

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Penelitian ini tidak lepas dari berbagai sumber dan referensi penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, pada sub bab ini akan membahas penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan penelitian saat ini yang akan dilakukan oleh penulis.

##### **2.1.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dijadikan referensi dari penelitian sekarang adalah penelitian yang berkaitan dengan distribusi dan penentuan rute. Tabel perbandingan tinjauan pustaka mengenai penelitian terdahulu yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1.



**Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu**

| <b>No.</b> | <b>Penulis</b>      | <b>Tahun</b> | <b>Masalah yang Ditemukan</b>   | <b>Metode</b>  | <b>Hasil Pembahasan</b>  |
|------------|---------------------|--------------|---|--|--|
| 1          | Martono dan Warnars | 2020         | Semakin banyaknya lokasi tujuan pengiriman barang maka rute jalan yang akan ditempuh semakin banyak dan semakin kompleks. Di lain sisi, jumlah kendaraan saat distribusi barang sangat sedikit. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan rute terpendek yang dapat meminimumkan waktu pengiriman barang dan beban biaya yang ditanggung perusahaan. | Metode <i>Nearest Neighbour</i>                          | Dengan metode Nearest Neighbor, total rute pengiriman barang menjadi lebih sedikit dibandingkan sebelum menggunakan metode. Selain itu, dengan metode Nearest Neighbor didapatkan total jarak yang ditempuh berkurang 20,6% dibandingkan sebelum menggunakan metode Nearest Neighbor. Metode ini membantu menentukan rute sehingga resiko penumpukan barang dan penurunan penjualan barang ke konsumen |
| 2          | Leymena, dkk        | 2019         | Kurir PT. Kalog sering merasa kelelahan dan banyak barang yang mengalami keterlambatan pengiriman dikarenakan jumlah mobil yang dimiliki PT. Kalog masih sedikit. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penentuan rute distribusi yang optimal tanpa menambah biaya untuk pembelian mobil pengantar barang yang baru                          | Metode <i>Nearest Neighbour</i> dan <i>Saving Matrix</i> | Terdapat 5 rute yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan metode Nearest Neighbor. Rute paling panjang adalah rute 1 dengan total biaya Rp 224.000. Sedangkan rute 4 merupakan rute terpendek dengan biaya Rp 209.281. Sehingga rute yang digunakan adalah rute 4. Penggunaan metode Nearest Neighbor juga dapat meminimumkan biaya awal yang sebesar Rp 235,681 menjadi Rp 209.281.          |

Tabel 2.1. Lanjutan

| No. | Penulis   | Tahun | Masalah yang Ditemukan   | Metode   | Hasil Pembahasan  |
|-----|-----------|-------|--|--|---|
| 3   | Amri, dkk | 2014  | Biaya lembur untuk supir dan kernet yang ditanggung oleh MTP Nganjuk meningkat karena penentuan rute distribusi yang kurang efektif. Maka dibutuhkan perencanaan urutan rute yang optimal untuk MTP Nganjuk agar proses distribusi tidak melebihi jam kerja supir dan kernet   | Metode <i>Nearest Neighbour</i>                          | Berdasarkan rute yang ditentukan dengan metode Nearest Neighbor, seluruh total barang yang diangkut pada setiap rute tidak melebihi kapasitas maksimum yang dimiliki perusahaan. Sehingga rute dapat diterapkan oleh perusahaan. Hasil penentuan rute dengan metode Nearest Neighbor juga memenuhi syarat bahwa seluruh tujuan harus dilewati tepat satu kali, yaitu dari kode 1 sampai kode 193. Pemenuhan syarat-syarat tersebut membuktikan penentuan rute dengan metode Nearest Neighbor dapat diterapkan oleh MTP Nganjuk. |
| 4   | Valentina | 2021  | Dalam melakukan distribusi, CV. Y tidak melakukan penentuan rute. Hal tersebut mengakibatkan waktu tempuh proses distribusi menjadi lebih panjang. Selain itu, tidak adanya penentuan rute menyebabkan muatan yang dibawa saat melakukan distribusi melebihi kapasitas armada. | Metode <i>Nearest Neighbour</i> dan <i>Saving Matrix</i> | Penentuan rute yang dilakukan membuat waktu tempuh distribusi CV. Y berkurang sebesar 15,84%. Pada awalnya waktu tempuh distribusi selama 404 menit, setelah dilakukan penentuan rute waktu tempuh yang dibutuhkan menjadi 340 menit. Selain itu, jarak tempuh distribusi awal sebesar 68,8 km kemudian berkurang sebesar 22,3% setelah dilakukan penentuan rute.   |

Tabel 2.1. Lanjutan

| No. | Penulis        | Tahun | Masalah yang Ditemukan  | Metode                      | Hasil Pembahasan  |
|-----|----------------|-------|---|-----------------------------|---|
| 5   | Sutisna        | 2018  | Persaingan di dunia logistik membuat PT. Pos Indonesia harus menawarkan jasa pengiriman yang cepat dan aman dengan harga yang terjangkau. Keterlambatan pengiriman barang pada PT. Pos Indonesia membuat penurunan dalam hal kualitas dan standar pelayanan.  | Metode <i>Saving Matrix</i> | Jumlah armada yang perlu ditambahkan sebanyak satu kendaraan. Total penghematan jarak yang dihasilkan sebesar 20 km dengan penghematan waktu yaitu 1 jam 30 menit.  |
| 6   | Saraswati, dkk | 2017  | Proses distribusi koran dari PT. Aksara Solopos kepada agen memiliki batas waktu ( <i>time windows</i> ) dalam distribusinya agar berita tetap <i>up to date</i> ketika sampai ke tangan pembaca. Selama ini, PT. Aksara Solopos hanya mempertimbangkan <i>clustering</i> wilayah agen tanpa memperhitungkan jalur rute dan kapasitas yang dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan penentuan rute distribusi yang optimal sesuai dengan kapasitas kendaraan dan batas <i>time windows</i> yang ada. | Algoritma <i>Sweep</i>      | Proses distribusi koran dari PT. Aksara Solopos kepada agen memiliki batas waktu ( <i>time windows</i> ) dalam distribusinya agar berita tetap <i>up to date</i> ketika sampai ke tangan pembaca. Selama ini, PT. Aksara Solopos hanya mempertimbangkan <i>clustering</i> wilayah agen tanpa memperhitungkan jalur rute dan kapasitas yang dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan penentuan rute distribusi yang optimal sesuai dengan kapasitas kendaraan dan batas <i>time windows</i> yang ada. |

**Tabel 2.1. Lanjutan**

| <b>No.</b> | <b>Penulis</b> | <b>Tahun</b> | <b>Masalah yang Ditemukan</b>   | <b>Metode</b>  | <b>Hasil Pembahasan</b>   |
|------------|----------------|--------------|---|--|---|
| 7          | Gunawan, dkk   | 2012         | Penentuan rute dengan metode yang paling optimal dengan jumlah armada yang tersedia dan biaya distribusi yang minimum | <i>Ant Colony Optimization, Brute Force Search, dan Neighbor Insertion (NNI)</i> | Metode yang paling optimal adalah metode Ant Colony Optimization. Metode Brute Force dan Nearest Neighbor Insertion hanya dapat digunakan untuk permasalahan CVRP pada skala kecil. |

Beberapa masalah yang ditemukan saat melakukan distribusi adalah jumlah armada atau kendaraan yang digunakan untuk distribusi masih sedikit. Salah satunya adalah pada penelitian yang dilakukan oleh Martono dan Warnars (2020) pada PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk. Jumlah kendaraan yang sedikit pada perusahaan tersebut kurang mendukung proses distribusi akibat jumlah rute yang banyak dan kompleks. Metode yang digunakan dalam penentuan rute untuk meminimumkan waktu dan merancang rute terpendek adalah metode *Nearest Neighbour*. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Leymena dkk (2019), jumlah armada yang sedikit membuat kurir PT. KALOG sering mengalami kelelahan dan sering terjadi keterlambatan dalam pengiriman barang. Sedangkan penelitian yang dilakukan Amri dkk (2014) menunjukkan bahwa perencanaan rute diperlukan untuk menghindari jam kerja yang berlebihan pada supir dan kernet MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola. Kedua penelitian tersebut juga menggunakan metode *Nearest Neighbour* untuk menentukan rute distribusi yang optimal tanpa menambah biaya untuk menambah armada baru dalam proses distribusi.

Terdapat beberapa penelitian penentuan rute distribusi yang mempertimbangkan batas waktu pengiriman (*time windows*). Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Valentina (2021) yang memiliki tujuan memberikan usulan rute pengiriman barang agar seluruh pesanan dapat terpenuhi sesuai dengan batas waktu pengiriman. Penelitian lain yang mempertimbangkan *time windows* dilakukan oleh Sutisna (2018), akan tetapi penelitian ini tidak mempertimbangkan beban biaya dalam mengurangi waktu keterlambatan pengiriman barang yang sering terjadi pada Kantor Pos Indonesia Rangkasbitung. Keterlambatan pengiriman barang yang terjadi pada Kantor Pos Indonesia Rangkasbitung membuat penurunan kualitas dan standar pelayanan perusahaan. Hal tersebut dapat membuat perusahaan kalah saing dengan berbagai perusahaan kompetitor dalam dunia logist. Berbeda dengan penelitian-penelitian yang dipaparkan sebelumnya, penelitian ini menggunakan metode *Saving Matrix* untuk mendapatkan perhitungan penghematan waktu pengiriman barang dan jumlah armada tambahan yang diperlukan. Penelitian lain yang menentukan rute distribusi dengan mempertimbangkan *time windows* dilakukan oleh Saraswati dkk (2017) dengan menggunakan Algoritma Sweep. Pada penelitiannya yang dilakukan pada PT. Aksara Solopos, penentuan rute distribusi yang optimal disesuaikan dengan jumlah kapasitas kendaraan yang ada pada perusahaan.

Gunawan dkk (2012) juga melakukan penelitian serupa dengan memperhatikan jumlah kendaraan yang tersedia untuk menghasilkan rute yang optimal tanpa menambahkan beban biaya perusahaan. Penelitian tersebut menggunakan tiga metode berbeda, yaitu *Ant Colony Optimization*, *Brute Force Search*, dan *Neighbour Insertion (NNI)*. Ketiga metode tersebut digunakan untuk membuktikan metode yang paling optimal dalam mengatasi permasalahan CVRP pada skala besar. Hasil penelitiannya membuktikan bahwa metode *Ant Colony Optimization* adalah metode yang paling optimal untuk menentukan rute distribusi pada permasalahan CVRP skala besar. Penelitian lain yang membandingkan beberapa metode untuk meminimumkan biaya distribusi dilakukan oleh Wulandari (2020) dengan membandingkan metode *Nearest Neighbours* dan metode *Branch and Bound*. Berdasarkan penelitian tersebut terbukti bahwa metode *Branch and Bound* adalah metode terbaik dalam menentukan rute distribusi pengiriman barang pada PT. X untuk meminimumkan biaya distribusi.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Penelitian saat ini dilakukan untuk membantu UMKM Kerupuk 808 dalam proses pengiriman pesanan kepada distributor yang sering mengalami keterlambatan. Hal ini menyebabkan kerugian bagi UMKM Kerupuk 808, yaitu hilangnya distributor tetap. Distributor tentunya mengharapkan pelayanan dalam pengiriman pesanan yang memuaskan, salah satunya adalah ketepatan dalam pengiriman pesanan. Permasalahan yang terjadi pada UMKM Kerupuk 808 adalah belum adanya rute pengiriman pesanan yang dilakukan oleh kurir sehingga waktu pengiriman barang yang dilakukan melebihi waktu pengiriman pesanan (*time windows*) yang seharusnya. Apabila pengiriman pesanan melebihi *time windows* terdapat beberapa konsekuensi yang diterima oleh UMKM Kerupuk 808. Salah satunya adalah adanya komplain dan telepon tagihan dari distributor yang diberikan ke UMKM Kerupuk 808 agar segera mengirimkan pesanan distributor tersebut. Selain itu, terdapat distributor yang meminta potongan harga ketika UMKM Kerupuk 808 melakukan keterlambatan pengiriman pesanan. Belum adanya penentuan rute dan kapasitas armada yang minim juga membuat kurir pengiriman pesanan harus kembali lagi ke lokasi produksi untuk mengambil pesanan yang belum cukup untuk dibawa. Hal ini dilakukan karena apabila pesanan dipaksa melebihi kapasitas standar armada akan menyebabkan produk menjadi rusak dan berpotensi untuk ditolak oleh distributor, Pesanan yang rusak akan menjadi *lost sales* bagi UMKM Kerupuk 808 dan menyebabkan berkurangnya pendapatan.

Persamaan penelitian sekarang dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah adanya *time windows* yang perlu diperhatikan dalam penentuan rute pengiriman barang. Perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya adalah akan dilakukan iterasi dalam penentuan metode yang akan digunakan untuk memecahkan masalah. Dalam penelitian ini akan melakukan percobaan berbagai metode penentuan rute sebagai perbandingan dan pembuktian metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang ada. Selain itu, dalam penentuan rute juga perlu memperhatikan kapasitas armada karena dalam satu kali rute pengantaran barang distributor-distributor memiliki permintaan yang berbeda-beda sehingga perlu adanya penyesuaian kapasitas yang dibawa dalam satu kali rute distribusi.

### **2.1.3. Keunikan Penelitian**

Berdasarkan analisis masalah yang telah dilakukan, terdapat beberapa keunikan dari penelitian yang dilakukan pada UMKM Kerupuk 808. Keunikan pertama adalah dalam proses pengambilan data rute pengiriman pesanan saat ini. Rute pengiriman yang saat ini dijalani UMKM Kerupuk 808 sangat tidak menentu karena UMKM Kerupuk 808 belum melakukan perancangan rute, sedangkan pada penelitian ini diperlukan data rute saat ini sebagai perbandingan dengan rute yang akan dihasilkan pada perancangan solusi. Oleh karena itu, data rute saat ini diambil dengan menganalisa rute yang paling sering dilalui oleh kurir dalam satu bulan terakhir berdasarkan hasil wawancara dengan kurir yang melakukan pengiriman pesanan tersebut.

Keunikan kedua dari penelitian ini adalah dalam proses pembagian rute. Berdasarkan data rute saat ini yang didapatkan melalui kurir, pada rute tersebut tidak ada pembagian rute yang sesuai dengan kapasitas armada. Maka dari itu, pada penelitian ini perlu menggunakan Metode *Saving Matrix* terlebih dahulu untuk membagi rute menjadi beberapa rute sesuai dengan kapasitas armada. Kemudian urutan kunjungan lokasi yang dituju akan menggunakan tiga alternatif metode yang sudah dipilih.

Selain itu, keunikan dari masalah ditemukan di UMKM Kerupuk 808 adalah adanya pertentangan antara kebutuhan kurir dan pemilik UMKM Kerupuk 808. Kurir mengharapkan adanya penambahan jumlah armada agar memudahkan proses pengiriman pesanan. Menurut kurir UMKM Kerupuk 808, adanya penambahan jumlah armada membuat kurir tidak perlu mengunjungi lokasi distributor yang sama berulang kali karena kurangnya kapasitas armada yang dimiliki. Di lain sisi,



pemilik UMKM Kerupuk 808 tidak ingin menambah jumlah armada karena *budget* yang dimiliki terbatas. Pemilik UMKM Kerupuk 808 lebih memilih memiliki jumlah armada sama seperti saat ini namun dengan kapasitas yang lebih besar dan sesuai dengan kebutuhan UMKM Kerupuk 808.

## **2.2. Dasar Teori**

Pada sub bab ini akan membahas berbagai teori yang mendukung dalam penelitian yang dilakukan sekarang pada UMKM Kerupuk 808.

### **2.2.1. Distribusi**

Chopra dan Meindl (2016) menyatakan bahwa distribusi merupakan aktivitas pemindahan barang dari pemasok barang sampai ke konsumen. Dalam hal ini konsumen bukan hanya konsumen tingkat akhir atau *end-customer*, melainkan konsumen yang dimaksud bisa merupakan suatu retail yang baru akan mendistribusikan kembali produk tersebut ke *end-customer*. Berdasarkan kedua pernyataan tersebut secara singkat distribusi merupakan aktivitas mengantarkan barang dari suatu lokasi awal atau semula ke pihak lain pada lokasi yang berbeda.

Terdapat beberapa fungsi dasar dari proses distribusi dan transportasi, menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010) distribusi memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Menentukan target tingkat pelayanan melalui penentuan segmentasi.
- b. Menentukan armada atau transportasi yang dibutuhkan.
- c. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman
- d. Menentukan jadwal dan rute pengiriman.
- e. Memberikan pelayanan yang memiliki nilai tambah.
- f. Melakukan penyimpanan persediaan.
- g. Menyediakan dan menangani proses pengembalian atau retur.

### **2.2.2. Saluran Distribusi**

Pada bukunya yang berjudul *Marketing Management*, Kotler (2003) menyatakan bahwa saluran distribusi merupakan gabungan dari beberapa organisasi yang saling terkait pada suatu proses atau aktivitas yang menghasilkan barang atau jasa yang akan digunakan oleh konsumen. Selain itu, Kotler (2003) juga menyebutkan bahwa fungsi utama dari saluran distribusi adalah informasi, promosi, negosiasi, pemesanan, pembiayaan, pengambilan resiko, fisik, finansial, dan kepemilikan.

Menurut Chopra dan Mendl (2013), terdapat enam jenis saluran distribusi yang dapat dipaparkan sebagai berikut:

a. *Manufacturer storage with direct shipping*

Aktivitas distribusi jenis ini melakukan pengiriman produk dengan cara mengirimkan langsung produk tersebut dari tempat produksi atau penyimpanan kepada konsumen melalui perantara retail. Melalui distribusi ini perusahaan dapat menekan biaya penyimpanan karena tingkat persediaan pada gudang dapat disesuaikan dengan permintaan retail sebagai perantara.

b. *Manufacturer storage with direct shipping and in transit merge*

Menurut saluran distribusi jenis ini, aktivitas pengiriman barang yang diterima konsumen merupakan satu paket yang berisi berbagai produk yang berbeda. Saat mengirimkan produk ke konsumen, setiap produk yang dipesan oleh konsumen dari berbagai lokasi akan digabungkan terlebih dahulu pada satu kemasan. Setelah berbagai produk yang dipesan konsumen lengkap, produk tersebut akan dikirimkan langsung kepada konsumen.

c. *Distributor storage with carrier delivery*

Proses pengiriman barang jenis ini merupakan tanggung jawab dari perantara. Distribusi produk dari produsen ke konsumen dilakukan dari gudang melalui pihak gudang ataupun distributor.

d. *Distributor storage with last mile delivery*

Saluran distribusi ini melakukan aktivitas distribusi dari tempat penyimpanan atau gudang ke pelanggan tingkat akhir melalui distributor. Distributor yang melakukan proses distribusi merupakan distributor yang memiliki jarak tempuh kecil ke lokasi konsumen.

e. *Distributor storage with customer pickup*

Dalam hal ini, konsumen merupakan pihak yang melakukan proses distribusi itu sendiri. Persediaan produk disimpan pada gudang perusahaan atau distributor, kemudian konsumen akan ke lokasi perusahaan atau distributor tersebut untuk melakukan pengambilan produk yang dipesan.

f. *Retail storage with customer pickup*

Aktivitas distribusi ini melakukan distribusi dengan cara meletakkan setiap stok produk pada toko atau retail, kemudian konsumen akan mengambil pesannya pada toko atau retail tersebut. Contoh aktivitas pada distribusi jenis ini adalah aktivitas pembelian pada supermarket.

### **2.2.3. Vehicle Routing Problem (VRP)**

Menurut Rahmi dan Murti (2013), *Vehicle Routing Problem (VRP)* adalah salah satu permasalahan yang terjadi saat proses distribusi. VRP bertujuan untuk menghasilkan rute pengantaran produk yang optimal sesuai kapasitas dan jumlah armada atau kendaraan yang dimiliki. Dengan rute pengiriman barang yang tepat, permintaan pelanggan dapat terpenuhi sesuai dengan jumlah permintaan dan tujuan distribusi yang ada. Sedangkan menurut Yeun dkk (2008), VRP merupakan suatu permasalahan dalam menentukan rute armada yang digunakan saat distribusi dari satu atau lebih lokasi ke berbagai lokasi konsumen yang beragam sesuai dengan jumlah permintaan dan harus memenuhi berbagai kendala.

Terdapat beberapa variasi atau karakteristik VRP yang dipaparkan oleh Suprayogi (2003), yaitu sebagai berikut:

a. *VRP Split Delivery*

Dalam hal ini, proses distribusi memiliki berbagai jenis armada yang melakukan proses distribusi. Hal tersebut dapat terjadi apabila satu jenis armada tidak mampu memenuhi pelayanan terhadap konsumen.

b. *VRP Pick Up and Delivery*

Pada permasalahan VRP ini, kendaraan yang melakukan aktivitas distribusi tidak hanya mengirimkan barang ke lokasi konsumen melainkan perlu melakukan pengambilan barang terlebih dahulu sebelum dikirimkan ke konsumen.

c. *VRP Multiple Products*

Karakteristik VRP ini ialah pada proses distribusinya, produk yang dikirimkan atau permintaan konsumen terdiri dari lebih dari satu jenis barang.

d. *VRP Multiple Trips*

Kendaraan yang melakukan distribusi ke konsumen dalam hal ini akan melewati beberapa rute pengiriman.

e. *VRP Heterogeneous Fleet of Vehicles*

Aktivitas distribusi dilakukan dengan lebih dari satu armada yang memiliki kapasitas kendaraan yang berbeda-beda dalam melakukan pelayanan terhadap konsumen.

f. *Stochastic Vehicle Routing Problem (SVRP)*

Salah satu permasalahan VRP ini terjadi ketika variabel atau parameter pada kegiatan distribusi seperti jumlah pelanggan, permintaan, dan waktu pelayanan selalu berubah-ubah atau tidak tetap.

#### g. *Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP)*

Pada permasalahan VRP ini, terdapat tambahan pelanggan pada suatu rute pengiriman secara mendadak. Hal ini membuat rute pengiriman barang perlu diubah karena harus memasukkan lokasi konsumen yang baru tersebut dalam rute pengiriman yang sudah ada sebelumnya.

#### **2.2.4. *Travelling Salesman Problem (TSP)***

Agustiono dan Hermanto (2010) menyatakan TSP merupakan metode klasik yang digunakan untuk menentukan rute optimal dengan menghasilkan rute terpendek dari suatu rute pengiriman. Pada proses pengiriman barang terdapat beberapa tempat yang harus dilewati, dimulai dari satu titik lokasi dan berakhir di lokasi awal. Selain itu, setiap tempat atau lokasi harus dilewati sebanyak satu kali.

Menurut Utomo dkk (2004), permasalahan TSP digunakan untuk melakukan minimasi pada biaya pengiriman barang melalui penentuan rute terpendek dan mencari jarak yang paling dekat, waktu tersingkat, dengan biaya yang seminimal mungkin. Eka (2010) memaparkan beberapa karakteristik dari TSP sebagai berikut:

- a. Proses pengiriman diawali pada suatu lokasi dan berakhir pada lokasi yang sama.
- b. Seluruh node atau dalam hal ini lokasi harus dikunjungi hanya sebanyak satu kali.
- c. Proses perjalanan harus melewati seluruh node sebelum kembali ke node awal.
- d. Permasalahan TSP bertujuan membuat total jarak tempuh seminimum mungkin dengan cara menentukan rute node yang harus dilewati.

#### **2.2.5. *Fishbone Diagram***

Menurut Bank (1992), *Fishbone diagram* merupakan suatu diagram yang memiliki bentuk seperti tulang ikan yang menunjukkan hubungan sebab akibat pada suatu masalah yang terjadi. *Fishbone diagram* juga digunakan untuk menentukan akar masalah dari suatu permasalahan. Langkah-langkah untuk membuat *fishbone diagram* adalah sebagai berikut:

- a. Menulis masalah utama di bagian kepala ikan di sebelah kanan dengan menggambar garis panah dari kiri ke kanan untuk mengarah ke masalah utama.
- b. Mengidentifikasi faktor utama penyebab masalah utama, misalnya *man*, *method*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment*.

- c. Menggunakan panah yang lebih kecil pada setiap faktor utama untuk menunjukkan akar permasalahan agar menjadi lebih detail.
- d. Mengulangi langkah c sampai menemukan akar masalah yang paling dasar.

### 2.2.6. Algoritma *Clarke-Wright Savings*

Metode ini ditemukan pada tahun 1964 oleh Clark dan Wright. Menurut Clarke dan Wright (1964), kegunaan dari Algoritma *Clarke-Wright Savings* ini adalah untuk menghasilkan rute yang baik dengan memecahkan permasalahan rute kendaraan, yaitu jumlah rute yang banyak. Pemecahan masalah rute dilakukan dengan menghitung penghematan jarak dengan mengaitkan beberapa *node* menjadi sebuah rute berdasarkan nilai penghematan jarak tempuh terbesar. Langkah-langkah perhitungan Algoritma *Clarke-Wright Savings* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data jarak, jumlah permintaan, waktu pelayanan, kecepatan rata-rata kendaraan, dan kapasitas kendaraan.
2. Membuat matriks jarak antar depot ke konsumen dan antar konsumen ke konsumen.
3. Melakukan perhitungan nilai menghematan dengan menggunakan Rumus 2.1.

$$S(i,j) = d(D,i) + d(D,j) - d(i,j) \quad (2.1.)$$

$S(i,j)$  = nilai penghematan

$d(D,i)$  = jarak depot ke konsumen  $i$

$d(D,j)$  = jarak depot ke konsumen  $j$

$d(i,j)$  = jarak konsumen  $i$  ke konsumen  $j$

4. Mengurutkan pasangan konsumen berdasarkan nilai matriks penghematan jarak terbesar hingga terkecil.
5. Membentuk tur pertama ( $t = 1$ )
6. Memasukkan konsumen pertama ke dalam tur dengan memilih pasangan konsumen yang memiliki nilai penghematan terbesar.
7. Menghitung jumlah permintaan dari konsumen yang dipilih. Apabila jumlah permintaan memenuhi kapasitas kendaraan maka lanjut ke langkah 8, jika sebaliknya maka dilanjutkan ke langkah 11.
8. Memeriksa total jarak, waktu tempuh, dan waktu pelayanan dari konsumen yang dipilih.
9. Jika total waktu masih masuk dalam *time windows* maka konsumen tersebut dimasukkan kepada tur, jika melebihi *time windows* maka dilanjutkan ke langkah 11.

10. Memilih konsumen selanjutnya yang akan dimasukkan ke dalam tur berdasarkan pasangan konsumen yang sudah dipilih dengan nilai penghematan terbesar, kemudian kembali ke langkah 7.
11. Menghapus konsumen terakhir yang terpilih
12. Konsumen yang dipilih sebelumnya merupakan konsumen-konsumen yang masuk ke dalam tur ( $t=1$ ). Jika masih terdapat konsumen yang belum masuk ke dalam suatu tur maka lanjut ke langkah 13. Jika seluruh konsumen sudah ditugaskan ke dalam suatu tur, maka pembentukan rute dengan Algoritma *Clarke-Wright Savings* selesai.
13. Pembentukan tur baru ( $t=t+1$ ), lanjutkan ke langkah 6.



### 2.2.7. Saving Matrix

Menurut Ballou (2004) *saving matrix* merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk menentukan rute distribusi dan penjadwalan armada yang tersedia sesuai dengan kapasitas yang dimiliki setiap armada. Menurut Pujawan (2010), untuk menghasilkan rute dengan jarak tempuh yang pendek adalah dengan melakukan alokasi kendaraan dengan menggunakan Metode *Saving Matrix* kemudian mengurutkan urutan rute dengan berbagai metode, misalnya *Nearest Neighbours* dan *Nearest Neighbour Insertion*. Selain itu, menurut Pujawan (2010), untuk mendapatkan rute dengan jarak tempuh minimum dapat dilakukan dengan membandingkan hasil dari pengurutan rute dengan berbagai metode yang dapat digunakan. Langkah-langkah pembuatan *saving matrix* menurut Pujawan (2010) adalah sebagai berikut:

#### a. Menyusun matriks jarak

Pada matriks jarak data yang diperlukan adalah jarak dari lokasi awal pengiriman ke lokasi konsumen dan jarak antar konsumen. Jarak antar konsumen dimasukkan ke dalam matriks *from to*. Apabila jarak tidak diketahui, maka perhitungan jarak antar lokasi dapat dihitung menggunakan Rumus 2.2.

$$J(1,2) = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad (2.2.)$$

Keterangan:

$J(1,2)$  = jarak antara lokasi 1 dan lokasi 2

$X_1$  = titik koordinat x pada lokasi 1

$X_2$  = titik koordinat y pada lokasi 2

$Y_1$  = titik koordinat y pada lokasi 1

$Y_2$  = titik koordinat y pada lokasi 2

#### b. Membuat matriks penghematan

Asumsi pada langkah ini adalah setiap lokasi pada rute pengiriman hanya dilewati satu kali oleh armada yang melakukan pengiriman. Perhitungan matriks penghematan dapat dihitung dengan persamaan yang tercantum pada Rumus 2.3.

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (2.3.)$$

Keterangan:

$S(x,y)$  = penghematan jarak x dan y

$J(G,x)$  = jarak lokasi awal ke pelanggan x

$J(G,y)$  = jarak lokasi awal ke pelanggan y

$J(a, b)$  = jarak lokasi dari pelanggan x ke pelanggan y

c. Mengurutkan nilai *saving matrix* terbesar hingga terkecil ke dalam bentuk daftar.

d. Mengalokasikan pelanggan ke rute

Hal yang perlu diperhatikan pada langkah ini adalah *time windows* dan kapasitas yang tersedia. Batasan lainnya adalah lokasi a dan b tidak berada dalam satu rute yang sama. Selain itu, perhitungan total permintaan kedua pelanggan harus kurang dari atau sama dengan jumlah kapasitas armada distribusi.

e. Apabila kapasitas armada melebihi perhitungan jumlah kapasitas yang dibutuhkan kedua pelanggan, maka lakukan iterasi kembali ke langkah 4.

### **2.2.8. Metode Heuristik**

Metode heuristik merupakan salah satu metode pada penentuan rute yang dapat digunakan untuk meminimasi rute perjalanan. Pada penelitian yang dilakukan Raditya (2009), solusi dari metode heuristik didapatkan dengan cara *trial and error*. Sehingga hasil dari metode heuristik belum tentu merupakan solusi terbaik. Selain itu Raditya (2009) juga mengatakan bahwa pada metode heuristik terdapat dua fase untuk menangani masalah VRP, fase pertama adalah pembuatan rute sedangkan fase kedua adalah perbaikan rute. Terdapat beberapa metode heuristik dalam penentuan rute, salah satunya adalah Metode *Nearest Neighbour* yang akan dibahas lebih lanjut pada sub sub bab selanjutnya.

### **2.2.9. Metode Nearest Neighbour**

Metode *Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengurutan rute. Seperti yang dibahas sebelumnya, metode ini termasuk dalam Metode Heuristik. Pada jurnalnya, Hutasoit dkk (2014) menyatakan bahwa metode *Nearest Neighbour* digunakan untuk mengatasi permasalahan rute, solusi dari metode ini diawali pada titik awal kemudian mencari titik terdekat.

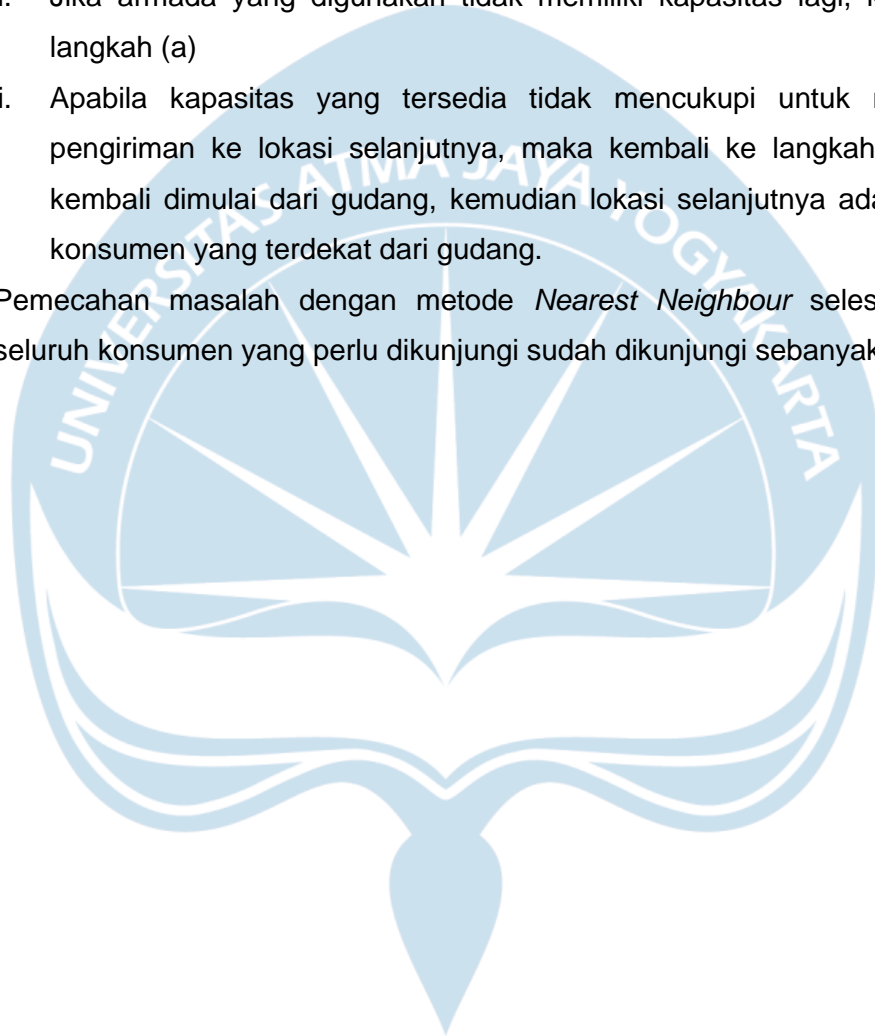
Menurut Pop (2011), langkah-langkah penyelesaian masalah dengan metode *Nearest Neighbour* dapat dijabarkan sebagai berikut.

a. Proses pengiriman berawal pada gudang sebagai lokasi pertama, kemudian lokasi selanjutnya merupakan lokasi pelanggan yang memiliki jarak paling dekat dengan gudang dan belum dikunjungi sebelumnya.

b. Penentuan lokasi berikutnya ditentukan dengan memilih lokasi dengan jarak yang paling dekat dengan lokasi yang sudah dipilih sebelumnya. Selain jarak



- terpendek, lokasi yang dipilih selanjutnya harus memenuhi kapasitas kendaraan yang tersedia.
- c. Terdapat beberapa batasan lainnya yang perlu dipenuhi dalam menentukan rute atau lokasi yang akan dikunjungi selanjutnya.
    - i. Jika pada lokasi yang dipilih selanjutnya masih terdapat sisa kapasitas pada armada, maka kembali ke langkah (b)
    - ii. Jika armada yang digunakan tidak memiliki kapasitas lagi, kembali ke langkah (a)
    - iii. Apabila kapasitas yang tersedia tidak mencukupi untuk melakukan pengiriman ke lokasi selanjutnya, maka kembali ke langkah (a). Rute kembali dimulai dari gudang, kemudian lokasi selanjutnya adalah lokasi konsumen yang terdekat dari gudang.
  - d. Pemecahan masalah dengan metode *Nearest Neighbour* selesai apabila seluruh konsumen yang perlu dikunjungi sudah dikunjungi sebanyak satu kali.



### 2.2.10. Metode *Nearest Neighbour Insertion*

Metode lainnya yang dapat digunakan untuk pengurutan rute adalah Metode *Nearest Neighbour Insertion*. Menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010), tujuan dari metode ini adalah untuk meminimasi total jarak pada proses distribusi dengan cara menyisipkan suatu lokasi pada suatu rute distribusi. Langkah pengurutan rute dengan Metode *Nearest Neighbour Insertion* menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010) adalah sebagai berikut:

- a. Pilih suatu lokasi sebagai lokasi pertama yang akan dihubungkan dengan lokasi yang akan dikunjungi terakhir.
- b. Buat suatu *subtour* antara dua lokasi pertama dan lokasi terakhir yang akan dikunjungi pada sebuah rute.
- c. Pada *subtour* yang telah dibuat, ganti salah satu *arc* dari suatu dua kombinasi lokasi.
- d. Pilih dua kombinasi lokasi yang menghasilkan total jarak terpendek. Perhitungan total jarak setelah menyisipkan lokasi baru ke *subtour* dapat dihitung dengan Rumus 2.3.

$$Z = Jac + Jcb - Jab \quad (2.3.)$$

Keterangan :

$Z$  = total jarak

$Jac$  = jarak dari lokasi a ke lokasi c

$Jcb$  = jarak dari lokasi c ke lokasi b

$Jab$  = jarak dari lokasi a ke lokasi b

- e. Ulangi langkah ketiga sampai seluruh lokasi sudah masuk ke dalam *subtour*.

### 2.2.11. Algoritma *Sweep*

Algoritma *Sweep* merupakan alternatif metode lain yang dapat digunakan untuk pembagian rute dan penentuan urutan rute. Menurut Boonkleaw (2009), penyelesaian permasalahan rute menggunakan Algoritma *Sweep* terbagi atas dua tahap, yaitu *clustering* atau pengelompokan dan pembentukan rute. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan rute menggunakan Algoritma *Sweep* adalah sebagai berikut:

a. Tahap *Clustering* atau Pengelompokan

Tahap pertama pada Algoritma *Sweep* adalah mengelompokkan setiap lokasi yang akan dikunjungi pada suatu *cluster*. Langkah-langkah yang perlu dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Meletakkan setiap lokasi tujuan pada koordinat kartesius kemudian menentukan suatu lokasi sebagai titik awal perjalanan setiap rute.
2. Mengelompokkan setiap lokasi tujuan pada sebuah *cluster* dengan cara memasukkan lokasi tujuan secara berurutan yang memiliki sudut polar paling kecil hingga paling besar ke dalam sebuah *cluster* hingga mencapai batas maksimum kapasitas kendaraan yang digunakan. Konversi dari koordinat geografis menjadi koordinat kartesius dapat dihitung menggunakan Rumus 2.4. dan Rumus 2.5. Sedangkan konversi dari koordinat kartesius menjadi koordinat polar dapat dihitung menggunakan Rumus 2.5. dan Rumus 2.6.

$$x = \frac{\Delta\vartheta}{360^\circ} \times 2\pi \times r \quad (2.4.)$$

Keterangan:

- x = titik koordinat x (km)  
 $\Delta\vartheta$  = selisih sudut bujur antara lokasi tujuan dan lokasi awal ( $^\circ$ )  
r = besar jari-jari bumi (km)

$$y = \frac{\Delta\theta}{360^\circ} \times 2\pi \times r \quad (2.5.)$$

Keterangan:

- y = titik koordinat y (km)  
 $\Delta\theta$  = selisih sudut lintang antara lokasi tujuan dan lokasi awal ( $^\circ$ )  
r = besar jari-jari bumi (km)

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (2.6.)$$

Keterangan:

- r = jarak titik terhadap titik pusat O (km)  
x = jarak tegak lurus dari sumbu y (km)

$y$  = jarak tegak lurus dari sumbu  $x$  (km)

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2.7.)$$

Keterangan:

$\Theta$  = sudut yang terbentuk dari titik  $r$  terhadap sumbu  $x$  ( $^\circ$ )

$x$  = jarak tegak lurus dari sumbu  $y$  (km)

$y$  = jarak tegak lurus dari sumbu  $x$  (km)

3. Memastikan semua lokasi tujuan sudah “tersapu” atau sudah dikunjungi pada suatu *cluster*. Pembentukan *cluster* dihentikan apabila pada *cluster* tersebut sudah mencapai batas maksimum kendaraan yang digunakan atau sudah mencapai batas waktu jam kerja.
  4. Membentuk *cluster* baru dengan cara yang sama seperti pada langkah 1 dengan memasukkan lokasi yang belum masuk pada *cluster* sebelumnya, mulai dari sudut polar paling kecil hingga sudut polar paling besar.
  5. Melakukan iterasi dari langkah 2 sampai langkah 4 hingga semua lokasi tujuan sudah masuk pada suatu *cluster*
- b. Tahap Pembentukan Rute.

Setelah beberapa *cluster* telah dibentuk pada tahap sebelumnya. Menurut Cayaningsih, dkk. (2015), langkah selanjutnya adalah menentukan urutan rute perjalanan pada setiap *cluster* yang sudah terbentuk. Penentuan urutan rute perjalanan pada setiap *cluster* akan menggunakan Metode *Nearest Neighbour*. Langkah-langkah penentuan urutan rute menggunakan Metode *Nearest Neighbour* tercantum pada penjelasan pada Sub Bab 2.2.7.