

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Distribusi

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan barang dari pihak *supplier* kepada pihak agen dalam suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan agen. Secara umum fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah mengantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan (Pujawan dan Mahendrawati, 2010).

Pada prinsipnya, fungsi ini bertujuan untuk menciptakan pelayanan yang tinggi ke pelayanan yang bisa dilihat dari tingkat service level yang dicapai, kecepatan pengiriman, kesempurnaan barang sampai ke tangan pelanggan, serta pelayanan purna jual yang memuaskan.

Jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam tujuan dari *supply chain*, mulai dari biaya yang rendah sampai respon yang tinggi terhadap permintaan agen (Chopra & Meindl, 2010).

Distribusi meliputi semua aspek dalam pengiriman barang kepada agen. Sebenarnya, distribusi merupakan bagian dari *material handling*, karena *material handling* merupakan perpindahan material pada setiap saat dan setiap titik. Ada beberapa permasalahan yang biasa dihadapi dalam distribusi berkaitan dengan optimasi jaringan distribusi adalah :

a. Titik Depot

Titik depot sangat menentukan kelancaran pendistribusian barang, sehingga barang dapat sampai pada agen tepat pada waktunya.

b. Penentuan rute dan jadwal pengiriman.

Salah satu keputusan terpenting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu titik ke beberapa titik tujuan.

## 2.2 Vehicle Routing Problem

*Vehicle routing problem* (VRP) merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang memegang peranan penting dalam dunia industri yaitu pada masalah manajemen distribusi dan transportasi.

Secara ringkas, berikut ini merupakan karakteristik dari permasalahan VRP :

- a. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir di depot.
- b. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
- c. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani titik berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani titik berikutnya.
- d. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urutan titik yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi.

Menurut Toth dan Vigo (2002) terdapat empat tujuan umum dari VRP adalah sebagai berikut :

- a. Meminimumkan biaya transportasi, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.

- b. Meminimumkan jumlah kenderaan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani setiap agen.
- c. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kenderaan.
- d. Meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan dari agen.

### **2.3 Klasifikasi Jenis – Jenis VRP**

Terdapat beberapa jenis VRP yang sangat bergantung pada jumlah faktor pembatas dan tujuan yang akan dicapai. Pembatas yang paling umum digunakan yaitu jarak dan waktu. Tujuan yang ingin dicapai biasanya meminimalkan jarak tempuh, waktu maupun biaya. Variasi bentuk VRP muncul tergantung pada suatu kondisi yang ada. Kondisi tersebut terdiri dari sejumlah faktor, kendala, dan fungsi tujuan. Suprayogi (2003) memberikan beberapa contoh variasi dari VRP, antara lain :

#### **1. VRP with multiple trips**

Karakteristik dari variasi VRP ini adalah satu kenderaan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

#### **2. VRP with time window**

Setiap pelanggan mempunyai rentang waktu pelayanan yaitu pelayanan harus dilakukan pada rentang time window masing-masing pelanggan.

#### **3. VRP with split deliveries**

Pada VRP standar, setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh satu kenderaan. VRP with split deliveries adalah

permasalahan VRP yang memperbolehkan pelanggan dikunjungi lebih dari satu kendaraan.

#### 4. 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-compartments.

#### 5. Periode VRP

Pada kenyataannya, permintaan pelanggan dapat terjadi dalam waktu beberapa hari selama misalnya satu minggu. VRP bentuk ini juga mencakup permasalahan penentuan hari kunjungan pelanggan dalam jangka waktu satu minggu tersebut.

#### 6. VRP with delivery dan pick – up

Pelanggan dibagi menjadi dua bagian yaitu pelanggan linehaul dan pelanggan backhaul. Pelanggan linehaul diprioritaskan daripada pelanggan backhaul. Untuk permasalahan yang mencakup situasi pengangkutan (pickup) dan pengiriman (delivery) sekaligus pada tiap pelanggan.

#### 7. VRP with multiple depots

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.

Berdasarkan jenisnya, masing-masing VRP memiliki keistimewaan tersendiri. Pada Penelitian ini akan dibahas jenis VRP yaitu *Capacitated* VRP dengan keistimewaan yaitu dapat menentukan rute dengan jarak tempuh minimum dengan penambahan kendala kapasitas kendaraan.

## 2.4 Capacitated Vehicle Routing Problem

*Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) merupakan salah satu variasi yang paling umum dari masalah VRP, dimana terdapat penambahan kendala berupa kapasitas kendaraan yang homogen (identik) untuk mengunjungi sejumlah agen sesuai dengan permintaannya masing-masing. Permasalahan CVRP, total jumlah permintaan agen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut, setiap agen dikunjungi hanya satu kali oleh satu kendaraan dan semua rute dimulai dan berakhir di depot. Permasalahan CVRP mempunyai tujuan meminimumkan total jarak tempuh rute perjalanan kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan barang dari tempat pengiriman (depot) ke masing-masing agen.

CVRP dapat dinyatakan sebagai permasalahan untuk menentukan rute optimal melalui sebuah himpunan lokasi dan didefinisikan dalam sebuah graf  $G = (V, E)$  di mana himpunan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  adalah himpunan simpul dan  $E$  adalah himpunan rusuk. Simpul 0 mewakili depot dan sisa himpunan simpul  $V$  sesuai dengan  $n$  customer. Biaya non-negatif  $d_{ij}$  dikaitkan dengan setiap tepi  $\{i, j\} \in E$ . Unit  $q_i$  dimulai dari depot 0 (dengan asumsi  $q_0 = 0$ ). Satu set kendaraan identik dengan kapasitas  $q$  ditempatkan di depot 0 dan harus digunakan untuk mendistribusikan kepada customer. Rute didefinisikan sebagai siklus sederhana dari grafik  $G$  yang melewati depot 0 dan sehingga total permintaan simpul yang dikunjungi tidak melebihi kapasitas kendaraan (Kumar, V. V, Senthil, Jayachitra, R: 2016).

Model sederhana CVRP sebagai berikut:

Meminimumkan

$$Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^n C_{ijk} X_{ijk} \quad (1.1)$$

Dengan pembatas:

Setiap customer hanya dikunjungi tepat sekali oleh suatu kendaraan

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n X_{ijk} = 1, \text{ untuk semua } i \quad (1.2)$$

Permintaan semua customer dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan

$$\sum_{i=0}^n d_i \sum_{j=1}^n X_{ijk} = q, \text{ untuk semua } k \quad (1.3)$$

Setiap rute berawal dari depot

$$\sum_{j=1}^n X_{ojk} = 1, \text{ untuk semua } k \quad (1.4)$$

Setiap kendaraan yang mengunjungi satu node pasti akan meninggalkan node tersebut

$$\sum_{i=0}^n X_{ijk} - \sum_{j=1}^n X_{jik} = 0, \text{ untuk semua } k \quad (1.5)$$

Setiap rute berakhir di depot

$$\sum_{i=0}^n X_{ijk} = 1, \text{ untuk semua } k \quad (1.6)$$

Variabel keputusan merupakan variabel biner

$$X_{ijk} \in 0,1, \text{ untuk semua } i, j, k \quad (1.7)$$

dimana:

- i : Indeks node awal
- j : Indeks node tujuan
- k : Indeks kendaraan
- d : Demand

$d$  : Demand pada node awal

$d_{ij}$  : Demand yang dimulai dari node awal ke node tujuan

$q$  : Kapasitas kendaraan

$q_i$  : Kapasitas kendaraan yang dimulai dari node awal

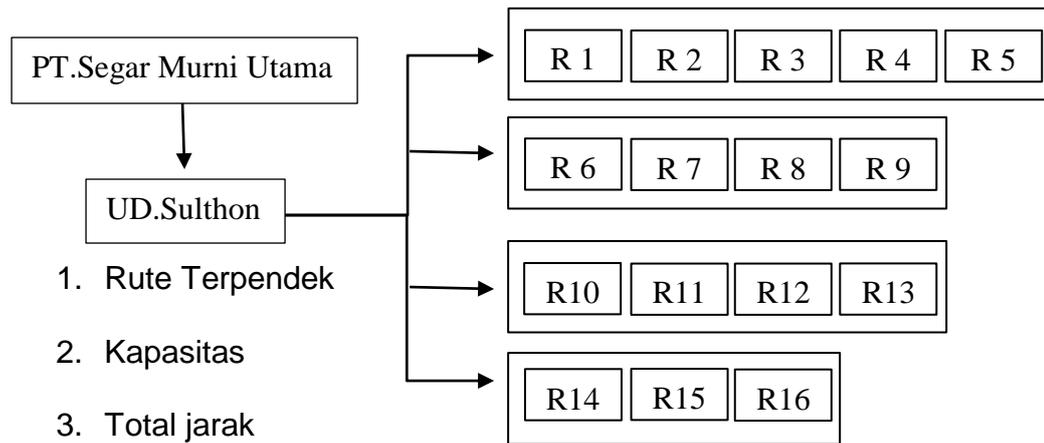
$X_{ijk} \in 0,1$  : Batasan biner untuk variabel keputusannya

## 2.5 Karakteristik sistem

Karakteristik sistem *capacitated vehicle routing problem* (CVRP) dengan menggunakan pendekatan heuristik pada UD.Sulthon. Dimana pada saat proses pengiriman dari perusahaan ke *retailer* ada beberapa hal yang perlu diketahui :

1. Jarak dari perusahaan ke retailer
2. Waktu tempuh pada waktu proses pengiriman
3. Pick up dan Delivery
4. Kapasitas kendaraan
5. Jumlah retailer
6. Rute
7. Jenis produk
8. Jenis kendaraan
9. Biaya pengiriman
10. Demand
11. Total jarak

Berikut adalah gambaran karakteristik sistem :



Gambar 2.1 Karakteristik sistem

## 2.6 Metode Heuristic

Metode Heuristik adalah teknik yang dirancang untuk memecahkan masalah yang mengabaikan apakah solusi dapat dibuktikan benar, tapi biasanya menghasilkan solusi yang baik serta dapat memecahkan masalah yang lebih sederhana dan mengandung atau memotong dengan pemecahan masalah yang lebih kompleks. Metode Heuristik ini bertujuan untuk mendapatkan performa komputasi atau penyederhanaan konseptual, berpotensi pada biaya keakuratan atau presisi. Metode heuristik ada dua jenis yakni metode heuristik sederhana dan metaheuristik. Metode heuristik digunakan dalam pemecahan serta pencarian rute distribusi dan dibagi menjadi beberapa metode yang mempunyai karakteristik berbeda beda dalam penyelesaiannya. Antara lain adalah *cheapest insertion*, *Priciest Insertion*, *Nearest Neighbour*, *Nearest insertion*, *Farthest Insertion*, *Nearest addition* dan *Clarke and Wright Saving Method*.

### 2.6.1 Metode Nearest Neighbour

Metode *Nearest Neighbor* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1983 dan merupakan metode yang sangat sederhana dan tamak. Pada

setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama jika 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).

### 2.6.2 Metode Nearest Insertion

Cara kerja metode ini adalah memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan terpendek. Untuk setiap customer yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan customer dengan kenaikan dengan minimum terkecil. Berikut merupakan langkah cara penyelesaian pada metode ini :

1. Pilih sebuah kota sebagai kota asal.
2. Pilih kota terdekat dari kota asal pertama.
3. Pilih kota terdekat dari kota asal kedua.
4. Ulangi hingga tersisa 1 kota yang tidak terhubung.
5. Masukkan kota yang belum terpilih kedalam rute sementara dengan

rumus:

$$F = C_{ik} + C_{kj} - C_{ij}$$

Dimana :

$C_{ik}$  = jarak tempuh antara konsumen i dan konsumen k.

$C_{kj}$  = jarak tempuh antara konsumen k dan konsumen j.

$C_{ij}$  = jarak tempuh antara konsumen i dan konsumen j.

6. Hubungkan kota terakhir pada tur ke kota asal.

### 2.6.3 Metode Farthest Insertion

Cara kerja metode ini hampir sama dengan metode *Nearest Insertion* perbedaannya adalah dengan memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh. Untuk setiap customer yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan customer dengan kenaikan minimum terbesar. Berikut merupakan langkah cara penyelesaian pada metode ini :

1. Pilih sebuah kota sebagai kota asal.
2. Pilih kota terjauh dari kota asal pertama.
3. Pilih kota terdekat dari kota asal kedua.
4. Ulangi hingga tersisa 1 kota yang tidak terhubung.
5. Masukkan kota yang belum terpilih kedalam rute sementara dengan

rumus:

$$F = C_{ik} + C_{kj} - C_{ij}$$

Dimana :

$C_{ik}$  = jarak tempuh antara konsumen i dan konsumen k.

$C_{kj}$  = jarak tempuh antara konsumen k dan konsumen j.

$C_{ij}$  = jarak tempuh antara konsumen i dan konsumen j.

## 2.7 Posisi Penelitian

No	Penulis (Tahun)	Judul	Tujuan	Metode	Critical review
1	(Ali, dkk, 2013)	Penentuan Rute Distribusi CV.IFFA Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Local Search	Menentukan Rute terpendek dengan mempertimbangkan waktu pengiriman agar tidak terjadi keterlambatan pengiriman produk <i>sanitary</i>	<i>Nearest Neighbour, local search</i>	Dalam jurnal ini menggunakan metode <i>nearest neighbour</i> dan <i>local search</i> dapat menentukan rute terpendek. Hal tersebut di lihat dari total waktu pengiriman yang minimal. Antara istirahat dan tanpa istirahat. Tetapi akan lebih baik jika di tuliskan kapasitas angkut kendaraan dan demand dari ritel ritel yang bekerja sama dengan CV.IFFA.
2	(Alfian, dkk, 2015)	Usulan Rancangan Rute Pendistribusian Air Galon Hanaang Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan	Menentukan rute distribusi terpendek dan waktu distribusi agar tidak terjadi keterlambatan pengiriman	<i>Nearest neighbour, local search</i>	Dalam jurnal ini menggunakan metode <i>Nearest neighbour</i> dan <i>local search</i> dapat menghasilkan rute yang lebih pendek dengan selisih 13,1 km. Namun sebaiknya

		Local Search			dilakukan perbandingan dengan menggunakan metode lain seperti, <i>nearest insertion</i> dan <i>farthest insertion</i> .
3	(Ade, dkk, 2017)	Optimisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan Alogaritma Clarke & Wright Saving Dan Model Vehicle Routing Problem	Mencari rute distribusi dan mengoptimalkan alat angkut / kendaraan yang ada.	Alogaritma <i>Clarke &amp; Wright, Saving Matriks</i>	Hasil dalam jurnal tersebut menyatakan bahwa metode saving matriks dan alogaritma clarke & wright menghasilkan 3 rute dengan jumlah kapasitas angkut yang seimbang. Namun, sebaiknya dilakukan pengujian dengan metode heuristic lainnya agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.
4	(Suparjo, 2017)	Metode Saving Matrik Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi (Studi Empirik Pada Perusahaan	Menggabungkan serta menentukan rute distribusi kayu gelonggongan untuk menghemat biaya distribusi	<i>Saving matrixs, Nearest insertion</i>	Berdasarkan hasil dari jurnal tersebut dengan menggunakan metode Saving Matrix menunjukkan jumlah rute distribusi dapat

		Angkutan Kayu Gelonggongan Di Jawa Tengah)			diturunkan dari 20 rute menjadi 10 rute. Namun perlu pengujian lagi menggunakan metode lainnya untuk mendapatkan hasil yang optimal.
5	(Wibowo, 2018)	Optimasi Distribusi AMDK Menggunakan Metode Nearest Neighbour Pada PT.SMU	Usulan Rute distribusi AMDK kemasan gallon untuk meningkatkan produktifitas perusahaan.	<i>Saving Matriks, Nearest Neighbour</i>	Perlu dilakukan pengujian dengan metode lainnya agar hasilnya lebih maksimal.
6	Penelitian ini (Wibowo,2018	Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Pendekatan Heuristic Pada CVRP	Membandingkan rute yang dihasilkan dengan metode Nearest Neighbour dengan metode Heuristic lainnya untuk mendapatkan rute terpendek.	<i>Nearest Neighbour, Nearest Insertion, Farthest Insertion</i>	