

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion**

LITA OCTORA, ARIF IMRAN, SUSY SUSANTY

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email : litha_octa@ymail.com

ABSTRAK

Permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT. Panca Lestari Primamulya adalah masalah pendistribusian produk dimana terbatasnya jam kerja perusahaan, banyaknya konsumen serta jarak dari depot dan pelanggan yang saling berjauhan. Perusahaan saat ini tidak menggunakan metode tertentu untuk menentukan rute distribusi. Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion digunakan pada penelitian ini untuk memberikan solusi permasalahan di PT Panca Lestari Primamulya. Rute yang terbentuk pada penelitian ini menunjukkan bahwa Algoritma Sequential Insertion lebih baik daripada Algoritma Clarke & Wright Savings.

Kata Kunci: *Vehicle Routing Problem, Clarke & Wright Savings, Algoritma Sequential Insertion*

ABSTRACT

Problems being faced by the PT. Panca Primamulya Lestari is a product distribution problem in which company working hours is limited, large number of consumers as well as the distance from the depot and far-flung customers. The company does not use a particular method to determine the distribution. Clarke and Wright Savings Algorithm and Sequential Insertion Algorithm used in this research to provide solutions to problems in PT Panca Lestari Primamulya. The routes which are formed in this study showed the Sequential Insertion algorithm is better than Clarke & Wright Savings Algorithm.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Clarke & Wright Savings, Sequential Insertion*

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Dalam proses bisnis, distribusi merupakan satu bagian penting yang tidak dapat dipisahkan terutama dalam proses distribusi barang. VRP berkaitan dengan penentuan rute untuk permasalahan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah konsumen dengan permintaannya masing-masing.

PT. Panca Lestari Primamulya merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang distribusi *consumer good*. Permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT. Panca Lestari Primamulya adalah masalah pendistribusian produk dimana terbatasnya jumlah kendaraan, banyaknya jumlah pelanggan serta jarak dari depot ke pelanggan dan dari pelanggan satu ke pelanggan lainnya yang berjauhan. Oleh karena itu, diperlukan penentuan rute distribusi khususnya pada masalah transportasi agar terjadi penghematan waktu distribusi.

1.2 Identifikasi Masalah

Pengiriman produk pada PT. Panca Lestari Primamulya berawal dan berakhir di gudang yang sama, konsumen yang pertama dikunjungi biasanya tergantung dari supir yang mempertimbangkan jarak terdekat dari depot. Permasalahan pada PT. Panca Lestari Primamulya adalah penentuan rute kendaraan dengan karakteristik *Vehicle Routing Problem* (VRP) yaitu *single depot* dan *single trip*. Dikatakan *single depot* karena perusahaan hanya memiliki 1 gudang dan *single trip* karena kendaraan berangkat dari depot dengan sejumlah kapasitas kendaraan kemudian kembali ke depot setelah semua kapasitas kendaraan kosong. Penentuan rute ini bertujuan meminimasi total waktu tempuh dan jarak tempuh distribusi.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian di PT. Panca Lestari Primamulya adalah menentukan rute distribusi produk Mayora dengan menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Vehicle Routing Problem merupakan permasalahan untuk mengatur aktivitas distribusi sumber daya tertentu. Distribusi dilakukan dengan menggunakan sejumlah armada pengangkutan tidak terbatas dengan kapasitas angkut tertentu. Bermula dari satu depot menuju sejumlah lokasi konsumen (node) dan konsumen hanya dikunjungi satu kali dengan *demand* masing-masing melalui suatu jaringan rute tertentu dan kembali ke depot asal. Tujuan umum VRP adalah melayani sejumlah pelanggan dengan memaksimalkan kapasitas dan ongkos operasi yang minimum.

2.2 Algoritma *Clarke & Wright Savings*

Algoritma *Clarke-Wright Savings* (*Clarke-Wright Savings Method*) merupakan suatu metode yang ditemukan oleh *Clarke* dan *Wright* pada tahun 1964. Metode ini dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik, dan metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak.

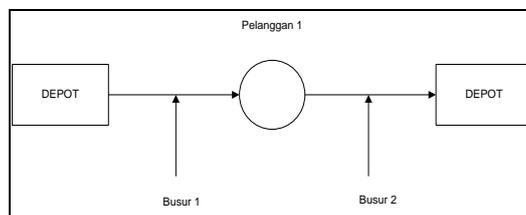
Algoritma *Clarke-Wright Savings* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan *node-node* yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai

saving yang terbesar yaitu jarak tempuh antara *source node* dan *node* tujuan. Proses perhitungannya, metode ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai *parameter*, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai *saving* yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik.

2.3 Algoritma Sequential Insertion

Laporte et.al (2000) menyebutkan untuk membentuk solusi *VRP*, terdapat dua macam cara, yaitu menggabungkan rute yang ada dengan menggunakan kriteria penghematan (*savings criterion*) dan mencoba secara berurutan memasukkan pelanggan dalam rute kendaraan dengan menggunakan kriteria biaya penyisipan (*cost insertion*). Menurut Campbell dan Savelsbergh (2002), metode yang kedua telah terbukti menjadi metode yang populer digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute dan penjadwalan kendaraan.

Prinsip dasar dari algoritma *sequential insertion* adalah mencoba menyisipkan pelanggan di antara semua busur (*edge*) yang ada pada rute saat ini. Busur ini didefinisikan sebagai lintasan yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan satu lokasi yang lain. Pada Gambar 1. pelanggan berikutnya dicoba untuk disisipkan pada busur 1 dan busur 2 yang ada pada rute saat ini.



Gambar 1. Penyisipan Pelanggan Pada Rute Saat ini

Kelayakan diperiksa untuk semua pembatas dan kapasitas muatan kendaraan. Pelanggan dan busur yang diberikan tambahan biaya yang paling kecil dan layak selanjutnya dipilih. Prosedur ini terus berulang hingga semua pelanggan telah ditugaskan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

PT Panca Lestari Primamulya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi barang. Saat ini proses pendistribusian barang yang dilakukan hanya mengandalkan pengalaman supir dalam memperkirakan jarak antar konsumen dan waktu pengiriman. Letak antar konsumen yang saling berjauhan, terbatasnya kapasitas kendaraan serta jam kerja perusahaan 8 jam/hari menjadi permasalahan yang terjadi dalam perusahaan. Kondisi perusahaan saat ini sesuai dengan varian *VRP* yaitu *single trip* dan *single depot*. Oleh karena itu dibutuhkan solusi berupa penentuan rute kendaraan untuk meminimasi jarak agar tidak melebihi kapasitas kendaraan dan jam kerja perusahaan. Penentuan rute kendaraan dilakukan dengan menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion*.

3.2 Studi Literatur

Pada penelitian dipelajari teori-teori yang berhubungan dengan *VRP*. Teori-teori juga membahas mengenai metode yang digunakan untuk pemecahan masalah pada penelitian ini, yaitu Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion*.

3.3 Penentuan Metode yang Digunakan untuk Pemecahan Masalah

Karakteristik dari VRP yaitu kendaraan yang digunakan berangkat dan kembali ke depot yang sama, sejumlah konsumen dengan jumlah permintaan yang berbeda di kunjungi hanya satu kali oleh kendaraan serta jumlah permintaan konsumen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan. Jika dilihat dari karakteristik VRP maka permasalahan yang terjadi pada PT Panca Lestari Primamulya dapat diselesaikan dengan karakteristik VRP menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion*.

Algoritma *Clarke & Wright Saving* tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter dalam proses perhitungannya tapi juga menggunakan waktu untuk memperoleh nilai *saving* (penghematan) terbesar untuk disusun menjadi sebuah rute yang paling baik, sedangkan Algoritma *Sequential Insertion* terkenal karena sangat cepat dalam memberikan solusi ,mudah untuk diimplementasikan serta metode ini juga mudah dikembangkan untuk menangani pembatas-pembatas yang sulit, (Suprayogi dan Imawati, 2005).

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data yaitu, data jarak, data permintaan, jenis kendaraan, waktu transaksi, waktu *unloading*, waktu pelayanan, kapasitas jam kerja (Horison Perencanaan).

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Algoritma *Clarke & Wright Savings*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* yaitu :

1. Langkah 1
Inialisasi data jarak, data jumlah permintaan, data waktu pelayanan, kecepatan rata-rata kendaraan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan, lanjut ke langkah 2.
2. Langkah 2
Buat matriks jarak antar depot ke konsumen dan antar konsumen ke konsumen, lanjut ke langkah 3.
3. Langkah 3
Hitung nilai *saving* menggunakan persamaan

$$S(i,j) = d(D,i) + d(D,j) - d(i,j) \quad (1)$$

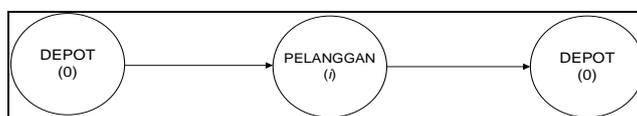
4. Langkah 4
untuk setiap pelanggan untuk mengetahui nilai penghematan, lanjut ke langkah 4.
Urutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai *saving* matriks jarak dari nilai *saving* matriks terbesar hingga yang terkecil, lanjut ke langkah 5.
5. Langkah 5
Pembentukan tur pertama ($t = 1$), lanjut ke langkah 6.
6. Langkah 6
Tentukan pelanggan pertama yang ditugaskan pada tur dengan cara memilih kombinasi pelanggan dengan nilai *saving* terbesar, lanjut ke langkah 7.
7. Langkah 7
Hitung banyaknya jumlah permintaan dari konsumen yang telah terpilih. Apabila jumlah permintaan masih memenuhi kapasitas kendaraan sebesar 620 karton maka lanjut ke langkah 8. Apabila jumlah permintaan melebihi kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 11.

8. Langkah 8
Hitung total jarak, waktu perjalanan, waktu pelayanan, dan total waktu berdasarkan pelanggan yang telah terpilih, lanjut ke langkah 9.
9. Langkah 9
Apabila total waktu ≤ 8 jam maka pelanggan tersebut terpilih untuk ditugaskan pada tur kemudian lanjut ke langkah 10. Apabila waktu > 8 jam maka dilanjutkan ke langkah 11.
10. Langkah 10
Pilih pelanggan selanjutnya yang akan ditugaskan berdasarkan kombinasi pelanggan terakhir yang terpilih dengan nilai *saving* terbesar, kembali ke langkah 7.
11. Langkah 11
Hapus pelanggan terakhir yang terpilih, lanjut ke langkah 12.
12. Langkah 12
Masukkan pelanggan yang terpilih sebelumnya untuk ditugaskan kedalam tur maka tur (t) telah terbentuk. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 13. Apabila semua pelanggan telah ditugaskan maka proses pengerjaan Algoritma *Clarke & Wright Savings* telah selesai.
13. Langkah 13
Pembentukan tur baru ($t = t + 1$), lanjut ke langkah 6.

3.5.2 Algoritma *Sequential Insertion*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* yaitu :

1. Langkah 1
Inisialisasi data jarak, data jumlah permintaan, data waktu pelayanan, kecepatan rata-rata kendaraan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan, lanjut ke langkah 2.
2. Langkah 2
Penentuan tur pertama ($t = 1$) yang dimulai dari depot menuju ke konsumen kemudian kembali lagi ke depot, kemudian lanjut ke langkah 3. Untuk lebih mempermudah memahami proses penyisipan maka ilustrasi pengiriman dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar, depot dinotasikan dengan (0) dan pelanggan yang akan dikunjungi dinotasikan dengan (i).



Gambar 2. Ilustrasi Rute Algoritma *Sequential Insertion*

3. Langkah 3
Hitung jumlah permintaan, waktu pelayanan, jarak perjalanan, waktu perjalanan dan total waktu (hasil pertambahan dari waktu pelayanan dan waktu perjalanan) dari pelanggan pada tur, lanjut ke langkah 4.
4. Langkah 4
Pilih pelanggan dengan total waktu terkecil untuk dipilih ditugaskan ke dalam tur. Apabila jumlah permintaan pelanggan ≤ 620 karton dan total waktu ≤ 8 jam maka dilanjutkan ke langkah 5. Apabila jumlah permintaan > 620 karton dan total waktu > 8 jam maka dilanjutkan ke langkah 7.
5. Langkah 5
Pelanggan kemudian ditugaskan ke dalam tur dan tur (t) terbentuk, kemudian lanjut ke langkah 6.

6. Langkah 6
Sisipkan pelanggan yang belum terpilih kedalam tur yang terbentuk sebelumnya, kembali ke langkah 3.
7. Langkah 7
Jika semua pelanggan telah terpilih maka proses pengerjaan Algoritma *Sequential Insertion* telah selesai. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 8.
8. Langkah 8
Pembentukan tur baru ($t = t + 1$), lanjut ke langkah 9.
9. Langkah 9
Masukkan pelanggan yang belum terpilih untuk ditugaskan ke dalam tur yang akan terbentuk selanjutnya, lanjut ke langkah 3.

3.6 Analisis

Analisis yang dilakukan setelah melakukan pengolahan data adalah menganalisis solusi hasil perhitungan berupa rute kendaraan terbaik menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion*.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Hasil akhir dari penelitian berupa kesimpulan dan saran.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data jarak antar konsumen dan depot, data jumlah permintaan, data waktu transaksi, data waktu *unloading*, kecepatan rata-rata kendaraan dan data kapasitas kendaraan.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Saving Matrik Jarak

Nilai *saving* matrik jarak dihitung dengan menggunakan rumus

$$S(i, j) = D(0, i) + D(0, j) - D(i, j)$$

sehingga akan diketahui seberapa besar penghematan jarak antar pelanggan. Saving matrik mempresentasikan penghematan apabila suatu kendaraan mengunjungi beberapa lokasi secara bersamaan dibandingkan dengan mengunjungi satu per satu lokasi.

4.2.2 Penentuan Rute Menggunakan Algoritma *Clarke-Wright Savings*

Algoritma *Clarke-Wright Savings* menentukan rute dengan memilih pasangan konsumen dengan nilai penghematan terbesar dan permintaan konsumen yang tidak melebihi kapasitas kendaraan. Rekapitulasi rute kendaraan PT. Panca Lestari Primamulya dengan Metode *Clarke-Wright Algorithm* yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Rute Kendaraan yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Clarke-Wright Savings*

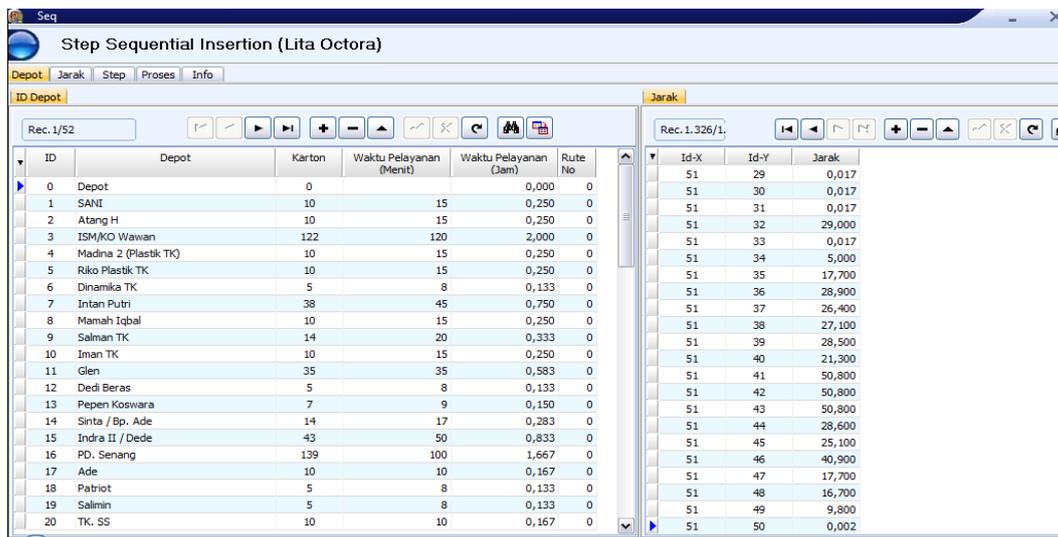
Tur	Rute	Permintaan (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Total Waktu (Jam)	
1	Alternatif 1	0-28-42-51-20-34-50-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921
	Alternatif 2	0-28-42-51-20-50-34-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921
2	0-7-16-43-48-49-12-26-45-8-24-40-44-0	325	49,025	1,634	5,717	7,351	
3	0-4-5-22-23-39-41-2-21-32-38-0	342	47,510	1,584	6,367	7,950	
4	0-11-19-35-36-3-10-17-18-27-31-33-14-29-0	313	60,861	2,029	5,867	7,895	
5	0-9-13-30-1-0	43	45,600	1,520	1,000	2,520	

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion

4.2.3 Penentuan Rute Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion*

Algoritma *Sequential Insertion* merupakan algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem* dengan cara pemilihan pelanggan yang belum masuk dalam rute manapun untuk disisipkan dan pemilihan lokasi tempat penyisipan pelanggan dengan kriteria total waktu terkecil. Perhitungan Algoritma *Sequential Insertion* pada penelitian ini menggunakan program sebagai alat bantu dalam proses perhitungan dan penentuan rute distribusi.

Tampilan program untuk menginputkan data pelanggan serta data jarak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Input Program *Step Sequential Insertion*

Tampilan *output* program berupa rute yang terbentuk untuk setiap pelanggan yang ditugaskan dari hasil perhitungan program dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *Output* Program *Step Sequential Insertion* untuk setiap pelanggan yang ditugaskan

Rekapitulasi tur yang terbentuk dengan Algoritma *Sequential Insertion* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Tur Kendaraan Yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion*

Tur	Alternatif	Rute	Permintaan (Karton)	Waktu Pelayanan (Jam)	Jarak	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	1	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-30-29-14-33-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81
	2	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-33-30-14-29-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81
2		0-35-45-24-23-21-20-42-11-38-32-7-27-0	306	5,93	42,08	1,4	7,34
3		0-41-31-44-39-47-34-15-0	375	6,35	35,06	1,17	7,52
4		0-28-22-16-0	311	4,33	48,7	1,62	5,96
5		0-3-0	122	2	25,8	0,86	2,86

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perbandingan Jarak Dan Waktu Total Rute Kendaraan Menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* Dan Algoritma *Sequential Insertion*.

Rekapitulasi rute yang terbentuk menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Saving* Alternatif 1 & Alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Rute Yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* Alternatif 1

Tur	Rute	Kapasitas (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	0-28-42-51-20-34-50-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921
2	0-7-16-43-48-49-12-26-45-8-24-40-44-0	325	49,025	1,634	5,717	7,351
3	0-4-5-22-23-39-41-2-21-32-38-0	342	47,51	1,584	6,367	7,95
4	0-11-19-35-36-3-10-17-18-27-31-33-14-29-0	313	60,861	2,029	5,867	7,895
5	0-9-13-30-1-0	43	45,6	1,52	1	2,52
Total		1375	262,64	8,755	24,883	33,638

Tabel 4. Rekapitulasi Rute Yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* Alternatif 2

Tur	Rute	Kapasitas (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	0-28-42-51-20-50-34-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921
2	0-7-16-43-48-49-12-26-45-8-24-40-44-0	325	49,025	1,634	5,717	7,351
3	0-4-5-22-23-39-41-2-21-32-38-0	342	47,51	1,584	6,367	7,95
4	0-11-19-35-36-3-10-17-18-27-31-33-14-29-0	313	60,861	2,029	5,867	7,895
5	0-9-13-30-1-0	43	45,6	1,52	1	2,52
Total		1375	262,64	8,755	24,883	33,638

Rekapitulasi rute yang terbentuk menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* Alternatif 1 & Alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Jika dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 5, dapat dikatakan bahwa rute yang terbentuk menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* lebih baik daripada rute yang terbentuk dengan menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* karena total jarak Algoritma *Sequential Insertion* lebih kecil sebesar 64,76 Km dan total waktu yang lebih singkat sebesar 2,148 jam dibandingkan dengan Algoritma *Clarke & Wright Savings*. Hal ini disebabkan karena Algoritma *Sequential Insertion* menyisipkan pelanggan kedalam rute yang telah terbentuk untuk menentukan pelanggan mana yang akan ditugaskan dengan kriteria total waktu terkecil.

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion

Tabel 5. Rekapitulasi Rute Yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* Alternatif 1

Tur	Rute	Permintaan (Karton)	Waktu Pelayanan (Jam)	Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-30-29-14-33-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81
2	0-35-45-24-23-21-20-42-11-38-32-7-27-0	306	5,93	42,08	1,4	7,34
3	0-41-31-44-39-47-34-15-0	375	6,35	35,06	1,17	7,52
4	0-28-22-16-0	311	4,33	48,7	1,62	5,96
5	0-3-0	122	2	25,8	0,86	2,86
Total		1375	24,88	197,88	6,59	31,49

Tabel 6. Rekapitulasi Rute Yang Terbentuk Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* Alternatif 2

Tur	Rute	Permintaan (Karton)	Waktu Pelayanan (Jam)	Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-33-30-14-29-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81
2	0-35-45-24-23-21-20-42-11-38-32-7-27-0	306	5,93	42,08	1,4	7,34
3	0-41-31-44-39-47-34-15-0	375	6,35	35,06	1,17	7,52
4	0-28-22-16-0	311	4,33	48,7	1,62	5,96
5	0-3-0	122	2	25,8	0,86	2,86
Total		1375	24,88	197,88	6,59	31,49

5.2 Analisis Terhadap Tur yang Terbentuk

Rute yang terbentuk menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion* menghasilkan 5 tur untuk masing-masing Algoritma (dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 5.). Satu tur membutuhkan total waktu ± 8 jam untuk melakukan proses distribusi. Karena saat ini perusahaan hanya memiliki 1 kendaraan untuk proses distribusi, maka solusi terbaik pada penelitian ini adalah menggunakan 1 kendaraan untuk menyelesaikan 1 tur setiap harinya dikarenakan jam kerja perusahaan yaitu 8 jam perhari.

5.3 Analisis Alternatif Tur yang Terbentuk

Alternatif yang terbentuk pada tur 1 Algoritma *Clarke & Wright Savings* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Alternatif yang terbentuk pada tur 1 Algoritma *Clarke & Wright Savings*

Tur	Rute	Permintaan (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	Alternatif 1 0-28-42-51-20-34-50-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921
	Alternatif 2 0-28-42-51-20-50-34-6-15-25-37-46-47-0	352	59,644	1,988	5,933	7,921

Alternatif yang terbentuk pada tur 1 Algoritma *Sequential Insertion* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Alternatif yang terbentuk pada tur 1 Algoritma *Sequential Insertion*

Tur	Alternatif	Rute	Permintaan (Karton)	Waktu Pelayanan (Jam)	Jarak	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	1	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-30-29-14-33-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81
	2	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-33-30-14-29-0	261	6,27	46,24	1,54	7,81

Pada Tabel 7, alternatif tur terjadi dikarenakan nilai *savings* bernilai sama sehingga urutannya menjadi berbeda. Tetapi pelanggan yang terpilih masih tetap sama sampai tur

berakhir hanya saja letak atau urutan rute yang berbeda antara alternatif 1 dan alternatif 2. Hal ini dikarenakan pelanggan no 20, 34 dan 50 berada di satu lokasi yang sama.

Sama halnya dengan Algoritma *Clarke & Wright Savings*, total waktu terkecil yang sama antara pelanggan no 29 dan no 33 menjadi penyebab terbentuknya 2 alternatif pada tur 1. Untuk pelanggan terpilih selanjutnya sampai tur selesai adalah pelanggan yang sama, hanya dari iterasi 1 sampai iterasi 4 terdapat perbedaan urutan pelanggan pada tur 1 alternatif 1 dan alternatif 2. Hal ini dikarenakan pelanggan no 29, 30, 33 dan 14 berada di satu lokasi yang sama. Oleh karena itu meskipun urutan rute berbeda akan menghasilkan total waktu yang sama.

5.4 Analisis Terhadap Utilitas Kendaraan

Utilitas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Utilitas Kendaraan Untuk Algoritma *Clarke & Wright Savings*

Tur	Rute	Jumlah Konsumen	Permintaan (Karton)	Utilitas Kapasitas Kendaraan	Total Waktu	Utilitas Total Waktu
1	0-28-42-51-20-34-50-6-15-25-37-46-47-0	12	352	57%	7,921	99%
2	0-7-16-43-48-49-12-26-45-8-24-40-44-0	12	325	52%	7,351	92%
3	0-4-5-22-23-39-41-2-21-32-38-0	10	342	55%	7,950	99%
4	0-11-19-35-36-3-10-17-18-27-31-33-14-29-0	13	313	50%	7,895	99%
5	0-9-13-30-1-0	4	43	7%	2,520	32%
Total		51	1375		33,638	

Tabel 10. Utilitas Kendaraan Untuk Algoritma *Sequential Insertion*

Tur	Rute	Jumlah Konsumen	Permintaan (Karton)	Utilitas Kapasitas Kendaraan	Total Waktu	Utilitas Total Waktu
1	0-36-40-18-5-4-2-6-50-51-25-37-48-43-8-46-26-12-49-1-13-10-17-9-19-30-29-14-33-0	28	261	42%	7,81	98%
2	0-35-45-24-23-21-20-42-11-38-32-7-27-0	12	306	49%	7,34	92%
3	0-41-31-44-39-47-34-15-0	7	375	60%	7,52	94%
4	0-28-22-16-0	3	311	50%	5,96	75%
5	0-3-0	1	122	20%	2,86	36%
Total		51	1375		31,49	

Pada Tabel 9, dapat terlihat utilitas kapasitas kendaraan rata-rata diatas 50% karena hanya mengangkut barang setengah dari kapasitas kendaraan. Tetapi pada utilitas total waktu menunjukkan angka diatas 90% yang artinya jam kerja perusahaan sebesar 8 jam per hari digunakan maksimal untuk melakukan distribusi. Hal ini menunjukkan bahwa waktu total distribusi lebih lama saat melakukan perjalanan menuju konsumen daripada waktu untuk *unloading* barang sehingga utilitas kapasitas kendaraan cukup kecil jika dibandingkan dengan utilitas total waktu.

Pada Tabel 10, tur 1 dan tur 2 memiliki utilitas kapasitas kendaraan dibawah 50% dan utilitas total waktu diatas 90%. Hal ini dapat dikatakan bahwa kendaraan lebih lama menggunakan jam kerja untuk menempuh perjalanan menuju konsumen dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* barang yang diangkut melihat dari banyaknya konsumen yang harus dikunjungi kendaraan pada tur 1 dan tur 2. Pada tur 3 dan tur 4, utilitas kapasitas kendaraan 60% dan 50% dengan utilitas total waktu 94% dan 75%. Utilitas total waktu pada tur 4 lebih kecil dibandingkan dengan utilitas total waktu pada tur 3, hal ini dikarenakan jumlah konsumen yang harus dikunjungi oleh tur 4 lebih sedikit dibandingkan dengan tur 3 dengan permintaan yang harus diangkut juga lebih sedikit dibandingkan dengan tur 3. Pada tur 5, terlihat utilitas kapasitas kendaraan dan utilitas total waktu yang cukup rendah dikarenakan pada tur 5, kendaraan hanya akan mengunjungi satu

konsumen dengan jumlah permintaan yang cukup sedikit. Oleh karena itu waktu yang diperlukan untuk melakukan proses distribusi sangat kecil.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Perusahaan hanya memiliki satu gudang (*single depot*) dan kendaraan yang digunakan melakukan proses distribusi dengan mengangkut barang sejumlah kapasitas kendaraan untuk diantarkan kepada pelanggan, jika kapasitas kendaraan telah kosong maka kendaraan mengakhiri proses distribusinya dan kembali ke depot. Hal ini sesuai dengan varian dari VRP yaitu *single trip*.

Tur yang terbentuk menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* dan Algoritma *Sequential Insertion* masing-masing menghasilkan 5 tur dan masing-masing algoritma menghasilkan 2 alternatif untuk tur 1 yang terbentuk. Total jarak yang dihasilkan menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Savings* sebesar 262,64 Km dengan total waktu sebesar 33,638 Jam, sedangkan total jarak yang dihasilkan menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* sebesar 197,88 Km dengan total waktu sebesar 31,49 Jam.

Total jarak dan total waktu menggunakan Algoritma *Sequential Insertion* lebih baik dibandingkan dengan Algoritma *Clarke & Wright Savings*. Setiap tur yang terbentuk menghasilkan total waktu ± 8 jam, sehingga satu kendaraan digunakan untuk menyelesaikan satu tur per hari dan dilanjutkan dengan tur lainnya pada hari selanjutnya.

6.2 Saran

Saran yang diajukan untuk perusahaan PT Panca Lestari Primamulya yaitu metode yang digunakan pada penelitian ini dapat digunakan oleh perusahaan untuk membantu penentuan rute kendaraan agar dapat meminimasi jarak tempuh dan waktu perjalanan. Hasil dari penelitian (tur yang terbentuk) dapat digunakan oleh perusahaan PT Panca Lestari Primamulya untuk melakukan proses distribusi. Perusahaan sebaiknya menggunakan kendaraan jenis lain dengan kapasitas kendaraan yang lebih kecil untuk melakukan proses distribusi melihat dari relatif kecilnya jumlah permintaan dari konsumen dan jarak konsumen yang terbilang jauh antara konsumen satu dengan konsumen lainnya.

REFERENSI

- Campbell, A. M., dan Savelsbergh, M. 2002. *Efficient Insertion Heuristic for Vehicle Routing Problem and Scheduling Problem*, Georgia Institute of Technology.
- Clarke, G dan Wright, J.W. 1964. *Scheduling of Vehicle from a Central Depot to a Number of Delivery Points*. *Operations Research* 12, pp 568-581.
- Laporte, G., Gendreau, M., Potvin, J.Y., dan Semet, F. 2000. *Classical and Modern Heuristic for The Vehicle Routing Problem*. *International Transactions in Operational Research*. 7, pp.285-300.
- Suprayogi dan Imawati, D. 2005. *Algoritma Sequential Insertion dengan Forward dan Backward Pass untuk memecahkan Vehicle Routing Problem dengan Multiple Trips dan Time Windows*. *Jurnal Teknik dan Manajemen Teknik Industri*, Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, 25 (1), pp 41-54