4.10 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai *Vehicle Routing Problem* dengan aplikasi Metode *Nearest Neighbor*, terdapat beberapa kesimpulan antara lain:

- a. Jarak tempuh yang dilalui dengan menggunakan rute baru mampu diperpendek sebesar 158,7 Km, atau sebesar 24,32%.
- b. Total biaya pendistribusian diperoleh penghematan nilai sebesar diperoleh penghematan sebesar Rp. 119,025 atau 10,54%.
- c. Perbandingan waktu sebelum dan sesudah aplikasi Metode *Nearest Neighbor* adalah diperoleh penghematan waktu sebesar 2,43 jam (9,97%).

Untuk rencana tahapan berikutnya pada penelitian ini adalah:

1. Penghitungan rute distribusi produk seluruh konsumen
2. Penghitungan biaya yang dikeluarkan untuk pendistribusian dengan menggunakan rute baru.
3. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik dilakukan simulasi menggunakan aplikasi komputer sehingga dihasilkan alternatif yang lebih bervariasi.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Braysy, O., B. Gendreau, M. 2005. *Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part 1: Route Construction and Local Search Algorithms Inform. System Operation Research*, 39:104-118.

- Carić T., Galić A., Fosin J., Gold H. and Reinholz A., (2008). A Modelling and Optimization Framework for Real-World Vehicle Routing Problems.
- Davis H. W. & Company, (2005). Survey of US Logistics Costs, www.establishinc.com.
- Dethloff, J. (2001). *Vehicle Routing and Reverse Logistic: The Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-up*. OR Spektrum (23), 79-96.
- Gunawan, P. 2012. *Enhanced Nearest Neighbors Algorithm for Design of water Network*. *Chemical Engineering Science*, 84:197-206.
- G.B. Dantzig and J.H. Ramser. (1959). The Truck Dispatching Problem, *Management Science*, 6, 80-91.
- Goldsby T., and Martichenko R., (2005). *Lean Six Sigma Logistics*. J. Ross Publishing, Inc. Boca Raton, Florida.
- Min, H. (1989). The multiple vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick up points. *Transportation Research A*, 23,5, 377-386.
- Mingyong, L., Erbao, C. (2010). *An Improved Differential Evolution Algorithm for Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickups and Deliveries and Time Windows*. *Journal Engineering Applications of Artificial Intelligence* (23), 188-195.
- Murata, T., Itai, R. (2005). Multi-objective vehicle routing problems using two-fold EMO algorithms to enhance solution similarity on non-dominated solutions, Proc. Of Third International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization, 885-896.
- Nagy, G. Salhi. S.(2005). *Heuristic Algorithm for Single and Multiple Depot Vehicle Routing Problems with Pickup Delivery*. *European Journal of Operational Research* (162), 126-141.
- Pop, Petrica Claudiu, et al. 2011. "Heuristic algorithms for solving the generalized vehicle routing problem." *International Journal of Computers Communications & Control* 6.1: 158-165.
- Ropke S. & Pisinger D. 2006. A unified heuristic for a large class of Vehicle Routing Problems with Backhauls. *European Journal of Operational Research* 171: 750–775.
- Toth P. dan Vigo, D., *The Vehicle Routing Problema*, 2002. SIAM. Philadelphia.

