

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa teori atau referensi yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam pengerjaan penelitian ini. Oleh karena itu, pada bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa teori atau literatur yang mendukung penelitian ini. Untuk lebih detailnya akan dipaparkan di bawah ini.

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Untuk mengetahui perkembangan penelitian mengenai permasalahan penentuan rute distribusi dalam *supply chain management*, maka peneliti akan memberikan sedikit gambaran dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sehingga dapat membedakan penelitian ini dengan penelitian lainnya. Beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah sebagai berikut:

1. Atiyatna (2012) melakukan penelitian pada permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP) Asimetris dengan menggunakan algoritma *Genetik Commonality*. Sesuai dengan judul penelitiannya, pada pengumpulan dan pengolahan datanya penelitian ini menggunakan kondisi yang asimetris yaitu dimana biaya yang dibutuhkan dari kota A menuju ke kota B tidak sama dengan biaya yang dibutuhkan dari kota B ke kota A. setelah dilakukan pengolahan data sesuai dengan langkah-langkah pada algoritma *Genetik Commonality* didapatkan beberapa alternatif penghematan jarak sesuai dengan penyisipan yang dilakukan pada *Graf Partial Order* nya.
2. Elok (2013) melakukan studi komparansi pada penyelesaian *Capacited Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan metode *Saving Matriks* dan *Generalized Assignment*. Penentuan rute yang dilakukan pada *Saving Matriks*. Setelah dilakukan pengolahan data sesuai dengan tahap-tahap pada masing-masing metode, maka dihasilkan perbaikan pada permasalahan CVRP yang dialami di perusahaan kertas yang menjadi objek penelitiannya. Perbaikan tersebut berupa total jarak dari rute perjalanan yang harus ditempuh oleh perusahaan menjadi lebih sedikit/ berkurang dari rute sebelumnya. perbedaannya adalah pada *generalized assignment* alternative rute

nya hanya satu, sedangkan pada *saving matriks* terdapat 3 alternatif rute yaitu dari *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.

- Fat (2015) melakukan penelitian untuk menentukan rute distribusi menggunakan komparansi metode *Heuristic* pada permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) di CV Lestari Mulyo Kediri. Penelitian ini membandingkan beberapa penentuan rute yang dikombinasikan dengan metode *Saving Matriks* diantaranya adalah *Nearest Naeighbour*, *Farthest Insertion*, dan *Nearest Insertion*. Dari hasil perbandingan tersebut, didapatkan hasil bahwa kombinasi metode *Saving Matriks* dengan *Nearest Naeighbour* menjadi solusi terbaik karena memberikan jarak terpendek dibanding dengan *Farthest Insertion*, dan *Nearest Insertion*.

Untuk memperjelas perbandingan penelitian ini dengan 3 penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pada Tabel 2.1 akan disajikan perbandingan tersebut.

Tabel 2.1  
Perbandingan Penelitian ini dengan Penelitian Terdahulu

Penulis	Objek	Jarak		Metode		Hasil
		ATSP	TSP	SM	GA	
Atiyatna (2012)	PT X	√				Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa jarakperjalanan terpendeknya sepanjang 1007 km dan diperoleh kesimpulan dapat dihasilkan jarak yang sama dengan rute yang berbeda disebabkan adanya proses penyisipan kota-kota yang tidak terdapat pada <i>Graf Partial Order</i> .
Elok (2013)	PT X		√	√	√	Perbaikan berupa total jarak dari rute perjalanan yang harus ditempuh oleh perusahaan menjadi lebih sedikit. perbedaannya adalah pada <i>generalized assignment</i> alternatif rute nya hanya satu, sedangkan pada <i>saving matriks</i> terdapat 3 alternatif rute yaitu dari <i>nearest neighbour</i> , <i>nearest insert</i> , dan <i>farthest insert</i>
Fat (2015)	CV Lestari Mulyo		√	√		Metode terpilih yang memberi hasil lebih baik adalah <i>saving matriks</i> yang kemudian dikombinasikan dengan <i>nearest neighbour</i> yang mampu meberikan jarak terpendek yaitu 540,85 km.
Penelitian ini	PT Otsuka	√		√	√	Hasil dari penelitian ini adalah bahwa rute hasil pengolahan menggunakan <i>saving matriks</i> memiliki total jarak tempuh yang lebih minimal dibanding dengan <i>generalized assignment</i> .

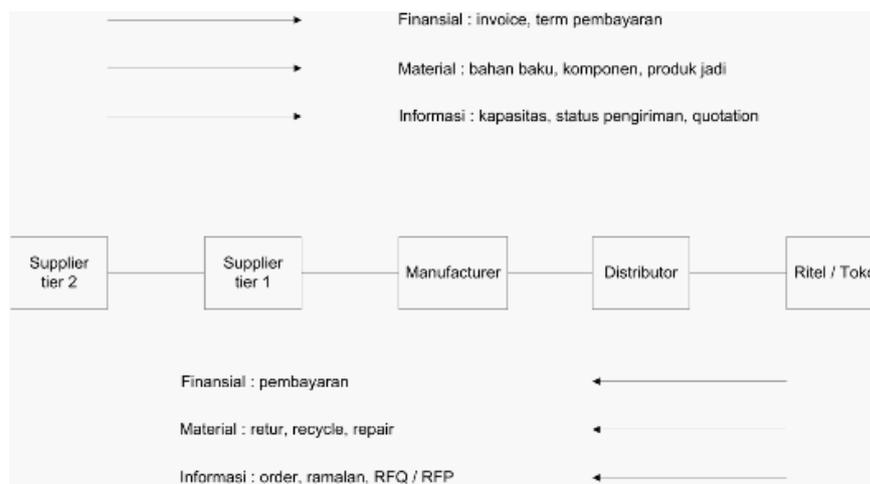
## 2.2 Supply Chain Management

*Supply chain* adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Diantaranya termasuk *supplier*, pabrik, distributor, toko atau ritel, serta perusahaan-perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik (Pujawan, 2010:5).

Ada 3 macam aliran *supply chain*:

1. Aliran barang yang mengalir dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*). Contohnya bahan baku yang dikirim dari *supplier* ke pabrik.
2. Aliran uang dan sejenisnya yang mengalir dari hilir ke hulu.
3. Aliran informasi yang bisa terjadi dari hulu ke hilir ataupun sebaliknya.

*Supply chain management* (SCM) pertama kali dikemukakan oleh Oliver & Weber pada tahun 1982. *Supply chain management* memiliki tujuan strategis yang perlu dicapai untuk membuat *supply chain* dapat bertahan dalam persaingan. Untuk bisa memenangkan persaingan maka *supply chain* harus bisa menyediakan produk yang murah, berkualitas, tepat waktu, dan bervariasi (I Nyoman Pujawan, 2010).



Gambar 2.1 Simplifikasi model *supply chain* dan aliran yang dikelola  
Sumber: Pujawan, 2010

Bagan diatas menunjukkan bahwa *supply chain management* adalah koordinasi dari material, informasi, dan arus keuangan diantara perusahaan-perusahaan yang berpartisipasi. Salah satu faktor kunci untuk mengoptimalkan *supply chain* adalah dengan menciptakan alur informasi yang bergerak secara mudah dan akurat diantara jaringan atau mata rantai tersebut, dan pergerakan barang yang efektif dan efisien yang menghasilkan kepuasan maksimal pada konsumen. Dengan tercapainya koordinasi dari rantai *supply* perusahaan, maka tiap *channel* dalam *supply chain* tidak akan mengalami kekurangan maupun kelebihan barang.

### 2.3 Distribusi

Distribusi adalah aktivitas yang dilakukan untuk memindahkan dan menyimpan produk dari tingkatan *supplier* hingga tingkatan konsumen dalam *supply chain* (Chopra dan Meindl, 2004:71). Distribusi akan berlangsung pada setiap tingkatan dalam *supply chain*. Aliran material mentah dan komponen berpindah dari *manufacturer*/pabrik ke pengguna akhir. Distribusi merupakan salah satu kunci dari semua keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi akan secara langsung mempengaruhi kinerja dan biaya *supply chain* serta pengalaman konsumen.

Pada level tertinggi, performansi distribusi akan diukur dengan dua sudut pandang yaitu kebutuhan konsumen yang terpenuhi dan biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen tersebut. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap suatu jaringan distribusi menurut Chopra dan Meindl (2004:72) yaitu:

1. Respon terhadap waktu, yaitu waktu antara konsumen melakukan pemesanan dan ketika konsumen menerima pemesanannya.
2. Varietas produk, yaitu jumlah perbedaan jenis atau susunan produk yang diinginkan konsumen dari suatu jaringan distribusi.
3. Ketersediaan produk, yaitu probabilitas ketersediaan produk (*stock*) ketika ada pemesanan dari konsumen.
4. *Customer Experience*, yaitu suatu cara yang dapat digunakan oleh konsumen untuk melakukan pemesanan dan penerimaan produk mereka.
5. *Order Visibility*, yaitu kemampuan konsumen untuk mengecek pesannya mulai dari penempatan hingga pengiriman.
6. *Returnability*, yaitu suatu layanan atau *service* dimana konsumen dapat mengembalikan produk yang tidak sesuai serta kemampuan jaringan distribusi dalam mengatasi masalah tersebut.

### 2.4 Transportasi

Salah satu komponen dalam logistik adalah transportasi karena tidak ada perusahaan yang dapat beroperasi tanpa memperhatikan pergerakan bahan baku atau produk jadi. Transportasi mengacu pada pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi yang lain sebagai fungsinya untuk mengirimkan produk dari awal jaringan *supply chain* sampai pada tangan konsumen (Chopra dan Meindl, 2004:425).

Sesuai dengan namanya, persoalan transportasi pertama kali diformulasikan sebagai suatu prosedur khusus untuk mendapatkan biaya minimum dalam mendistribusikan unit

yang homogen dari suatu produk atas sejumlah titik penawaran (sumber) ke sejumlah titik permintaan (tujuan), semua ditempatkan pada sumber dan tujuan yang berbeda secara geografis (Aminuddin, 2005:14).

Chopra dan Meindl (2004:413) menyebutkan bahwa ada dua pihak yang berperan dalam transportasi, yaitu:

1. Pihak pengirim (*shipper*)

Adalah pihak yang memerlukan pemindahan produknya dari suatu titik ke titik lain dalam *supply chain*. Keputusan yang dibuat oleh pihak *shipper* misalnya desain jaringan transportasi, pemilihan alat/moda transportasi, pengaturan penempatan pesanan konsumen pada alat transportasi yang ada, dll. Tujuan dari setiap keputusan yang diambil tersebut adalah meminimalisasi total biaya pemenuhan pesanan konsumen dengan tetap mencapai *responsiveness* yang diinginkan. Biaya yang diperhitungkan dalam pengambilan keputusannya antara lain:

- a. Biaya transportasi, merupakan jumlah total biaya yang digunakan dalam melakukan pengiriman menggunakan beberapa alat transportasi kepada konsumen. Biaya ini termasuk dalam biaya variabel selama alat transportasi yang digunakan bukan milik *shipper* itu sendiri.
- b. Biaya inventory, merupakan biaya penyimpanan dari inventori yang berasal dari jaringan *supply chain* pengirim.
- c. Biaya fasilitas, merupakan biaya semua fasilitas yang digunakan dalam jaringan *supply chain* pengirim.
- d. Biaya proses, merupakan biaya *loading unloading* serta semua biaya yang menyangkut proses dalam transportasi.
- e. Biaya *service level*, merupakan biaya yang timbul karena ketidakmampuan dalam memenuhi komitmen pengiriman.

2. Pihak pembawa (*carrier*)

Adalah pihak yang memindahkan produk. Tujuan *carrier* adalah untuk membuat keputusan investasi dan kebijakan operasi yang memaksimalkan keuntungan dari tiap asset. Faktor-faktor yang dipertimbangkan untuk mengambil keputusan diantaranya:

- a. Biaya yang berkaitan dengan kendaraan, merupakan biaya yang timbul karena membeli atau menyewa kendaraan yang digunakan untuk mengirim produk.
- b. Biaya operasi tetap, merupakan biaya yang berhubungan dengan terminal, *airport*, dan tenaga kerja tetap ada walaupun kendaraan tidak beroperasi.

- c. Biaya perjalanan, merupakan biaya yang mencakup gaji karyawan, dan biaya bahan bakar yang diperlukan selama perjalanan bergantung pada besarnya jarak dan frekuensi pengiriman.
- d. Biaya *overhead*, merupakan biaya yang mencakup biaya perencanaan dan penjadwalan jaringan transportasi dan investasi dalam teknologi informasi.
- e. Biaya yang berkaitan dengan jumlah barang, merupakan biaya yang mencakup *loading unloading* dan biaya bahan bakar yang berubah sejalan dengan jenis dan jumlah barang yang dikirim.

## 2.5 *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Biaya transportasi berkontribusi besar pada biaya total logistik. Umumnya biaya transportasi berkisar antara 1/3 sampai 2/3 dari biaya total logistik (Ballou, 2004). Oleh karena itu, suatu peningkatan efisiensi melalui optimalisasi utilisasi alat transportasi menjadi penting. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dalam pengiriman adalah dengan menentukan rute perjalanan yang bertujuan untuk mengurangi waktu dan jarak tempuh pengiriman, sehingga dapat mereduksi biaya transportasi, selain itu juga meningkatkan kepuasan pada konsumen.

Terdapat beberapa macam variasi masalah dalam penentuan rute pengiriman. Namun, kita dapat mereduksinya menjadi tiga tipe, yaitu penentuan rute dimana titik awal dan titik akhir distribusi berbeda, penentuan rute dimana titik awal dan titik akhir distribusi lebih dari satu, dan penentuan rute dimana titik awal juga menjadi titik akhir dari distribusi (Ballou, 2004). Untuk salah satu masalah, yaitu penentuan rute dimana titik awal dan titik akhir dari suatu distribusi itu sama dikenal dengan *Vehicle Routing Problem (VRP)*.

*Vehicle Routing Problem (VRP)* pertama kali diutarakan oleh *Dantziq* dan *Ramser* pada tahun 1959. VRP berhubungan dengan pengiriman dan/atau pengambilan barang. Masalah kritis pada VRP adalah rute dan pengaturan kendaraan pengangkut yang ada sehingga dapat melayani permintaan konsumen seefisien mungkin berdasarkan pada kriteria yang ada. Sebuah rute merupakan serangkaian lokasi yang harus dikunjungi kendaraan pengangkut untuk menyelesaikan pelayanannya, seperti pelayanan pengiriman produk, pengumpulan sampah, perencanaan rute bus sekolah dan lain-lain. VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengendara dengan menggunakan jaringan jalan (*road network*) yang sesuai. Toth dan Vigo (2002) mendefinisikan VRP sebagai suatu

peencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute dimana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga permintaan semua konsumen terpenuhi dengan tetap memperhitungkan kendala operasional yang ada serta bertujuan untuk meminimalisasi total biaya transportasi.

Berikut empat tujuan umum dari VRP menurut Toth dan Vigo (2002).

1. Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan.
2. Meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani permintaan seluruh konsumen.
3. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu tempuh, jarak, serta muatan kendaraan pengiriman.
4. Meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman.

### **2.5.1 Karakteristik dan Batasan *Vehicle Routing Problem***

Berikut ini karakteristik utama VRP berdasarkan komponen-komponennya menurut Toth dan Vigo (2002).

#### 1. Jaringan jalan

Digunakan sebagai jalur transportasi barang yang biasanya direpresentasikan dalam sebuah *graph* (diagram). Jaringan jalan terdiri dari *arc* (lengkung) yang menggambarkan bagian-bagian jalan dan *vertex* (titik) yang menggambarkan lokasi konsumen dan depot. Tiap lengkung diasosiasikan dengan biaya (jarak) dan waktu perjalanan.

#### 2. Konsumen

Konsumen direpresentasikan dengan *vertex* (titik) dan memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Lokasi konsumen ditandai oleh titik.
- Jumlah permintaan barang yang harus dikirim atau diambil bisa berbeda jenis.
- Periode pelayanan dimana konsumen dapat dilayani (*time windows*)
- Waktu untuk menurunkan atau memuat barang (*loading* dan *unloading*) tergantung dari jenis dan jumlah muatan kendaraan.
- Pengelompokan (*subset*) kendaraan yang tersedia untuk melayani konsumen.

- Prioritas atau pinalti sehubungan dengan kemampuan kendaraan untuk melayani permintaan.

### 3. Depot

Depot juga ditandai dengan suatu titik yang merupakan awal dan akhir dari suatu rute kendaraan.

### 4. Alat angkut

Alat angkut/kendaraan digunakan untuk memindahkan barang dimana memiliki komposisi dan ukuran yang dapat ditentukan berdasarkan permintaan dari konsumen. Alat angkut memiliki karakteristik seperti kapasitas, biaya per jarak, per unit, per rute, dll.

### 5. Pengemudi

Pengemudi harus memenuhi beberapa kendala seperti jam kerja harian, jam lembur, durasi maksimum perjalanan, dll.

Toth dan Vigo (2002) juga menyebutkan bahwa dalam membuat konstruksi rute, terdapat beberapa batasan/kendala yang harus dipenuhi, seperti jenis barang yang diangkut, kualitas barang dan pelayanan, juga karakteristik konsumen dan kendaraan. Beberapa kendala operasional yang sering ditemui diantaranya:

1. Pada tiap rute, besar muatan yang diangkut oleh kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan tersebut.
2. Pada tiap rute, pelayanan kepada konsumen berupa pengiriman, pengambilan, dan/atau keduanya.
3. Pelayanan kepada konsumen bisa saja hanya dilakukan pada rentang waktu tertentu (*time windows*)
4. Kendala prioritas juga mungkin akan timbul ketika suatu konsumen harus dilayani terlebih dahulu dibanding dengan konsumen lain. Kendala ini biasanya terjadi pada VRP *with pickup and delivery* dimana pengambilan dan pengiriman dalam satu rute (VRP *with Backhauls*) dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai.

Toth dan Vigo (2002) menemukan beberapa variasi dari permasalahan utama dalam VRP, diantaranya:

1. *Capacited Vehicle Routing Problem (CVRP)*, adalah variasi paling sederhana dari VRP dimana batasan/kendala yang dipertimbangkan hanya berupa kapasitas dari kendaraan.

2. *Distance Constrained Vehicle Routing Problem (DCVRP)*, adalah VRP dengan kendala panjang rute.
3. *VRP with Time Windows (VRPTW)*, adalah VRP dengan kendala/batasan waktu pelayanan pada konsumen
4. *VRP with pickup and Delivery (VRPPD)*, adalah VRP dengan pelayanan ganda yaitu pengiriman dan pengambilan barang dalam satu rute.
5. *VRP with Multiple Depot (MDVRP)*, adalah VRP dimana perusahaan menggunakan banyak depot untuk melakukan pengiriman produk kepada konsumen.
6. *VRP with Backhauls (VRPB)*, adalah VRP dimana pengambilan barang baru dapat dilakukan setelah seluruh pengiriman selesai.
7. *Periodic VRP*, adalah VRP dimana pengiriman dilakukan dalam periode waktu tertentu.

### 2.5.2 *Capacited Vehicle Routing Problem*

Versi paling umum dari VRP adalah *Capacited Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Pada VRP jenis ini penambahan kendala/batasan adalah mengenai kapasitas kendaraan yang digunakan untuk pengiriman. Setiap kendaraan yang melayani konsumen diisyaratkan memiliki batasan kapasitas sehingga banyaknya konsumen yang dilayani oleh setiap kendaraan dalam satu rute bergantung pada kapasitas kendaraan. Permasalahan CVRP bertujuan untuk meminimumkan total jarak tempuh rute perjalanan kendaraan dalam mendistribusikan barang dari depot ke konsumen.

Permodelan untuk CVRP memiliki parameter –parameter berikut:

- $n$  menunjukkan jumlah konsumen
- $K$  menunjukkan kapasitas setiap kendaraan
- $d_i$  menunjukkan permintaan konsumen  $i$
- $c_{ij}$  menunjukkan biaya perjalanan dari pelanggan  $i$  ke pelanggan  $j$

Semua parameter dianggap *integer* (tidak negatif). Sekumpulan kendaraan homogen dengan kapasitas  $K$  dan sebuah depot utama, dengan indeks 0, melakukan pengiriman ke konsumen, dengan indeks 1 sampai  $n$ . Permasalahannya adalah untuk menentukan rute ini kendaraan dimulai dan diakhiri di depot. Setiap konsumen harus dipasangkan dengan tepat satu tur/rute, karena setiap konsumen hanya bias dilayani oleh satu kendaraan. Jumlah permintaan seluruh konsumen yang ada pada masing-masing rute harus berada dalam kapasitas kendaraan. Tujuannya adalah untuk meminimalkan total biaya transportasi.

*Capacited Vehicle Routing Problem* didefinisikan sebagai suatu graf berarah  $G = (N, A)$  dengan  $N = \{v_0, \dots, v_n\}$  adalah himpunan simpul (*vertex*),  $v_0$  menyatakan depot, yaitu tempat kendaraan memulai dan mengakhiri perjalanan, dan  $\{1, \dots, n\}$  menyatakan konsumen (C). Sedangkan  $A = \{(vi, v): i, j \in N; i \neq j\}$  adalah himpunan sisi berarah (*arc*) yang merupakan himpunan sisi yang menghubungkan antar simpul. Setiap simpul  $vi \in N \setminus \{v_0\}$  memiliki permintaan (*demand*) sebesar  $d_i$  dengan  $d_i$  adalah integer positif. Himpunan  $V = \{1, 2, \dots, K\}$  merupakan kumpulan kendaraan yang homogen dengan kapasitas yang identik yaitu  $q$ , sehingga panjang tiap rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Setiap *arc*  $\{vi, vj\}$  memiliki jarak tempuh  $c_{ij}$  yaitu jarak dari simpul  $i$  ke simpul  $j$ . Satu-satunya variabel keputusan adalah  $X_{ij}^v$

$$X_{ij}^v = \begin{cases} 1 & \text{jika kendaraan } v \text{ berjalan dari titik } i \text{ ke titik } j \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (2-1)$$

Fungsi obyektif dari CVRP adalah:

$$\min \sum_{v \in V} \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} X_{ij}^v \quad (2-2)$$

dengan kendala:

$$\sum_{v \in V} \sum_{j \in N} X_{ij}^v = 1 \quad \forall i \in C \quad (2-3)$$

Setiap titik dikunjungi tepat satu kali oleh kendaraan

$$\sum_{i \in C} \sum_{j \in N} X_{ij}^v \leq K \quad \forall v \in V \quad (2-4)$$

Total permintaan semua titik dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan

$$\sum_{j \in C} X_{0j}^v = 1 \quad \forall v \in V \quad (2-5)$$

Setiap rute berangkat dari depot 0

$$\sum_{v \in V} X_{ik}^v - \sum_{j \in N} X_{kj}^v = 0 \quad (2-6)$$

Setiap kendaraan yang mengunjungi satu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut.

$$X_{ij}^v \in \{0, 1\}, \quad \forall \{i, j\} \in A \text{ dan } \forall v \in V \quad (2-7)$$

Variabel  $X_{ijk}$  adalah biner

## 2.6 Metode Saving Matriks

Metode *Saving Matriks* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan mempertimbangkan jarak yang dilalui, jumlah kendaraan yang akan digunakan dan jumlah produk yang dapat dimuat kendaraan dalam pengiriman produk ke konsumen agar proses distribusi optimal. Langkah-langkah metode *Saving Matriks* adalah sebagai berikut:

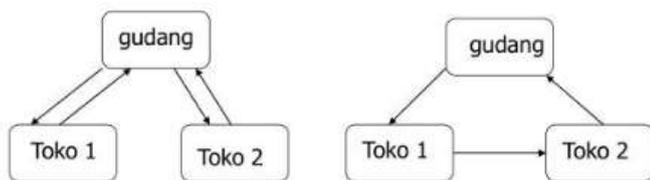
- a. Menentukan matriks jarak.

Matriks jarak menyatakan jarak antara tiap pasang lokasi yang dikunjungi. Jarak antara lokasi A yang terletak pada koordinat  $X_a Y_a$  dan lokasi B yang terletak pada koordinat  $X_b Y_b$  dicari dengan menggunakan rumus:

$$Dist(A, B) = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2}$$

- b. Menentukan matriks penghematan.

Matriks Penghematan (*Saving Matrix*) merupakan penggabungan jarak yang ditempuh kendaraan dalam melakukan perjalanan dari depot ke konsumen  $x$  kemudian kembali lagi ke depot dan perjalanan dari depot ke konsumen  $y$  kemudian kembali lagi ke depot, menjadi perjalanan dari depot ke konsumen  $x$  kemudian ke konsumen  $y$  dan akhirnya kembali lagi ke depot. Secara umum konsep penghematan jarak dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konsep penghematan jarak

Sumber: Pujawan 2010:201

Nilai *Saving Matrix* nya dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_{x,y} = Dist(DC_x) + Dist(DC_y) - Dist(x,y) \quad (2-8)$$

Keterangan:

$S_{x,y}$  = Nilai *saving matrix* / jarak yang berhasil dihemat

$Dist(DC_x)$  = Jarak dari depot ke konsumen  $x$

$Dist(DC_y)$  = Jarak dari depot ke konsumen  $y$

$Dist(x,y)$  = Jarak konsumen  $x$  dan konsumen  $y$

Untuk permasalahan/pertimbangan jarak yang asimetris antar masing-masing konsumen dan/atau depot, yaitu apabila jarak dari kota A ke kota B tidak sama dengan jarak dari kota B ke kota A. Pada kasus dimana jarak antar konsumen dan/atau depot dianggap berbeda, maka perhitungan nilai *saving matrix* nya adalah sebagai berikut:

$$S_{x,y} = \{Dist(DC_x) + Dist(C_xD) + Dist(DC_y) + Dist(C_yD)\} - \{Dist(DC_x) + Dist(x,y) + Dist(C_yD)\} \quad (2-9)$$

$$S_{x,y} = Dist(C_xD) + Dist(DC_y) - Dist(x,y) \quad (2-10)$$

Dari rumus tersebut akan didapatkan nilai penghematan jarak *saving matrix* yang dapat digunakan untuk membagi/mengelompokkan rute perjalanan proses distribusi.

- c. Mengklasifikasikan konsumen ke sebuah rute.

Pada tahap ini, dilakukan pembagian konsumen ke dalam suatu rute perjalanan dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan yang digunakan. Rute tersebut akan optimal jika jumlah total barang yang dikirim tidak melebihi kapasitas kendaraan. Prosedur yang digunakan untuk pengelompokan konsumen yaitu berdasarkan nilai *saving matriks* nya, dari nilai terbesar hingga terkecil. Kemudian diurutkan dan dibagi sesuai dengan kendala kapasitas kendaraan angkutnya. Jika kapasitas suatu kendaraan sudah maksimal, maka prosedur tersebut akan berulang sampai semua permintaan dapat dikirim kepada konsumen.

- d. Menentukan urutan konsumen atau urutan pengiriman

Tahap ini adalah tahap akhir dari metode *saving matriks*. Tujuan dari tahap ini adalah mengurutkan kunjungan kendaraan ke setiap konsumen yang sudah dikelompokkan dalam suatu rute perjalanan guna memperoleh jarak yang minimal. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurutkan rute ini adalah *nerest neighbour* dan *nearest insert*.

### 2.6.1 Nearest Neighbour

*Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengurutkan rute perjalanan agar dapat meminimalisasi jarak. Metode ini cukup mudah digunakan karena tidak perlu menghitung ulang, cukup dengan melihat jarak antar titik. Prinsip dasar dari metode ini adalah membentuk rute perjalanan dengan memilih konsumen yang terdekat dari lokasi awal.

Adapun langkah-langkah pengurutan metode menggunakan *nearest neighbour* adalah sebagai berikut:

1. Cari titik terdekat dari titik awal. Misalkan titik awal adalah (0) dan titik terdekat dari (0) adalah (i) maka akan terbentuk rute (0-i-0)
2. Cari titik terdekat dari titik (i) berdasarkan subrute yang telah terbentuk. Misalkan titik terdekat dari (i) adalah (j) maka rute yang terbentuk adalah (0-i-j-0)
3. Ulangi langkah dua sampai semua titik pada subrute masuk dalam rute perjalanan.

### 2.6.2 Nearest Insert

*Nearest Insert* adalah metode pengurutan rute untuk memperoleh jarak terpendek dengan cara menyisipkan titik terdekat pada sub rute. Setiap titik yang belum termasuk

dalam rute, dievaluasi berdasarkan kenaikan jarak tempuh terkecil. Metode ini mengharuskan kita menghitung ulang setiap sub rute yang telah terbentuk.

Adapun langkah-langkah pengurutan rute menggunakan metode *nearest insert* adalah sebagai berikut:

1. Pilih titik terdekat dari titik awal. Misalkan titik awal adalah (0) dan titik terdekat dari (0) adalah (i) maka akan terbentuk rute (0-i-0)
2. Pilih titik dengan nilai jarak terkecil saat disisipkan ke dalam subrute. Misalkan diperoleh titik (j) maka subrute akan berubah menjadi (0-i-j-0)
3. Ulangi langkah dua dengan memilih titik yang apabila disisipkan menghasilkan kenaikan minimalisasi jarak. Misalkan diperoleh titik (k) maka rute akan menjadi (0-i-j-k-0)
4. Ulangi langkah tiga hingga semua titik dalam sub rute telah masuk dalam rute perjalanan.

### **2.6.3 *Farthest Insert***

*Farthest Insert* adalah metode pengurutan rute untuk memperoleh jarak terpendek dengan cara menyisipkan titik terdekat pada sub rute. Setiap titik yang belum termasuk dalam rute, dievaluasi berdasarkan kenaikan jarak tempuh terbesar.

Adapun langkah-langkah pengurutan rute menggunakan metode *farthest insert* adalah sebagai berikut:

1. Pilih titik terdekat dari titik awal. Misalkan titik awal adalah (0) dan titik terdekat dari (0) adalah (i) maka akan terbentuk rute (0-i-0).
2. Pilih titik dengan nilai jarak terbesar saat disisipkan ke dalam subrute. Misalkan diperoleh titik (j) maka subrute akan berubah menjadi (0-i-j-0).
3. Ulangi langkah dua dengan memilih titik yang apabila disisipkan menghasilkan kenaikan jarak tempuh terbesar. Misalkan diperoleh titik (k) maka rute akan menjadi (0-i-j-k-0).
4. Ulangi langkah tiga hingga semua titik dalam sub rute telah masuk dalam rute perjalanan.

## **2.7 Metode *Generalized Assignment***

Penentuan rute pengiriman barang dengan *Metode Generalized Assignment* memiliki langkah utama yaitu penandaan titik awal untuk masing-masing rute (*Assignment seed*

*point for each route*). Tujuan utamanya adalah untuk menentukan titik awal sesuai dengan pusat perjalanan yang diambil oleh masing-masing kendaraan. Dengan cara menggambar posisi sudut retailer pada garis sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Perjalanan dilakukan dengan mengikuti perputaran arah jarum jam dimana perjalanan dimulai dari pusat distribusi.

Sunil dan Chopra (2001) menyebutkan langkah-langkah dalam metode *Generalized Assignment* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *seed point* untuk masing-masing rute/alat angkut. *Seed point* merupakan pusat perjalanan yang diambil oleh tiap alat angkut. Prosedur penentuan *seed point* meliputi:

- a. Mencari  $L_{seed}$  dengan rumus:

$$L_{seed} = \text{total permintaan/jumlah alat angkut}$$

- b. Dimulai dari konsumen manapun, dilakukan gerakan searah jarum jam yang dimulaidar  $DC$  (depot) untuk mendapatkan *cone* yang dialokasikan untuk tiap *seed point* sesuai dengan besarnya  $L_{seed}$ . Langkah-langkah untuk menentukan *cone* yaitu:

Menentukan posisi sudut angular ( $\theta_i$ ) dari masing-masing konsumen  $i$  yang memiliki koordinat ( $X_i, Y_i$ ) dengan rumus:

$$\theta_i = \tan^{-1} (y_i/x_i) \quad (2-11)$$

Menggeser searah jarum jam untuk menentukan urutan konsumen yang akan masuk ke dalam *cone* berdasarkan permintaan konsumen dan  $L_{seed}$ .

- c. Pada tiap *cone*, *seed point* diletakkan di tengah *cone* dan koordinat *seed point* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$X_i = d_i \cos (\alpha) \quad (2-12)$$

$$Y_i = d_i \sin (\alpha) \quad (2-13)$$

Keterangan:

$d_i$  = jarak antara konsumen yang paling jauh dari *cone* dengan depot

$\alpha$  = sudut yang dibentuk dari penjumlahan sudut konsumen awal dengan sudut konsumen terjauh yang masuk *cone* dan selanjutnya dibagi dua.

- d. Pembentukan *cone* kedua dan selanjutnya dimulai dari sudut hasil penyisipan konsumen terakhir pada *cone* sebelumnya.
2. Mengevaluasi biaya penyisipan untuk masing-masing konsumen. Untuk tiap *seed point*  $S_k$  dan konsumen  $i$ , biaya penyisipan merupakan biaya tambahan yang akan ditempuh jika konsumen disisipkan pada sebuah rute perjalanan dari depot ke *seed point* dan kembali lagi ke depot.

$$C_{ik} = \text{Dist}(DC, i) + \text{Dist}(i, S_k) - \text{Dist}(DC, S_k) \quad (2-14)$$

3. Menugaskan/ mengalokasikan masing-masing konsumen pada tiap kendaraan/rute. Penugasan konsumen pada kendaraan/rute diformulasikan menggunakan *integer programming* dengan fungsi tujuan minimasi jarak penyisipan dan fungsi batasan kapasitas kendaraan.

Variabel keputusannya yaitu:

$$Y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{jika konsumen } i \text{ dialokasikan ke kendaraan } k \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (2-15)$$

Formulasi *integer programming* untuk mengalokasikan konsumen ke kendaraan adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n C_{ik} Y_{ik} \quad (2-16)$$

Dengan kendala:

$$\sum_{k=1}^k Y_{ik} = 1 \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-17)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ik} Y_{ik} \leq b_k \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, n \quad (2-18)$$

Keterangan:

$C_{ik}$  = jarak penyisipan dari konsumen  $i$  dan *seed point*  $k$

$b_k$  = Kapasitas kendaraan  $i$

$a_i$  = *order size* atau permintaan dari konsumen  $i$

Halaman ini sengaja dikosongkan