

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan diberikan dasar-dasar teori yang digunakan untuk menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* yang meliputi optimasi, distribusi, teori graf, *Traveling Salesman Problem (TSP)*, *Vehicle Routing Problem (VRP)*, *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, Algoritma *Sweep* dan juga penjelasan tentang PT. Badan Penerbit Kedaulatan Rakyat.

A. Optimasi

Brogran (1991 : 501) menyatakan bahwa optimasi adalah proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimal (nilai efektif yang dicapai). Optimasi secara intuisi berarti melakukan pekerjaan dengan cara terbaik. Sedangkan menurut Licker (2003 : 170), optimasi berasal dari kata bahasa Inggris *optimization* memiliki arti memaksimalkan atau meminimumkan sebuah fungsi yang diberikan untuk beberapa macam kendala.

Masalah optimasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi nyata. Banyak masalah dalam dunia nyata yang dapat direpresentasikan dalam kerangka permasalahan ini, misal pendapatan yang maksimum, biaya yang minimum dan lain sebagainya. Apabila hal yang dioptimumkan ternyata kuantitatif, maka masalah optimum akan menjadi masalah maksimum dan minimum (Susanta, 1994). Hasil dari optimasi disebut sebagai hasil yang optimal.

Berdasarkan beberapa pengertian optimasi tersebut dapat disimpulkan bahwa optimasi adalah proses untuk mencapai nilai yang minimal atau maksimal dari fungsi tujuan dengan mempertimbangkan beberapa kendala yang diberikan. Pada penulisan skripsi ini, optimasi yang ingin dicapai adalah optimasi rute. Optimasi rute adalah pencarian rute yang paling optimal (rute terpendek) dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan jangka waktu pelayanan (*time windows*).

B. 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. 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 : 86).

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 (Harry dan Syamsudin, 2011):

1. Titik Depot

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

2. 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. Keputusan seperti ini sangat penting bagi perusahaan yang mengirimkan barangnya dari satu titik ke berbagai titik yang tersebar di sebuah kota. Keputusan jadwal pengiriman serta rute yang akan ditempuh oleh setiap tipe kendaraan akan sangat berpengaruh terhadap biaya pengiriman. Namun demikian, biaya bukanlah satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan dalam proses pengiriman. Selain itu, jadwal dan rute sering kali juga harus mempertimbangkan kendala lain seperti kapasitas kendaraan atau armada pengangkutan.

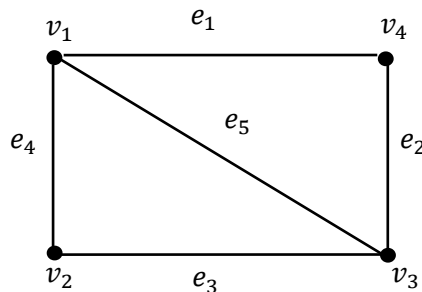
Secara umum permasalahan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau meminimumkan jarak tempuh. Salah satu dari tujuan tersebut bisa menjadi fungsi tujuan (*objective function*) dan yang lainnya menjadi kendala (*constraint*). Misalnya, fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya pendistribusian, namun ada kendala *time window* dan kendala maksimum jarak tempuh tiap kendaraan, disamping kendala lain seperti kapasitas atau kendala lainnya. Pada penulisan skripsi ini, manajemen distribusi merupakan pengelolaan terhadap kegiatan untuk memindahkan surat kabar dari suatu depot ke sejumlah agen dimana proses pemindahan tersebut akan

membentuk atau menghasilkan rute distribusi yang dibatasi oleh kapasitas kendaraan.

C. Teori Graf

1. Pengertian Graf (Mardiyono, 1996: 1)

Graf adalah kumpulan titik dan segmen garis yang menghubungkan dua titik yang disebut rusuk. Graf G dapat dilambangkan dengan (V, E) dengan himpunan $V \neq \emptyset$ yang unsur-unsurnya disebut titik dan himpunan E yang unsur-unsurnya disebut rusuk. Titik-titik pada graf dapat merupakan obyek sembarang seperti kota. Rusuk dapat menunjukkan hubungan (relasi) sembarang seperti ruas jalan raya penghubung antar dua kota. Gambar 2.1 adalah contoh graf $G_1(V, E)$ dengan $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ dan $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$



Gambar 2.1 Graf G_1

2. Jenis-jenis Graf

Menurut Mardiyono (1996:32) sesuai dengan kekhasan strukturnya, graf dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu graf sederhana, tidak sederhana, berarah, teratur, berbobot, pohon dan sebagainya.

1) Jenis graf berdasarkan ada tidaknya gelang dan rusuk ganda

Berdasarkan ada tidaknya gelang dan rusuk ganda graf dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu graf sederhana dan tidak sederhana. Dalam sebuah graf ada kemungkinan dijumpai dua rusuk atau lebih yang menghubungkan dua titik yang sama. Rusuk seperti ini disebut rusuk ganda. Ada pula rusuk yang menghubungkan titik tertentu dengan dirinya sendiri yang disebut gelang (*Loop*).

a. Graf sederhana

Graf sederhana adalah graf yang tidak memuat rusuk ganda dan gelang.

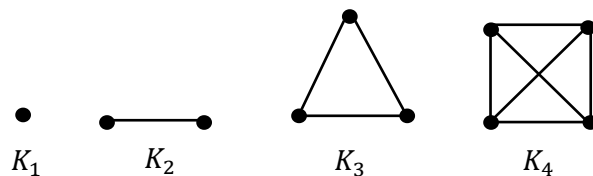
Beberapa graf sederhana dapat ditunjukkan sebagai berikut:

i. Graf nol adalah graf yang tidak memiliki rusuk atau himpunan rusuknya merupakan himpunan kosong. Gambar 2 menunjukkan graf nol dengan 2 buah titik.



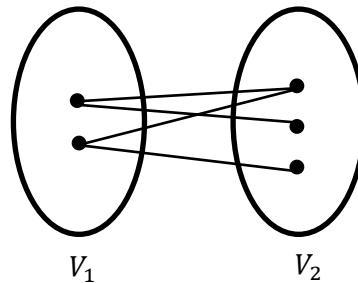
Gambar 2.2 Graf nol dengan 2 buah titik

ii. Graf lengkap adalah graf sederhana yang setiap pasang titiknya saling berikatan. Notasi graf lengkap n simpul adalah K_n .



Gambar 2.3 Graf lengkap

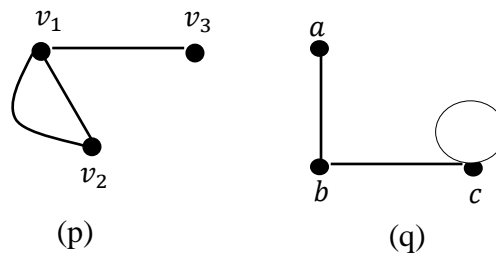
- iii. Graf bipartit adalah graf sederhana yang himpunan titiknya dapat dipartisi menjadi 2 bagian, misal V_1 dan V_2 sehingga setiap rusuknya mempunyai titik ujung di V_1 dan titik ujung yang lain di V_2 .



Gambar 2.4 Graf bipartit

- b. Graf tidak sederhana

Graf tidak sederhana adalah graf yang memiliki gelang atau rusuk ganda.



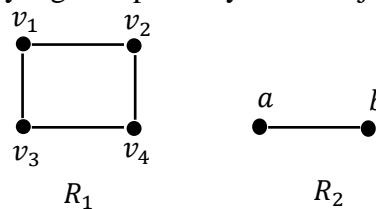
Gambar 2.5 (p) Graf yang memiliki rusuk ganda dan (q) Graf yang memiliki gelang

- 2) Jenis graf berdasarkan keteraturan derajat titiknya

Berdasarkan keteraturan derajat dari titiknya graf dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

- a. Graf teratur

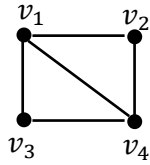
Graf teratur adalah graf yang setiap titiknya berderajat sama.



Gambar 2.6 Graf teratur

b. Graf tidak teratur

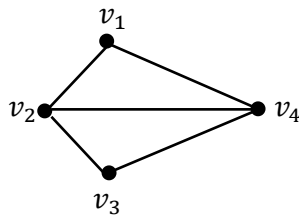
Graf tidak teratur adalah graf yang setiap titiknya tidak mempunyai derajat yang sama.



Gambar 2.7 Graf tidak teratur

3) Graf tak berarah (*undirected graph*)

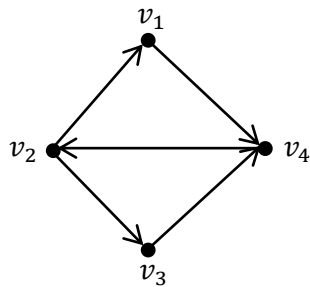
Graf yang setiap rusuknya tidak memiliki orientasi arah.



Gambar 2.8 Graf tak berarah

4) Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*)

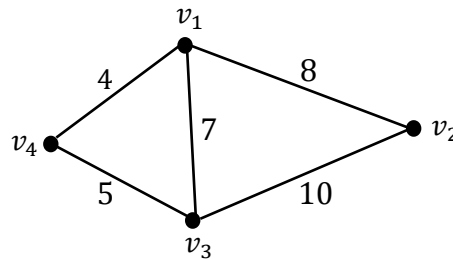
Graf yang setiap rusuknya memiliki orientasi arah



Gambar 2.9 Graf berarah

5) Graf berbobot (*weighted graph*)

Graf yang setiap rusuknya diberi sebuah harga (bobot).



Gambar 2.10 Graf berbobot

3. Keterhubungan

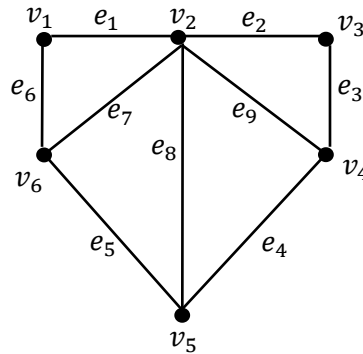
a. Jalan, jejak, lintasan, sirkuit dan siklus

Pada bagian ini akan dijelaskan pengertian jalan, jejak, lintasan, sirkuit dan siklus yang disertai dengan contoh-contoh untuk memperjelas definisi yang dimaksud.

1. Jalan (*walk*) pada graf G didefinisikan sebagai barisan berhingga (tak kosong).
 $w = (v_0, e_1, v_1, e_2, \dots, e_n, v_n)$ dengan v_0 disebut titik awal dan v_n titik akhir, yang suku-sukunya bergantian titik dan rusuk sedemikian hingga ujung e_i adalah v_{i-1} dan v_i adalah titik-titik akhir rusuk e_i untuk $1 \leq i \leq n$. Suatu jalan disebut tertutup jika titik awal dan titik akhirnya berimpit.
2. Jejak (*trail*) merupakan jalan tanpa rusuk berulang.
3. Lintasan (*path*) merupakan jalan tanpa titik dan rusuk berulang.
4. Sirkuit (*circuit*) merupakan jejak yang tertutup.

5. Sikel (cycle) merupakan lintasan yang titik awal dan titik akhirnya berimpit. Jika sikel tersebut memuat semua simpul dalam graf G maka disebut sikel Hamilton dan graf yang memuat sikel Hamilton disebut graf Hamilton.

Lebih jelasnya diperhatikan gambar berikut:



Gambar 2.11 Graf G_2

- i. $w_1 = (v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_3, v_4, e_3, v_3)$ adalah sebuah jalan di G_2 yang panjangnya 4 satuan (setiap rusuk bernilai satu satuan), karena dalam barisan ini rusuk e_3 muncul lebih dari sekali maka w_1 bukan jejak.
- ii. $w_2 = (v_1, e_1, v_2, e_9, v_4, e_4, v_5, e_8, v_2)$ adalah sebuah jejak di G_2 yang panjangnya 4 satuan (setiap rusuk bernilai satu satuan), karena dalam barisan ini titik v_2 muncul lebih dari sekali maka w_2 bukan lintasan.
- iii. $w_3 = (v_1, e_6, v_6, e_5, v_5, e_4, v_4, e_3, v_3)$ adalah sebuah lintasan di G_2 yang panjangnya 4 satuan (setiap rusuk bernilai satu satuan), karena dalam barisan ini tidak ada rusuk dan titik yang muncul lebih dari sekali.
- iv. $w_4 = (v_1, e_1, v_2, e_9, v_4, e_4, v_5, e_8, v_2, e_7, v_6, e_6, v_1)$ adalah sebuah sirkuit di G_2 yang panjangnya 6 satuan (setiap rusuk bernilai satu

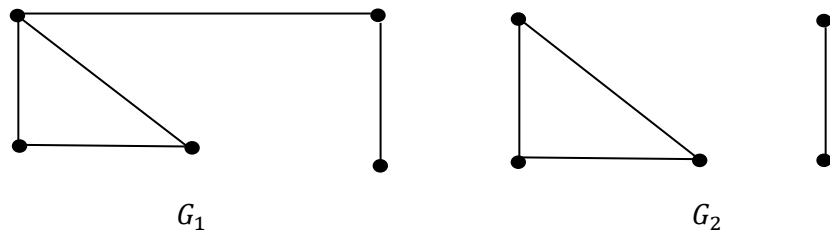
satuan), karena internal v_2 muncul lebih dari sekali maka w_4 bukan siklus.

v. $w_5 = (v_1, e_1, v_2, e_8, v_5, e_5, v_6, e_6, v_1)$ adalah sebuah siklus di G_2 yang panjangnya 4 satuan (setiap rusuk bernilai satu satuan).

b. Keterhubungan Graf

Salah satu kajian penting dalam teori graf adalah mengenai *connectivity* atau keterhubungan. *Connectivity* dalam graf terbagi menjadi 2, yaitu *vertex-connectivity* dan *edge-connectivity*. *Vertex-connectivity* adalah jumlah minimum dari *vertex* yang akan dihilangkan untuk membuat suatu graf G menjadi *disconnected* (tidak terhubung). *Edge-connectivity* adalah jumlah minimum *edge* yang akan dihilangkan untuk membentuk suatu graf menjadi *disconnected* (Devi dkk, 2013).

Suatu graf dikatakan terhubung (*connected*) jika untuk setiap dua simpul u dan v di G , terdapat lintasan yang menghubungkan simpul itu, sebaliknya, graf dikatakan tidak terhubung (*disconnected*) jika tidak ada lintasan yang menghubungkannya. Jika suatu graf tidak terhubung maka graf G akan terdiri dari beberapa subgraf yang disebut komponen graf. Banyaknya komponen graf G dinotasikan dengan $\omega(G)$. Graf terhubung mempunyai satu komponen dan graf tidak terhubung mempunyai lebih dari satu komponen (Mardiyono, 1996:44). Contoh graf terhubung dan tidak terhubung pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Graf terhubung G_1 dengan satu komponen dan graf tidak terhubung G_2 dengan dua komponen

D. *Travelling Salesman Problem (TSP)*

1. *Pengertian Travelling Salesman Problem (TSP)*

Travelling Salesman Problem (TSP) dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia, William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris, Thomas Penyngton. TSP dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada. Permasalahan ini melibatkan seorang *salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah rute sebelum *salesman* kembali ke titik awal (depot), sehingga perjalanannya dikatakan sempurna (Era Madonna dkk, 2013).

Agus dan Wayan (2010) dalam jurnalnya menjelaskan bahwa penentuan rute perjalanan merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh yaitu rute manakah yang memiliki biaya paling murah untuk dilalui seorang *salesman* ketika harus mengunjungi sejumlah titik. Setiap titik tersebut harus dikunjungi tepat satu kali kemudian kembali lagi

ke titik semula. Permasalahan tersebut dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP). Secara matematis, TSP dapat diformulasikan sebagai berikut :

Didefinisikan :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika ada perjalanan } \textit{salesman} \text{ dari titik } i \text{ menuju titik } j \\ 0, & \text{jika tidak ada perjalanan } \textit{salesman} \text{ dari titik } i \text{ menuju titik } j \end{cases}$$

c_{ij} menyatakan jarak dari titik i menuju titik j

$$\text{Fungsi Tujuan : } Z = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.1)$$

dengan kendala

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (2.3)$$

2. Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP)

Permasalahan TSP dapat diselesaikan dengan beberapa cara, tergantung dengan sistem permasalahan yang dihadapi. Adapun metode atau cara yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan berbagai macam permasalahan TSP yaitu *Dijkstra*, *Nearest Neighbour*, *Insertion*. Pada penulisan skripsi ini akan digunakan metode *Nearest Neighbour* untuk menyelesaikan permasalahan distribusi surat kabar Harian KR. Menurut Era Madonna dkk (2013), pada metode *Nearest Neighbour* ini, pemilihan rute akan dimulai pada rute yang memiliki nilai jarak paling minimum setiap melalui agen, kemudian akan memilih agen selanjutnya yang belum dikunjungi dan memiliki jarak yang paling minimum.

Metode *Nearest Neighbour* merupakan metode paling sederhana untuk menyelesaikan masalah *Traveling Salesman Problem*. Pertama, memilih salah satu titik yang mewakili suatu titik awal. Selanjutnya, memilih titik tujuan yang akan dikunjungi berikutnya, dengan pertimbangan hanya memilih titik yang

memiliki jarak terdekat dengan titik yang sebelumnya dikunjungi. Setelah seluruh titik dikunjungi atau seluruh titik telah terhubung, maka tutup rute perjalanan dengan kembali ke titik asal.

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengerjaan pembentukan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* (Era Madonna, 2013) :

1. Langkah 0 : Inisialisasi

1.1 Menentukan satu titik yang akan menjadi titik awal (depot) perjalanan.

1.2 Menentukan $C = \{1,2,3,4, \dots, n\}$ sebagai himpunan titik yang akan dikunjungi.

1.3 Menentukan urutan rute perjalanan saat ini (sementara) (R).

2. Langkah 1 : Memilih titik yang selanjutnya akan dikunjungi

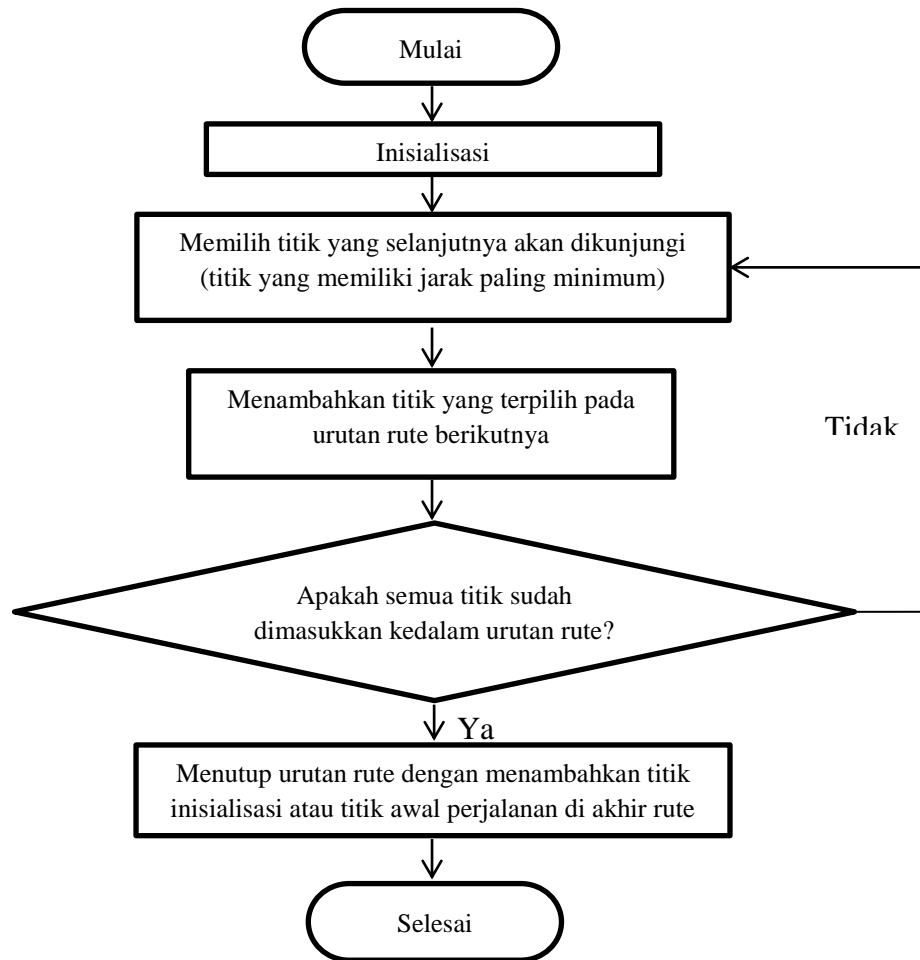
Jika n_1 adalah titik yang berada di urutan terakhir dari rute R maka akan ditemukan titik berikutnya n_2 yang memiliki jarak paling minimum dengan n_1 , dimana n_2 merupakan anggota dari C . Apabila terdapat banyak pilihan optimal artinya terdapat lebih dari satu titik yang memiliki jarak yang sama dari titik terakhir dalam rute R dan jarak tersebut merupakan jarak yang paling minimum maka pilih secara acak.

3. Langkah 2 : Menambahkan titik yang terpilih pada langkah 1 pada urutan rute berikutnya.

Menambahkan titik n_2 di urutan akhir dari rute sementara dan mengeluarkan yang terpilih tersebut dari daftar titik yang belum dikunjungi.

4. Langkah 3 : Jika semua titik yang harus dikunjungi telah dimasukkan dalam rute atau $C = \emptyset$, maka tidak ada lagi titik yang ada di C . Selanjutnya, menutup rute dengan menambahkan titik inisialisasi atau titik awal perjalanan diakhir rute. Dengan kata lain, rute ditutup dengan kembali lagi ke titik asal. Jika sebaliknya, kembali melakukan langkah 1 .

Metode *Nearest Neighbour* digunakan pada penulisan skripsi ini dikarenakan metode ini merupakan salah satu metode yang memiliki karakteristik pembentukan rute distribusi sesuai dengan keadaan nyata yang terdapat pada kondisi di lapangan, serta alasan penggunaan metode ini dikarenakan teknik penentuan rute yang diterapkan pada metode ini lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan metode TSP yang lain dan metode *Nearest Neighbour* ini merupakan metode yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan rute distribusi dengan menggunakan metode yang lainnya. Diagram alir dari metode *Nearest Neighbour* ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Diagram Alir Metode *Nearest Neighbour*

E. *Vehicle Routing Problem (VRP)*

1. Pengertian *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Vehicle routing problem (VRP) merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang memegang peranan penting dalam dunia industri yaitu pada masalah manajemen distribusi dan transportasi. Yeun dkk (2008) mendefinisikan VRP sebagai masalah penentuan rute optimal kendaraan dalam pendistribusian

barang atau jasa dari satu atau lebih depot ke sejumlah agen di lokasi yang berbeda dengan permintaan yang telah diketahui dan memenuhi sejumlah kendala.

VRP pertama kali dipelajari yaitu oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dalam bentuk rute dan penjadwalan truk. Clarke dan Wright pada tahun 1964 kemudian melanjutkan penelitian ini dan berhasil menciptakan sebuah metode yaitu *Saving Algorithm*. Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan agen dimana kendaraan berangkat dari depot lalu menuju agen dan kembali lagi ke depot (Indra dkk, 2014).

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. **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 (Indra dkk, 2014).

VRP terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain :

- a. *VRP with multiple trips*

Setiap kenderaan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan agen.

- b. *VRP with time windows*

Setiap agen yang dilayani oleh kenderaan memiliki waktu pelayanan.

- c. *VRP with pickup and delivery*

Terdapat sejumlah barang yang perlu dipindahkan dari lokasi penjemputan tertentu ke lokasi pengiriman lainnya.

- d. *Capacitated VRP*

Kenderaan yang memiliki keterbatasan daya angkut (kapasitas) barang yang harus diantarkan ke suatu tempat.

e. *VRP with Multiple Products*

Agen memiliki pesanan lebih dari satu jenis produk yang harus diantarkan.

f. *VRP with Multiple Depots*

Depot awal untuk melayani agen lebih dari satu.

g. *Periodic VRP*

Adanya perencanaan yang berlaku untuk satuan waktu tertentu.

h. *VRP with heterogeneous fleet of vehicles*

Kapasitas kendaraan antar kendaraan satu dengan kendaraan lain tidak selalu sama. Jumlah dan tipe kendaraan diketahui.

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

F. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

Menurut Wijaya dkk (2004), *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.

Pemodelan untuk CVRP memiliki parameter-parameter sebagai berikut:

- n adalah jumlah agen,
- q menunjukkan kapasitas setiap kendaraan,
- d_i menunjukkan permintaan agen i dan
- c_{ij} adalah jarak tempuh perjalanan dari agen i ke agen j

Semua parameter dianggap nilai integer tidak negatif. Sejumlah kendaraan homogeny dengan kapasitas q dan sebuah depot utama, dengan indeks 0, melakukan pengiriman ke agen, dengan indeks 1 sampai n . Permasalahannya adalah menentukan rute pasti setiap kendaraan dimulai dan diakhiri di depot. Setiap agen harus dipasangkan dengan tepat rute, karena setiap agen hanya dapat dilayani oleh satu kendaraan. Jumlah seluruh permintaan agen yang ada pada setiap rute harus berada dalam batas kapasitas kendaraan. Tujuannya adalah untuk meminimalkan total jarak tempuh perjalanan (Wijaya dkk, 2004).

Menurut Wijaya dkk (2004), model matematika dari CVRP didefinisikan sebagai suatu graf $G = (V, E)$. Himpunan V terdiri atas gabungan himpunan agen C dari 1 sampai n dengan penambahan depot sebagai titik 0 dan 21. Jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan dinyatakan sebagai himpunan rusuk berarah E yaitu penghubung antar agen, $E = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$. Semua rute dimulai dari 0 dan berakhir di 0. Himpunan kendaraan K merupakan kumpulan kendaraan yang homogen dengan kapasitas q . Setiap agen i untuk setiap $i \in C$ memiliki permintaan d_i sehingga panjang rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Setiap

rusuk $(i, j) \in E$ memiliki jarak tempuh c_{ij} dan jarak tempuh diasumsikan simetris, contoh $c_{ij} = c_{ji}$, dan juga bahwa $c_{ii} = c_{jj} = 0$. Satu-satunya variabel keputusan adalah x_{ijk} :

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k \\ 0, & \text{jika tidak terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k \end{cases}$$

Fungsi tujuan dari model matematika CVRP adalah

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c_{ij} x_{ijk} \quad (2.4)$$

dengan kendala

1. Setiap titik dikunjungi tepat satu kali oleh suatu kendaraan :

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} x_{ijk} = 1, \forall i \in V \quad (2.5)$$

2. Total permintaan semua titik dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan:

$$\sum_{i \in C} d_i \sum_{j \in V} x_{ijk} \leq q, \forall k \in K \quad (2.6)$$

3. Setiap rute berawal dari depot 0 :

$$\sum_{j \in C} x_{0jk} = 1, \forall k \in K \quad (2.7)$$

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

$$\sum_{i \in C} x_{ijk} - \sum_{j \in V} x_{jik} = 0, \forall k \in K \quad (2.8)$$

5. Setiap rute berakhir di depot 21 :

$$\sum_{i \in C} x_{i21k} = 1, \forall k \in K \quad (2.9)$$

6. Variabel x_{ijk} merupakan variabel biner :

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, \forall k \in K \quad (2.10)$$

Berdasarkan definisi CVRP, diperoleh suatu kesimpulan mengenai input dari permasalahan CVRP sebagai berikut:

1. Input permasalahan CVRP adalah daftar jarak agen, daftar permintaan tiap agen dan kapasitas kendaraan.
2. Dalam terminologi graf, kumpulan agen atau titik pada permasalahan CVRP adalah sebuah graf lengkap dengan bobot rusuk adalah jarak antar agen.

G. Algoritma Sweep

Algoritma *sweep* merupakan algoritma dua tahap, yaitu tahap pertama terdiri dari *clustering* agen yang mana *clustering* awal dilakukan dengan menggabungkan titik-titik dalam satu *cluster* berdasarkan kapasitas maksimal kendaraan, dan tahap kedua adalah membentuk rute-rute untuk masing-masing *cluster*. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan CVRP dengan menggunakan algoritma *sweep* (Arunya Boonkleaw etc., 2009) :

1. Tahap Pengelompokkan (*Clustering*) :

Tahap pertama dalam algoritma *sweep* adalah mengelompokkan masing-masing titik agen ke dalam sebuah *cluster*. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengelompokkan :

- a. Menggambar masing-masing agen (yang selanjutnya disebut sebagai titik) dalam koordinat kartesius dan menetapkan titik depot sebagai pusat koordinat.
- b. Menentukan semua koordinat polar dari masing-masing titik yang berhubungan dengan depot. Langkah untuk mengubah koordinat kartesius (x, y) menjadi koordinat polar (r, θ) adalah sebagai berikut :

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (2.11)$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2.12)$$

Setelah diperoleh masing-masing titik dalam koordinat polar maka selanjutnya menggambarkan titik-titik tersebut dalam bidang dua dimensi.

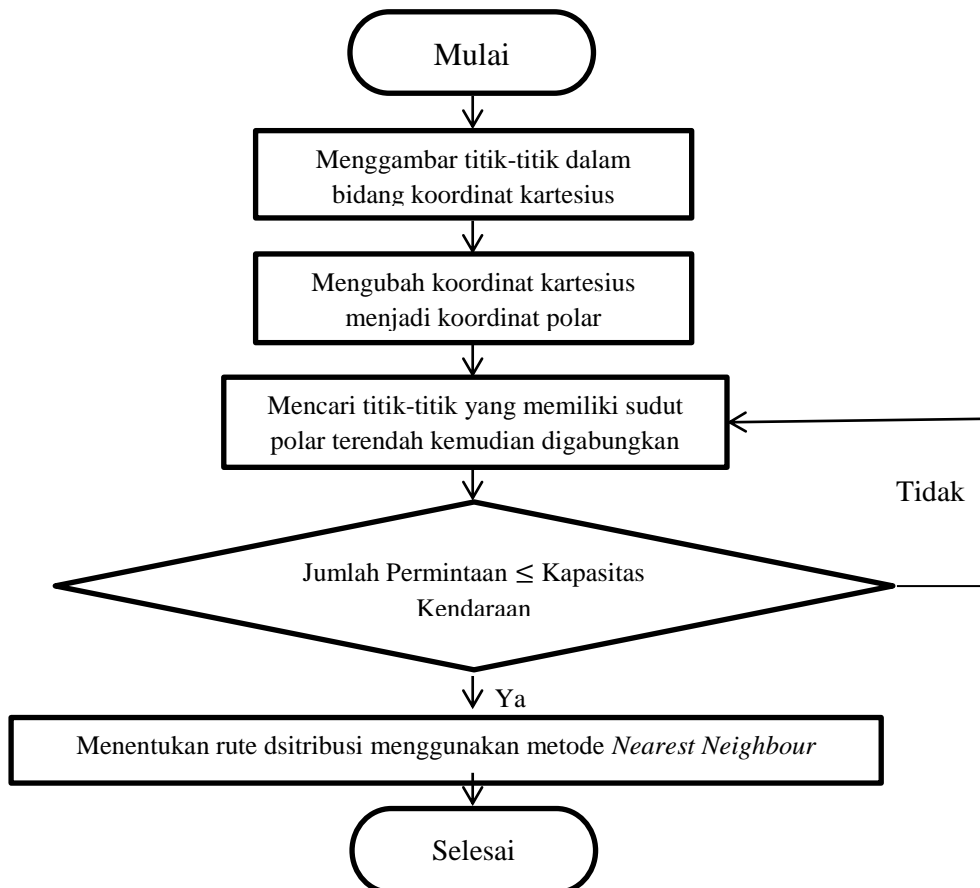
Langkah untuk mengubah koordinat kartesius menjadi koordinat polar juga dapat dilakukan dengan menggunakan *Software Geogebra* yang disajikan pada Lampiran 5.

- c. Melakukan pengelompokkan (*clustering*) dimulai dari titik yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya berurutan sampai titik yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.
- d. Memastikan semua titik “tersapu” dalam *cluster* saat ini.
- e. Pengelompokkan dihentikan ketika dalam satu *cluster* akan melebihi kapasitas maksimal kendaraan.
- f. Membuat *cluster* baru dengan langkah yang sama seperti langkah c dimulai dari titik yang memiliki sudut polar terkecil yang belum termasuk dalam cluster sebelumnya (titik yang terakhir ditinggalkan).

- g. Mengulangi langkah c - f, sampai semua titik telah dimasukkan dalam sebuah *cluster*.

2. Tahap Pembentukan Rute :

Tahap kedua dalam algoritma *sweep* yaitu membentuk rute-rute berdasarkan *cluster* yang telah diperoleh pada tahapan *clustering*. Setiap *cluster* akan menjadi sebuah permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Oleh karena itu, dalam menyelesaikan tahapan pembentukan rute, langkah yang digunakan sama dengan ketika menyelesaikan permasalahan TSP. Pada penulisan skripsi ini, metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan TSP adalah metode *Nearest Neighbour*. Diagram alir dari algoritma *Sweep* ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Diagram Alir Algoritma *Sweep*

H. PT. Badan Penerbit Kedaulatan Rakyat

1. Sejarah Perusahaan

Surat kabar Kedaulatan Rakyat merupakan surat kabar tertua yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Surat kabar yang dipimpin oleh H. Soemadi M. Winohito ini memiliki motto dengan menggunakan bahasa Jawa yakni *Migunanging Tumraping Liyan* dan semboyannya adalah *Suara Hati Nurani Rakyat*. Arti dari motto tersebut adalah sekecil apapun kebaikan yang kita perbuat bisa bermakna besar bagi orang lain, berguna bagi sesama membuat hidup lebih berarti. Surat kabar Kedaulatan Rakyat terbit setiap harinya dengan jumlah awal halamannya sebanyak 16 halaman, namun dengan berjalannya waktu bertambah menjadi 24 halaman dengan oplah lebih dari 125.000 kopi (Data Perusahaan).

Kedaulatan Rakyat lahir pada tanggal 5 September 1945, setelah Sri Sultan Hamengku Buwono IX menyatakan daerah kekuasaannya menjadi bagian dari Republik Indonesia. Secara resmi Surat kabar Kedaulatan Rakyat resmi berdiri pada hari Kamis, 27 September 1945, tidak lama setelah kemerdekaan Republik Indonesia bulan Agustus (Data Perusahaan).

Nama Kedaulatan Rakyat dipilih oleh Soedarisman Poerwokoesoemo. Surat kabar yang terletak di Jalan P. Mangukbumi No. 40-46 ini bermula dari adanya sebuah koperasi, lalu pada tahun 1950 berubah menjadi NV dan kembali berubah menjadi PT. Badan Penerbitan Kedaulatan Rakyat yang sesuai dengan SK Menteri Kehakiman pada tanggal 7 Desember 1950. Kedaulatan Rakyat memiliki izin yakni SIUPP no 127 / SK / MEMPEN / A.7 / 1986 pada tanggal 4 Desember 1990 (Data Perusahaan). Selain Surat kabar, Kedaulatan Rakyat juga telah

menerbitkan beberapa media cetak, media penyiaran dan media *online* lainnya yakni Minggu Pagi, Surat Kabar Merapi, KR radio pada gelombang 102.7 FM dan krjogja.com (Data Perusahaan).

2. Proses Surat Kabar Kedaulatan Rakyat sampai ke Agen

Proses pengolahan berita hingga surat kabar siap didistribusikan kepada agen dimulai setiap harinya dengan mengadakan rapat pagi untuk menentukan program berita. Setelah itu pelaksanaan *hunting* (proses pencarian berita) dari konferensi pers, undangan, *release*, kerja sama, internet, TV atau Radio dan kesaksian. Setelah semua informasi telah didapatkan kemudian informasi tersebut dijadikan narasi dan dilanjutkan dengan proses *correcting*. Pada proses koreksi naskah berita yang salah akan dibenarkan lagi. Setelah proses *writing* dan *correcting*, proses selanjutnya adalah proses *design* secara manual untuk mengatur letak berita dan iklan pada surat kabar. Proses dilanjutkan dengan *layouting*, *filming*, dan diakhiri dengan proses *plating*. Selanjutnya yaitu proses pendistribusian surat kabar yang dilakukan setiap hari pada pukul 02.30-05.00 WIB dengan satuan eksemplar. Harga untuk satu eksemplar surat kabar yaitu Rp 3.000,-.

Setiap media massa memiliki cara tersendiri untuk mempertahankan agennya demikian juga Kedaulatan Rakyat (KR) memiliki cara tersendiri dalam menghadapi persaingan media cetak dan juga media penyiaran lainnya sehingga dapat mempertahankan agennya yaitu dengan cara menginformasikan berita yang aktual, serta mengadakan *social control*, dan tidak menambahkan penilaian yang

negatif terhadap suatu berita yang disajikan. Surat kabar KR memuat rubrik Kaca untuk remaja serta berita sosial, politik, budaya, dan olahraga. Selain itu surat kabar KR juga membuat rubrik pendidikan bagi remaja yang suka menulis dan mengarang. Hal tersebut merupakan bagian dalam mendukung program pendidikan bagi pendidikan anak-anak dan remaja.

3. Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat

PT. Badan Penerbit Kedaulatan Rakyat setiap harinya mendistribusikan surat kabar dalam satuan eksemplar ke wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan Jawa Tengah. Pada penulisan skripsi ini hanya akan dibatasi pada kegiatan distribusi untuk wilayah Kabupaten Sleman. Jumlah agen yang ada di Kabupaten Sleman terdapat 20 agen dengan masing-masing permintaan yang berbeda-beda. Setiap harinya surat kabar didistribusikan dengan menggunakan kendaraan jenis Mobil *Box Isuzu Panther*.

Kegiatan distribusi dilakukan oleh 2 orang yang terdiri dari pengemudi (*driver*) dan asisten pengemudi (*distributor*). Selain melakukan pengiriman produk, *driver* dan *distributor* juga melakukan bongkar-muat dan meletakkan produk pada tempat yang telah disediakan. Proses distribusi dimulai dari depot (perusahaan) yang berada di Jalan Solo Km 11, Kalitirto, DIY dan kemudian kembali lagi ke depot. Berikut ini rute distribusi yang di lalui perusahaan saat ini untuk wilayah Kabupaten Sleman beserta jarak yang ditempuh:

Rute 1 (Total Jarak Tempuh = 106.2 Km) :

Depot → Jalan Gejayan, Gang Guru, Mrican → Pelem Kecut CT 10/41 Sleman →
Jalan Tluki I 169 CONCAT → Jalan Gurameh Raya, Minomartani (Warnet Luna)
→ Pasar Gentan, Ngaglik Sleman → Jalan Tegalrejo, Sardonoarjo, Sleman →
Jalan Besi KM 14 (Depan Kampus UII) → Rumah Sakit Panti Nugroho → Hargo
Binangun, Pakem → Donokerto, Turi, Sleman → Karangnggeneng, Pakem,
Sleman → Depot

Rute 2 (Total Jarak Tempuh = 68.7 Km) :

Depot → Pasar Terban → Perempatan Tugu Yogya → Karanganyar, Sinduadi,
Mlati (Yogya Utara) → Jombor Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman → Jalan Magelang
KM 5,2 → Jalan Merapi Km 4 Beran → Jalan Bhayangkara KM 13 Morangan →
Lumbungrejo, Tempel, Sleman → Wadas, Tridadi, Sleman → Depot