

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Pujawan dan Mahendrawati (2010) telah menjelaskan bahwa fungsi dasar manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya yang terdiri dari:

- a. Melakukan segmentasi dan menentukan tingkat pelayanan target
- b. Menentukan mode transportasi yang digunakan
- c. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman
- d. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman
- e. Memberikan pelayanan nilai tambah
- f. Menyimpan persediaan
- g. Menangani pengembalian

Sehingga dapat diketahui bahwa penentuan rute distribusi hanyalah salah satu bagian dari suatu sistem distribusi. Meskipun begitu, peran *vehicle routing problem* dalam suatu sistem distribusi tetaplah penting. Hal ini dibuktikan dengan pernyataan bahwa penentuan rute distribusi telah menjadi sebuah persoalan yang dibahas secara luas sejak Dantzig dan Ramser (1959). Tujuan utama dari VRP adalah untuk meminimasi biaya transportasi sebuah kendaraan ketika melayani konsumen-konsumen yang ada.

Sejak lama, VRP telah diselesaikan oleh berbagai ilmuan dengan berbagai metode pula. Algoritma *simulated annealing* banyak dipakai untuk menyelesaikan permasalahan berbagai varian VRP. Osman (1993) mengembangkan metode *hybrid simulated annealing* dan algoritma *Tabusearch* untuk VRP. Chiang dan Russell (1996) mengemukakan metode metaheuristik *simulated annealing* untuk permasalahan *vehicle routing problem with time windows (VRPTW)*. Lin dkk (2009) mengaplikasikan metode *simulated annealing* untuk *truck and trailer routing problem (TTRP)* yang juga merupakan salah satu varian VRP.

Capacitated Vehicle Loading Problem (CVRP) adalah salah satu tipe VRP yang paling banyak diteliti. Pada CVRP, ada tambahan fitur berupa kapasitas maksimal yang dapat ditampung oleh satu kendaraan dimana permintaan konsumen sudah diketahui sebelumnya (Miao, 2012). CVRP sudah diselesaikan dengan berbagai

macam metode heuristik maupun metaheuristik (Leung dkk, 2010). Banyak sekali metode heuristik maupun metaheuristik yang sudah diteliti oleh para ilmuwan (Laporte dan Semet, 2001; Gendreau dkk, 2001; Cordeau dkk, 2002, 2005). Gendreau dkk (2006) telah mengembangkan algoritma *Tabusearch* serta Fuellerer dkk (2009) yang menggunakan metode *ant colony system* (ACO) untuk menyelesaikan permasalahan CVRP. Sedangkan untuk metode eksak, Toth and Vigo (2001), Fukasawa dkk (2006) dan Baldacci dkk (2008) telah menyelesaikan permasalahan CVRP ini dengan baik.

Permasalahan pada dunia nyata yang menjadi sebuah persoalan lainnya adalah permasalahan *loading* dan *unloading* produk. Permasalahan ini sudah mulai dibahas secara luas sejak tahun 1998 oleh Martello dan Vigo. Permasalahan tersebut mempengaruhi biaya transportasi secara tidak langsung. Ketika permasalahan *loading* dan *unloading* produk dapat terselesaikan dengan baik, maka utilitas kontainer suatu kendaraan akan semakin besar sehingga jumlah kontainer yang dibutuhkan akan semakin sedikit dan hal ini secara tidak langsung akan berdampak pada menurunnya biaya transportasi. Selain itu, dengan teratasinya permasalahan *loading* dan *unloading*, waktu yang dibutuhkan tenaga kerja saat melayani konsumen akan semakin singkat.

Two-dimensional bin packing problem (2BPP) merupakan istilah yang digunakan untuk permasalahan *loading* yang dilihat secara dua dimensi. Metode *exact algorithms* dan *lower bounds* untuk penyelesaian permasalahan 2BPP digunakan oleh Martello dan Vigo (1998), Fekete dan Schepers (2001,2004), Fekete dkk (2007), Boschetti dan Mingozzi (2003a,b), Pisinger dan Sigurd (2007). Berbagai metode heuristik juga digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini oleh Lodi dkk (1999). Metode metaheuristik termasuk algoritma GRASP dan *tabusearch* didesain oleh Alvarez-Valdes dkk (2005, 2007). Selain itu, metode *local search* yang berbasis iterasi digunakan oleh Khebbache dkk (2008) untuk menyelesaikan permasalahan ini.

2.2. Tinjauan Pustaka 2L-CVRP

Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem (2L-CVRP) pertama kali diperkenalkan oleh Iori (2004, 2005) dan diselesaikan oleh Iori dkk (2007).

Secara berurutan metode *Branch-and-Cut* digunakan untuk penentuan rute distribusi menggunakan berdasarkan formulasi dua indeks aliran kendaraan klasik dan metode *Branch-and-Bound* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *loading*. Data yang digunakan untuk percobaan tersebut adalah data 30 konsumen dan 90 barang yang berbentuk persegi.

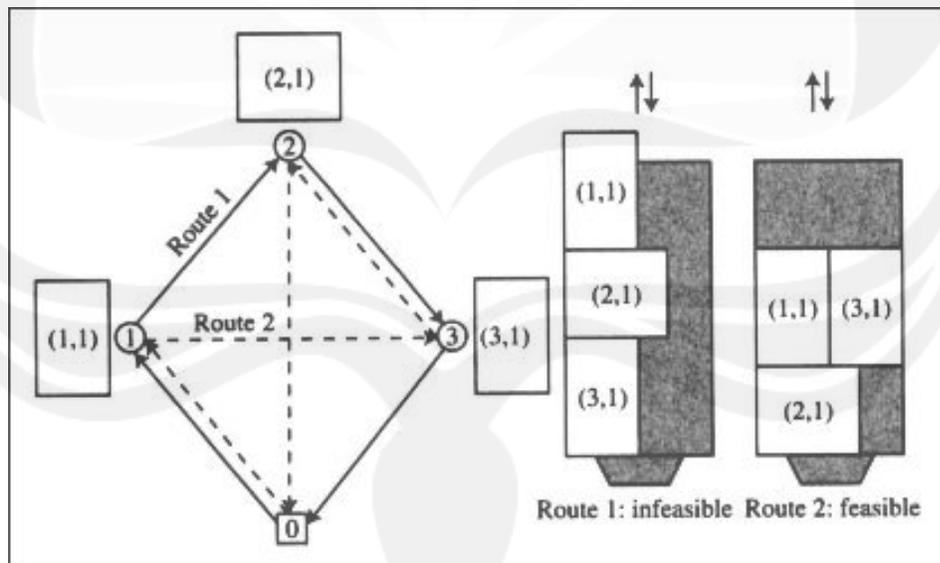
Sekarang ini banyak perkembangan metode yang telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan 2L-CVRP, seperti Gendreau dkk (2006) yang menggunakan metode heuristik bernama *tabu search* untuk penentuan rute dan menggunakan *two-dimensional strip packing* untuk mengecek kelayakannya. Permasalahan ini juga diselesaikan dengan metode *guided tabu search* untuk menangani 2L-CVRP versi *unrestricted* dan *sequential* oleh Zachariadis dkk (2009). Sedangkan untuk aspek *loading* digunakan 5 metode heuristik klasik meliputi *Bottom Left Fill* (BLF) oleh Chazelle (1983) dan *Maximum Touching Perimeter* (MTP) oleh Lodi dkk (1999). Metode metaheuristik ACO digunakan oleh Fuellerer dkk (2009) sebagai metode untuk menentukan rute, serta menggunakan metode BLF dan MTP untuk aspek *loading*. Metode pendekatan GRASP × ELS digunakan oleh Duhamel dkk (2011), dan algoritma *memetic* oleh Khebbache dkk (2013).

Dilihat dari penataan produk di dalam kontainer, 2L-CVRP terdiri dari dua versi, yaitu *unrestricted* dan *sequential*. Pada versi *unrestricted*, tidak ada hubungan antara lokasi barang di dalam kontainer dengan urutan konsumen yang dikunjungi. Biasanya versi ini digunakan untuk truk yang kontainernya dapat dibongkar secara vertikal menggunakan *crane*. Sedangkan versi *sequential*, penataan harus disesuaikan dengan urutan kunjungan kendaraan ke konsumen. Ketika kendaraan sampai pada konsumen i , maka produk konsumen i harus dapat diambil tanpa memindahkan produk konsumen non- i . Dengan kata lain, tidak boleh ada produk konsumen non- i yang berada diantara produk konsumen i dan pintu kontainer / *loading door*. Penjelasan mengenai kedua versi 2L-CVRP telah dijelaskan pada Bab 1 di Gambar 1.1.

2.3. Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem

Menurut Zachariadis dkk (2009), *Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem (Sequential 2L-CVRP)* adalah salah satu jenis *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* yang mempertimbangkan permintaan konsumen dalam bentuk barang dua dimensi, berbentuk persegi dan memiliki beban. Masalah *Sequential 2L-CVRP* secara umum ada dua, yaitu bagaimana menentukan rute distribusi dan bagaimana penataan barang-barang konsumen di dalam kontainer dengan fitur LIFO. Dalam menyelesaikan permasalahan *Sequential 2L-CVRP*, diperlukan sebuah program yang dibuat sesuai dengan algoritma metode yang akan digunakan.

Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan kasus 2L-CVRP dengan *sequential loadings*. Metode yang digunakan untuk penentuan rute adalah metode *Nearest Neighbor (NN)*, sedangkan untuk aspek *loading* akan menggunakan 5 metode heuristik yang dinilai memiliki performansi yang baik.



Gambar 2.1. Contoh rute yang layak dan tidak layak untuk *Sequential 2L-CVRP*

Pada gambar 2.1. terdapat 3 konsumen yang harus dikunjungi dengan ukuran masing-masing barang yang berbeda. Pada rute 1 urutan kunjungan kendaraan adalah konsumen 1 – konsumen 2 – konsumen 3. Jika dilihat dari aspek rute saja

solusi tersebut sudah layak, namun ketika barang dimasukkan ke kontainer akan membuat solusi ini menjadi tidak layak karena barang untuk konsumen 1 membuat kontainer tidak dapat ditutup. Oleh karena itu perlu dilakukan iterasi untuk menentukan rute yang lain, sehingga didapatkan rute 2 dengan urutan kunjungan kendaraan adalah konsumen 1 – konsumen 3 – konsumen 2. Solusi ini dikatakan layak karena semua barang dapat tersusun di dalam kontainer dan bersifat LIFO.

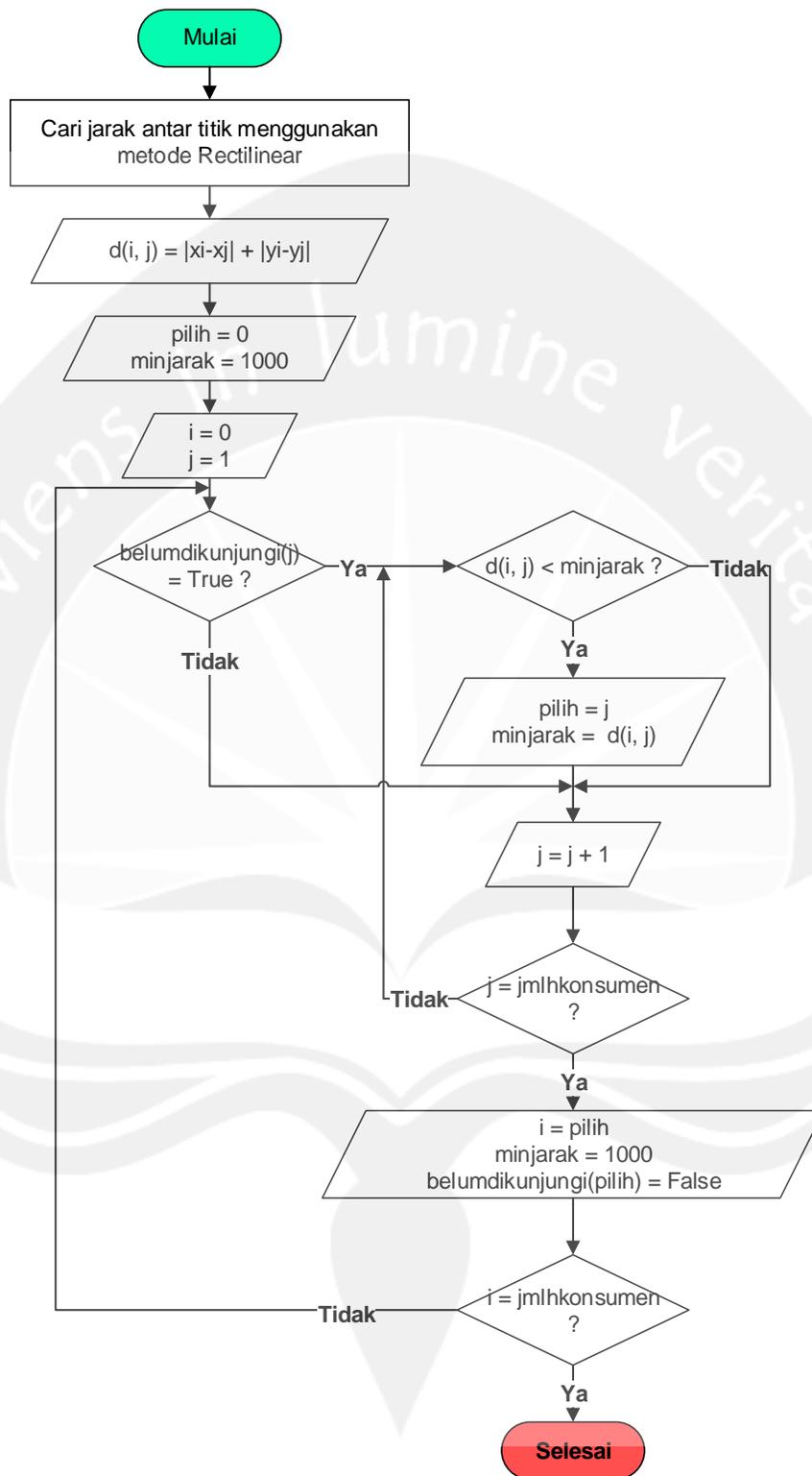
Sepanjang survei penulis, *Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem* belum pernah diteliti oleh pihak lain menggunakan metode yang sama dengan metode yang akan penulis gunakan. Penelitian ini menggunakan 180 data set untuk *Sequential 2L-CVRP* milik Gendreau dkk (2008).

Suatu solusi dikatakan layak jika setiap barang masuk ke dalam kontainer kendaraan. Hal yang pertama kali perlu dilakukan adalah menentukan rute, setelah itu menentukan letak barang di dalam kontainer. Kontribusi penulis untuk penelitian ini adalah dengan membuat algoritma baru dalam menyelesaikan kasus *Sequential 2L-CVRP* dan membuat program sesuai dengan algoritma yang dibuat.

2.4. Nearest Neighbor

Metode heuristik *Nearest Neighbor* (NN) ditemukan oleh Solomon (1987) yang konsepnya adalah mengunjungi lokasi terdekat dari masing-masing lokasi yang sedang dikunjungi. Metode ini sudah banyak sekali digunakan dalam banyak penelitian. Kelebihan dari metode NN adalah praktis dan mudah digunakan. Algoritma *Nearest Neighbor* (NN) dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Johnson dan McGeoch (1997) telah menggunakan metode NN untuk menyelesaikan permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Johnson dan McGeoch (2002) juga menggunakan metode NN untuk menyelesaikan *Single Travelling Salesman Problem* (STSP). Berbagai jenis VRP telah diteliti oleh banyak peneliti dan metode NN juga digunakan di banyak kasus VRP dengan variasinya yang begitu banyak, seperti *Single Vehicle Routing Problem With Stochastic Demands And Customers* (Balaprakash dkk, 2015), *Single Vehicle Routing Allocation Problem* (Vogt dkk, 2007), *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows* (Nguyen dkk, 2014), dan lainnya.



Gambar 2.2. Algoritma Nearest Neighbor

Metode NN juga banyak digunakan sebagai dasar penentuan rute bagi metode-metode metaheuristik. Balaprakash dkk (2015) menggunakan metode ini untuk menentukan rute pada permasalahan *Single Vehicle Routing Problem With Stochastic Demands And Customers* (VRPSDC). Pada penelitian mereka, metode NN digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rute yang dijadikan dasar keputusan sebelum mereka menggunakan 5 metode metaheuristik.

Single Vehicle Routing Allocation Problem (SVRAP) yang diteliti oleh Vogt dkk (2007) merupakan salah satu variasi VRP yang juga menggunakan metode NN sebagai dasar penyusunan rute mereka. Nguyen dkk (2014) melakukan penelitian mengenai *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows* (PVRPTW) dengan menggunakan metode NN dalam menentukan rute distribusi dari depo ke titik-titik konsumen yang ada. Nguyen dkk menggunakan metode NN sebagai salah satu dari 3 metode heuristik yang digunakannya dalam menentukan rute pada penelitian ini.

Konsep yang digunakan pada penelitian ini adalah *route-first-cluster-second*. Konsep *route-first* menandakan bahwa penentuan rute dilakukan di awal, dalam hal ini menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Pemotongan rute yang dilakukan berdasarkan 2 kendala untuk membuat kluster adalah konsep *cluster-second*. Dua kendala yang menyebabkan pemotongan rute adalah jika permintaan konsumen melebihi kapasitas yang tersedia dan/ atau barang yang harus dikirimkan ke konsumen sudah tidak muat lagi jika dimasukkan ke kontainer yang sama, sehingga membutuhkan kontainer baru. Kedua hal diatas secara otomatis akan berdampak pada adanya pemotongan rute.

2.5. Metode Heuristik untuk Loading

Untuk menangani kasus *loading* pada kasus *Sequential 2L-CVRP*, penulis menggunakan 5 metode heuristik. Lima metode heuristik itu meliputi *Bottom Left Fill* (BLF) oleh Chazelle (1983) dengan mempertimbangkan sumbu X & Y, *Maximum Touching Perimeter* (MTP) oleh Lodi dkk (1999) dengan mempertimbangkan dinding kontainer, dan *Minimum Area* oleh Zachariadis dkk (2009).

Metode heuristik 1 dinamakan *Bottom-Left Fill (W axis)*, yang memiliki cara penataan barang dimulai dari pojok kiri bawah dengan penataan barang sejajar dengan sumbu Y. Pada metode heuristik 1 ini, barang akan sejajar dengan sumbu Y karena *postlist*

yang dipilih adalah *poslist* yang memiliki nilai *width* (lebar) minimum. Metode heuristik 2 dinamakan *Bottom-Left Fill (L axis)*, yang memiliki cara penataan barang dimulai dari pojok kiri bawah dengan penataan barang sejajar dengan sumbu X. Pada metode heuristik 2 ini, barang akan sejajar dengan sumbu X karena *poslist* yang dipilih adalah *poslist* yang memiliki nilai *length* (panjang) minimum.

Metode heuristik 3 dinamakan *Maximum Touching Perimeter*, yang memiliki cara penataan barang berdasarkan nilai total panjang barang yang bersentuhan dengan barang ataupun dinding kontainer di sekitarnya yang disebut *touching perimeter*. Sedangkan metode heuristik 4 dinamakan *Maximum Touching Perimeter No Walls* yang memiliki cara penataan sama dengan metode heuristik 3, hanya saja panjang barang yang bersentuhan dengan dinding tidak dihitung sebagai *touching perimeter*. Pada metode heuristik 3 dan 4 ini, *poslist* yang dipilih adalah *poslist* yang memiliki nilai *touching perimeter* maksimum. Metode heuristik 5 dinamakan *Minimum Area*, yang memiliki cara penataan barang berdasarkan luas area yang dihitung dari suatu *poslist*. Luas area merupakan hasil perkalian antara panjang dari titik *poslist* ke sumbu X dan panjang dari titik *poslist* ke sumbu Y. Pada metode heuristik 5, *poslist* yang dipilih adalah *poslist* yang memiliki nilai luas area minimum.