

Penentuan Rute Distribusi Air Mineral Menggunakan Metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion**

BAGUS DWICAHYO DEWANTORO, HARI ADIANTO, ARIF IMRAN

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: bagusdd@gmail.com

ABSTRAK

Di Indonesia saat ini banyak yang memproduksi air mineral. PT. Al-Masoem Muawanah merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri air mineral. Untuk dapat bersaing harus bisa memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan dengan jumlah dan waktu yang tepat. PT. Al-Masoem Muawanah memiliki dua buah anak perusahaan yaitu internal dan eksternal. Perusahaan internal memiliki 25 pelanggan yang jaraknya saling berjauhan satu sama lain dengan depot dan pelanggan lainnya. Untuk dapat mendistribusikan air mineral pada sejumlah 25 pelanggan secara efektif dan efisien salah satunya adalah faktor dalam penentuan rute distribusi. Dalam penentuan rute distribusi dapat dibuat dengan memperhatikan keterbatasan seperti jumlah kendaraan dan kapasitas kendaraan. Permasalahan dalam penentuan rute distribusi biasa disebut VRP (Vehicle Routing Problem). Dalam penelitian ini model VRP yang digunakan adalah metode Clarke-Wright Algorithm dan Sequential Insertion. Metode Clarke-Wright Algorithm mengutamakan nilai penghematan waktu yang terbentuk sedangkan metode Sequential Insertion mengutamakan pada nilai total waktu terkecil yang dihasilkan.

Kata kunci: *clarke-wright algorithm, sequential insertion, rute distribusi*

ABSTRACT

In Indonesia today, many company produce mineral water. PT. Al-Masoem Muawanah is a company engaged in the field of mineral water industry. To be able to compete should be able to meet the needs of customer demand with the number and the right time. PT. Al-Masoem Muawanah has two subsidiaries, namely internal and external. Internal company has 25 customers that were located far from each other with each other depot and other customers. To be able to distribute the mineral water on a number of 25 customers effectively and efficiently is one factor in the determination of the route of distribution. In the determination of the route of distribution can be made by observing the limitations as the number of vehicles and vehicle capacity. Problems in

* 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

determination of distribution routes commonly called VRP (Vehicle Routing Problem). In this study the VRP model used is a method of Clarke-Wright Algorithm and Sequential Insertion. Wright-Clarke method prioritizes the value of time savings that are formed while the Sequential Insertion method prioritizes on the total value of the smallest time is produced.

Keyword: *clarke-wright algorithm, sequential insertion, distribution routes*

1. PENDAHULUAN

Ragam dari jenis air mineral yang saat ini diproduksi sangat banyak di Indonesia. Untuk dapat bersaing setiap perusahaan harus bisa memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan dengan jumlah dan waktu yang tepat. Hal ini berkaitan dengan menentukan sistem distribusi ke setiap pelanggan.

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* ke pihak konsumen dalam suatu *supplychain* (Chopra, 2010). Distribusi dalam kegiatan penyaluran produk maupun jasa harus sesuai dengan sumber daya dan kemampuan yang dimiliki dalam sebuah perusahaan untuk mencapai ukuran ekonomis yang diharapkan sebuah perusahaan. Dalam kegiatan penyaluran air mineral proses pendistribusian akan terlihat dengan penggunaan kendaraan sebagai alat angkut barang yang memiliki kapasitas muat dan jarak yang berbeda dalam penentuan rute yang dilalui kendaraan dalam satu kali jalan.

PT. Al-Masoem Muawanah merupakan perusahaan air mineral yang berada di Bandung. Dalam kegiatannya PT. Al-Masoem Muawanah bekerja sama dengan beberapa lingkup perusahaannya yaitu perusahaan internal dan perusahaan eksternal. Perusahaan internal adalah pendistribusian air mineral yang dilakukan berdasarkan lingkup PT. Al-Masoem Muawanah yang bekerja sama dengan beberapa SPBU di beberapa kota Bandung. Sedangkan perusahaan eksternal adalah pendistribusian air mineral yang dilakukan kepada agen/toko yang bekerja sama dengan PT. Al-Masoem Muawanah.

Terkait dengan pemenuhan kebutuhan permintaan para konsumen, PT. Al-Masoem Muawanah harus menentukan cara yang terbaik untuk melakukan pendistribusian tersebut. Salah satunya adalah penentuan rute yang dituju dalam pendistribusian yang dilakukan oleh kendaraan angkut. Penentuan rute distribusi dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang bertujuan untuk meminimasi faktor tertentu seperti waktu, jarak dan biaya. VRP merupakan permasalahan optimasi penentuan rute dengan keterbatasan kapasitas kendaraan yang berangkat dari satu depot dan diakhiri dengan depot yang harus tersebar secara geografis sehingga dapat melayani pelanggan yang tersebar dalam satu kali jalan (Prana, 2007).

Berdasarkan kondisi pada PT. Al-Masoem Muawanah perlu dilakukan pembentukan rute distribusi untuk memudahkan pengiriman. Model VRP yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion* untuk mendapatkan penghematan waktu dan jarak tempuh. Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute pendistribusian air mineral yang efektif dan efisien pada PT. Al-Masoem Muawanah dengan menggunakan metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion*.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah yang terjadi dan mengidentifikasi permasalahannya. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan menggunakan permasalahan optimasi VRP (*Vehicle Routing Problem*). VRP itu sendiri adalah permasalahan optimasi penentuan rute dengan keterbatasan kapasitas kendaraan yang berangkat dari satu depot dan diakhiri dengan depot yang harus tersebar secara geografis sehingga dapat melayani pelanggan yang tersebar dalam satu kali jalan (Prana, 2007). Model VRP yang digunakan adalah dengan metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion*. Metode tersebut merupakan metode heuristik yang dapat menentukan rute distribusi dengan karakteristik tertentu. Karakteristik pada metode *Clarke-Wright Algorithm* dirancang berdasarkan konsep penghematan jarak. Susunan urutan yang ditempatkan pada rute dimulai dari depot, pelanggan, dan diakhiri dengan depot. Konsep penghematan ini dapat meminimumkan jumlah jarak, biaya maupun waktu dengan menggabungkan dua rute menjadi satu. Sedangkan untuk metode *Sequential Insertion* dirancang berdasarkan penyisipan pada rute kunjungan. Penyisipan dilakukan hingga memberikan kriteria terbaik bagi rute saat ini.

Tahapan dalam metode *Clarke-Wright Algorithm* pada penelitian ini adalah menentukan waktu tempuh yang didapat dari hasil jarak pelanggan dibagi dengan kecepatan tetap. Kemudian menghitung matriks penghematan waktu dari hasil waktu tempuh yang didapat sebelumnya. Selanjutnya mengurutkan nilai penghematan yang terbesar hingga terkecil untuk mengetahui urutan nilai penghematan. Menentukan rute distribusi berdasarkan nilai penghematan terbesar dengan syarat tidak melebihi kapasitas muatan kendaraan yaitu 1200 karton. Bila ada sisa kapasitas pada kendaraan maka mencari nilai penghematan terbesar pelanggan yang berhubungan dengan rute sebelumnya. Kemudian melakukan sampai semua pelanggan dikunjungi.

Sedangkan tahapan pada metode *Sequential Insertion* dapat dijabarkan sebagai berikut:

Langkah 0

Tetapkan bahwa semua pelanggan dalam status belum ditugaskan. Jumlah rute $NR = 0$ dan waktu penyelesaian total $NTw = 0$. Himpunan pelanggan yang belum ditugaskan $P = \{1, 2, 3, \dots, n\}$, lanjut ke Langkah 1.

Langkah 1

Mulai dengan rute pertama $R = 1$, lanjut ke Langkah 2.

Langkah 2

Untuk setiap pelanggan yang belum ditugaskan, sisipkan pada posisi penyisipan antara depot dan pelanggan. Bentuk urutan kunjungan pelanggan yang dimulai dari depot, pelanggan terpilih, dan diakhiri dengan depot. Berdasarkan aturan yang telah ditentukan, pilih salah satu pelanggan yang memenuhi aturan terbaik.

Langkah 3

Jika semua pelanggan telah ditugaskan, maka berhenti. Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 4. Apabila kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi, maka buatlah rute baru dan kembali ke Langkah 2.

Langkah 4

Untuk tiap pelanggan yang belum ditugaskan, sisipkan tiap pelanggan pada tiap lokasi penyisipan dari rute R saat ini. Untuk $R = 1$ penyisipannya adalah sebelum atau sesudah pelanggan pertama. Jika terdapat penyisipan yang layak terhadap kapasitas kendaraan lanjutkan ke Langkah 5. Jika tidak ada penyisipan yang layak terhadap kapasitas kendaraan, kembali ke Langkah 3.

Langkah 5

Pilih salah satu pelanggan dan lokasi penyisipan pada rute saat ini yang memberikan total waktu penyelesaian terkecil. Jika kapasitas kendaraan saat ini masih memenuhi untuk pelanggan lain, kembali ke langkah 4. Jika tidak kembali ke Langkah 3.

Kemudian tahapan terakhir adalah melakukan perhitungan total jarak dan total waktu untuk setiap rute yang terbentuk pada kedua metode tersebut. Setelah melakukan tahapan pada kedua metode, dilakukan analisis terhadap kondisi rute yang terbentuk antara metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat setelah melakukan pengolahan data didapatkan solusi dan usulan pemecahan masalah.

3.1 Data Jarak Antar Pelanggan

Data jarak dari depot menuju masing-masing pelanggan didapat menggunakan bantuan *Google Maps*. Data jarak antar pelanggan dari depot menuju masing-masing pelanggan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jarak Antar Pelanggan dan Depot (Km)

Dari/Ke	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0																										
1	64.30																									
2	18.40	78.60																								
3	72.10	136.00	74.20																							
4	25.70	90.10	21.50	65.10																						
5	4.50	68.90	13.30	7.14	22.60																					
6	2.40	62.30	17.70	73.50	27.50	4.80																				
7	45.40	63.30	45.00	114.00	68.10	43.50	38.60																			
8	26.30	60.70	16.80	93.20	37.60	25.00	20.20	28.40																		
9	17.40	76.10	6.00	83.40	26.70	17.00	18.00	40.00	9.90																	
10	33.40	58.60	32.30	100.00	52.90	31.80	27.20	15.40	14.20	24.50																
11	33.10	54.10	32.90	100.00	53.60	29.50	24.70	13.90	16.10	26.00	5.30															
12	5.70	61.80	19.00	78.30	28.80	6.20	1.30	36.40	19.80	19.20	26.90	24.20														
13	50.90	69.30	48.90	118.00	72.00	47.30	42.40	3.80	35.60	41.90	19.00	17.80	41.10													
14	3.40	70.90	13.50	74.50	21.30	4.80	8.80	45.30	21.30	15.10	34.70	34.50	13.20	52.20												
15	6.40	74.60	12.40	67.60	17.00	8.50	12.10	59.00	28.20	18.50	38.40	36.80	16.90	55.80	6.90											
16	8.60	73.50	21.70	62.90	28.30	8.50	10.50	47.50	30.80	23.30	37.30	37.10	15.30	54.70	8.60	10.90										
17	19.30	83.70	15.10	71.60	6.40	17.70	21.20	62.70	31.90	21.10	47.30	47.30	26.00	65.00	16.10	9.20	19.50									
18	23.90	88.80	29.70	47.60	34.30	23.80	25.90	66.20	45.60	35.80	63.60	52.40	30.60	70.10	25.10	20.00	15.30	27.90								
19	52.00	103.00	44.30	33.10	48.90	38.40	40.40	80.80	60.10	50.40	67.20	66.90	45.20	84.60	39.70	34.50	29.90	42.50	14.60							
20	52.00	121.00	61.50	15.80	60.60	55.60	57.70	98.00	77.40	67.60	84.40	84.20	62.40	102.00	58.70	51.80	47.10	59.70	31.80	17.20						
21	5.00	69.10	17.20	50.00	24.60	4.00	6.70	43.60	25.00	18.80	33.50	31.40	11.50	49.10	3.30	10.30	5.90	18.20	21.20	35.80	53.00					
22	24.30	58.80	21.90	91.20	43.10	22.70	18.20	23.30	5.10	15.00	9.00	10.90	16.80	27.10	24.00	31.00	29.10	36.20	44.40	59.00	76.20	23.20				
23	56.90	11.40	67.10	125.00	78.00	55.30	51.00	51.90	49.40	64.60	48.00	42.00	49.60	55.70	56.70	63.60	61.40	71.50	77.00	91.60	109.00	55.50	45.50			
24	79.4	12.00	90.50	148.00	101.00	78.70	74.30	77.20	72.70	82.60	70.50	66.00	73.00	79.10	80.00	86.90	85.00	94.90	100.00	115.00	132.00	79.20	70.70	23.30		
25	69.4	94.80	81.70	73.60	87.30	68.50	63.70	94.70	70.30	80.20	83.50	80.80	64.40	97.40	69.80	73.00	66.60	81.00	53.00	54.80	60.90	68.20	68.40	85.50	107.00	

Kemudian melakukan perhitungan matriks waktu tempuh dengan membagi jarak antar pelanggan dan depot dengan kecepatan rata-rata kendaraan 40 km/jam. Matriks waktu tempuh dapat dilihat pada Tabel 2.

3.2 Hasil Perhitungan Metode *Clarke-Wright Algorithm*

Sebelum menentukan hasil akhir pada rute menggunakan metode *Clarke-Wright Algorithm* dilakukan perhitungan matriks penghematan dari data waktu tempuh. Rumus yang digunakan adalah $S(i, j) = D(0, i) + D(0, j) - D(i, j)$ maka akan diketahui seberapa besar

Penentuan Rute Distribusi Air Mineral Menggunakan Metode Clarke-Wright Algorithm dan Sequential Insertion di Anak Perusahaan PT. Al-Masoem Muawanah

penghematan antar pelanggan. Hasil perhitungan matriks penghematan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Matriks Waktu Tempuh (Jam)

Dari/Ke	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
0																												
1	1.608																											
2	0.460	1.965																										
3	1.803	3.400	1.855																									
4	0.643	2.253	0.538	1.628																								
5	0.113	1.723	0.333	0.179	0.565																							
6	0.060	1.558	0.443	1.838	0.688	0.120																						
7	1.135	1.583	1.125	2.850	1.703	1.088	0.965																					
8	0.658	1.518	0.420	2.330	0.940	0.625	0.505	0.710																				
9	0.435	1.903	0.150	2.085	0.668	0.425	0.450	1.000	0.248																			
10	0.835	1.465	0.808	2.500	1.323	0.795	0.680	0.385	0.355	0.613																		
11	0.828	1.353	0.823	2.500	1.340	0.738	0.618	0.348	0.403	0.650	0.133																	
12	0.143	1.545	0.475	1.958	0.720	0.155	0.033	0.910	0.495	0.480	0.673	0.605																
13	1.273	1.733	1.223	2.950	1.800	1.183	1.060	0.095	0.890	1.048	0.475	0.445	1.028															
14	0.085	1.773	0.338	1.863	0.533	0.120	0.220	1.133	0.533	0.378	0.868	0.863	0.330	1.305														
15	0.160	1.865	0.310	1.690	0.425	0.213	0.303	1.475	0.705	0.463	0.960	0.920	0.423	1.395	0.173													
16	0.215	1.838	0.543	1.573	0.708	0.213	0.263	1.188	0.770	0.583	0.933	0.928	0.383	1.368	0.215	0.273												
17	0.483	2.093	0.378	1.790	0.160	0.443	0.530	1.568	0.798	0.528	1.183	1.183	0.650	1.625	0.403	0.230	0.488											
18	0.598	2.220	0.743	1.190	0.858	0.595	0.648	1.655	1.140	0.895	1.590	1.310	0.765	1.753	0.628	0.500	0.383	0.698										
19	1.300	2.575	1.108	0.828	1.223	0.960	1.010	2.020	1.503	1.260	1.680	1.673	1.130	2.115	0.993	0.863	0.748	1.063	0.365									
20	1.300	3.025	1.538	0.395	1.515	1.390	1.443	2.450	1.935	1.690	2.110	2.105	1.560	2.550	1.468	1.295	1.178	1.493	0.795	0.430								
21	0.125	1.728	0.430	1.250	0.615	0.100	0.168	1.090	0.625	0.470	0.838	0.785	0.288	1.228	0.083	0.258	0.148	0.455	0.530	0.895	1.325							
22	0.608	1.470	0.548	2.280	1.078	0.568	0.455	0.583	0.128	0.375	0.225	0.273	0.420	0.678	0.600	0.775	0.728	0.905	1.110	1.475	1.905	0.580						
23	1.423	0.285	1.678	3.125	1.950	1.383	1.275	1.298	1.235	1.615	1.200	1.050	1.240	1.393	1.418	1.590	1.535	1.788	1.925	2.290	2.725	1.388	1.138					
24	1.985	0.300	2.263	3.700	2.525	1.968	1.858	1.930	1.818	2.065	1.763	1.650	1.825	1.978	2.000	2.173	2.125	2.373	2.500	2.875	3.300	1.980	1.768	0.583				
25	1.735	2.370	2.043	1.840	2.183	1.713	1.593	2.368	1.758	2.005	2.088	2.020	1.610	2.435	1.745	1.825	1.665	2.025	1.325	1.370	1.523	1.705	1.710	2.138	2.675			

Tabel 3. Matriks Penghematan (Jam)

Dari/Ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
1																												
2	0.103																											
3	0.010	0.408																										
4	-0.002	0.565	0.818																									
5	-0.003	0.240	1.737	0.190																								
6	0.110	0.078	0.025	0.015	0.053																							
7	1.160	0.470	0.087	0.075	0.160	0.230																						
8	0.748	0.698	0.130	0.360	0.145	0.213	1.083																					
9	0.140	0.745	0.153	0.410	0.123	0.045	0.570	0.845																				
10	0.978	0.488	0.138	0.155	0.153	0.215	1.585	1.138	0.658																			
11	1.083	0.465	0.130	0.130	0.203	0.270	1.615	1.083	0.613	1.530																		
12	0.205	0.128	-0.013	0.065	0.100	0.170	0.368	0.305	0.097	0.305	0.365																	
13	1.148	0.510	0.125	0.115	0.203	0.273	2.313	1.040	0.660	1.633	1.655	0.388																
14	-0.080	0.208	0.025	0.195	0.078	-0.075	0.088	0.210	0.143	0.052	0.050	-0.103	0.052															
15	-0.097	0.310	0.273	0.378	0.060	-0.083	-0.180	0.113	0.133	0.035	0.068	-0.120	0.037	0.073														
16	-0.015	0.133	0.445	0.150	0.115	0.013	0.163	0.103	0.067	0.118	0.115	-0.025	0.120	0.085	0.103													
17	-0.003	0.565	0.495	0.965	0.153	0.013	0.050	0.343	0.390	0.135	0.128	-0.025	0.130	0.165	0.413	0.210												
18	-0.015	0.315	1.210	0.383	0.115	0.010	0.077	0.115	0.138	-0.158	0.115	-0.025	0.118	0.055	0.258	0.430	0.383											
19	0.333	0.653	2.275	0.720	0.453	0.350	0.415	0.455	0.475	0.455	0.455	0.313	0.458	0.393	0.598	0.768	0.720	1.533										
20	-0.118	0.223	2.708	0.428	0.023	-0.083	-0.015	0.023	0.045	0.025	0.023	-0.118	0.023	-0.083	0.165	0.338	0.290	1.103	2.170									
21	0.005	0.155	0.678	0.153	0.138	0.018	0.170	0.158	0.090	0.123	0.168	-0.020	0.170	0.128	0.028	0.193	0.153	0.193	0.530	0.100								
22	0.745	0.520	0.130	0.173	0.153	0.213	1.160	1.138	0.668	1.218	1.163	0.330	1.203	0.093	-0.007	0.095	0.185	0.095	0.433	-1.173	0.153							
23	2.745	0.205	0.100	0.115	0.153	0.208	1.260	0.845	0.243	1.058	1.200	0.325	1.303	0.090	-0.008	0.103	0.118	0.095	0.433	-0.695	0.160	0.893						
24	3.293	0.183	0.087	0.103	0.130	0.188	1.190	0.825	0.355	1.058	1.163	0.303	1.280	0.070	-0.028	0.075	0.095	0.083	0.410	0.108	0.130	0.825	2.825					
25	0.973	0.153	1.698	0.195	0.135	0.203	0.503	0.635	0.165	0.483	0.543	0.268	0.573	0.075	0.070	0.285	0.193	1.008	1.665	2.198	0.155	0.633	1.020	1.045				

Setelah melakukan perhitungan matriks penghematan, langkah berikutnya adalah menentukan rute berdasarkan nilai dari nilai penghematan terbesar. Langkah awal adalah memilih pasangan dengan penghematan yang terbesar dan tidak melebihi kapasitas kendaraan. Rekapitulasi perhitungan menggunakan metode *Clarke-Wright Algorithm* dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari hasil yang diperoleh pada Tabel 4 metode *Clarke-Wright Algorithm* memiliki 13 rute. Total jarak yang dihasilkan adalah 993.200 km dan total waktu sebesar 59.967 jam.

Tabel 4. Rekapitulasi Metode *Clarke-Wright Algorithm*

No	Rute	Kapasitas (Air Mineral Karton)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Loading (Jam)	Waktu Unloading (Jam)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Jam)
1	0-1-24-0	1100	3.893	1.833	0.820	155.700	6.546
2	0-3-20-19-0	1200	3.928	2.000	1.083	157.100	7.011
3	0-7-11-0	1100	2.310	1.833	0.917	92.400	5.060
4	0-13-23-0	1200	4.088	2.000	1.333	163.500	7.421
5	0-8-10-2-0	1200	2.280	2.000	1.067	91.200	5.347
6	0-18-25-0	1000	3.658	1.667	0.867	146.300	6.191
7	0-4-17-0	1100	1.285	1.833	0.933	51.400	4.052
8	0-6-12-0	1100	0.235	1.833	0.917	9.400	2.985
9	0-16-21-0	800	0.488	1.333	0.800	19.500	2.621
10	0-9-15-0	1000	1.058	1.667	0.833	42.300	3.558
11	0-5-0	1200	0.225	2.000	1.000	9.000	3.225
12	0-14-0	800	0.170	1.333	0.667	6.800	2.170
13	0-22-0	1000	1.215	1.667	0.900	48.600	3.782
Jumlah Total						993.200	59.967

3.3 Hasil Perhitungan Metode *Sequential Insertion*

Metode *sequential insertion* pada dasarnya melakukan pembentukan rute dengan menyisipkan suatu pelanggan yang belum ditugaskan ke dalam suatu rute. Langkah awal adalah menyisipkan suatu pelanggan ke dalam rute untuk menentukan pelanggan awal yang dikunjungi rute tersebut. Penyisipan disusun berdasarkan depot, pelanggan, depot. Kemudian memilih dari setiap rute tersebut dengan total waktu terkecil. Bila rute saat ini masih memiliki sisa kapasitas pada kendaraan untuk pelanggan selanjutnya, dilakukan penyisipan pada rute saat ini dengan pelanggan lain yang belum ditugaskan. Pembentukan rute selanjutnya dilakukan dengan langkah yang sama hingga seluruh pelanggan dikunjungi. Rekapitulasi hasil perhitungan metode *Sequential Insertion* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode *Sequential Insertion*

No	Rute	Kapasitas (Air Mineral Karton)	Waktu Perjalanan (Jam)	Waktu Loading (Jam)	Waktu Unloading (Jam)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Jam)
1	0-21-2-6-0	1200	1.058	1.667	1.000	42.300	3.724
2	0-15-5-0	1200	0.485	1.500	0.767	19.400	2.752
3	0-16-12-0	1100	0.740	1.833	1.000	29.600	3.573
4	0-11-8-4-0	1200	2.813	2.167	1.083	112.500	6.063
5	0-3-19-18-0	1200	3.593	2.000	1.117	143.700	6.709
6	0-9-10-0	1000	1.883	1.667	0.833	75.300	4.383
7	0-14-23-0	1200	2.925	2.000	1.000	117.000	5.925
8	0-17-20-0	1200	3.275	2.000	1.033	131.000	6.308
9	0-7-24-0	900	5.050	1.500	0.800	202.000	7.350
10	0-22-0	1000	1.215	1.667	0.900	48.600	3.782
11	0-25-0	500	3.470	0.833	0.450	138.800	4.753
12	0-13-0	800	2.545	1.333	1.000	101.800	4.878
13	0-1-0	800	3.215	1.333	0.520	128.600	5.068
Jumlah Total						1290.600	65.268

Dari hasil yang diperoleh pada Tabel 5. metode *Sequential Insertion* memiliki 13 rute. Total jarak yang dihasilkan adalah 1290.600 km dan total waktu sebesar 65.268 jam.

3.4 Analisis Perbandingan Rute Pendistribusian

Nilai jarak dan total waktu tempuh PT. Al-Masoem Muawanah dalam mendistribusikan air mineral karton dengan metode *clarke-wright algorithm* dan *sequential insertion* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Kedua Metode

No	Rute CWA	Kapasitas CWA (Air Mineral Karton)	Total Jarak CWA (Km)	Total Waktu CWA (Jam)	Rute SI	Kapasitas SI (Air Mineral Karton)	Total Jarak SI (Km)	Total Waktu SI (Jam)	
1	0-1-24-0	1100	155.700	6.546	0-21-2-6-0	1200	42.300	3.724	
2	0-3-20-19-0	1200	157.100	7.011	0-15-5-0	1200	19.400	2.752	
3	0-7-11-0	1100	92.400	5.060	0-16-12-0	1100	29.600	3.573	
4	0-13-23-0	1200	163.500	7.421	0-11-8-4-0	1200	112.500	6.063	
5	0-8-10-2-0	1200	91.200	5.347	0-3-19-18-0	1200	143.700	6.709	
6	0-18-25-0	1000	146.300	6.191	0-9-10-0	1000	75.300	4.383	
7	0-4-17-0	1100	51.400	4.052	0-14-23-0	1200	117.000	5.925	
8	0-6-12-0	1100	9.400	2.985	0-17-20-0	1200	131.000	6.308	
9	0-16-21-0	800	19.500	2.621	0-7-24-0	900	202.000	7.350	
10	0-9-15-0	1000	42.300	3.558	0-22-0	1000	48.600	3.782	
11	0-5-0	1200	9.000	3.225	0-25-0	500	138.800	4.753	
12	0-14-0	800	6.800	2.170	0-13-0	800	101.800	4.878	
13	0-22-0	1000	48.600	3.782	0-1-0	800	128.600	5.068	
Jumlah Total				59.967	Jumlah Total				65.268

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6 bahwa rute yang dihasilkan dengan kedua metode memiliki jumlah rute yang sama yaitu 13. Tetapi pada masing-masing metode yang digunakan memiliki perbedaan di setiap rute yang dikunjunginya. Karena rute kunjungan pada metode *clarke-wright algorithm* mengutamakan nilai penghematan, sedangkan pada metode *sequential insertion* mengutamakan pada total waktu yang lebih kecil untuk setiap rute. Total waktu yang dihasilkan dari kedua metode pada Tabel 6 memiliki nilai yang berbeda. Metode *clarke-wright algorithm* menghasilkan total waktu sebesar 59.967 jam dan metode *sequential insertion* menghasilkan total waktu sebesar 65.268. Selisih dari kedua metode tersebut menghasilkan penghematan total waktu sebesar 5.301 jam.

Perbedaan yang cukup besar dengan rute menggunakan metode *clarke-wright algorithm* dipengaruhi berdasarkan penghematan dari satu pelanggan ke pelanggan lainnya. Semakin besar nilai penghematan yang diperoleh maka akan semakin baik hasil yang didapat. Sehingga total waktu dan rute kunjungan yang terbentuk berbeda dengan metode *sequential insertion*. Penggunaan dengan metode *sequentialinsertion* lebih mengutamakan pada hasil total waktu terkecil pada saat penyisipan antara pelanggan dengan depot. Faktor jarak mempengaruhi nilai dari total waktu yang dihasilkan, karena di setiap pelanggan yang dikunjungi memiliki jarak yang berbeda.

Kendala dalam penelitian ini untuk penggunaan metode *clarke-wright algorithm* adalah batasan kapasitas kendaraan. Jika batasan kapasitas dapat menampung lebih dari 1200 karton, kendaraan dapat mengunjungi lebih dari 2 pelanggan dalam sekali jalan. Penggunaan metode *sequential insertion* pada penelitian ini mengutamakan pada total waktu terkecil, data akhir yang dihasilkan terdapat rute yang memiliki nilai waktu yang kecil. Karena setiap pelanggan memiliki permintaan yang besar dan berbeda satu sama lain dan jarak yang dekat.

3.5 Analisis Utilitas Terhadap Rute Yang Terbentuk

Utilitas kapasitas dari setiap rute yang terbentuk dalam pendistribusian air mineral karton dengan metode *Clarke-Wright Algorithm* dan *Sequential Insertion* dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Utilitas Kapasitas Metode *Clarke-Wright Algorithm*

No	Rute CWA	Kapasitas CWA (Air Mineral Karton)	Total Waktu CWA (Jam)	Utilitas Kapasitas (%)
1	0-1-24-0	1100	6.546	91.67
2	0-3-20-19-0	1200	7.011	100
3	0-7-11-0	1100	5.060	91.67
4	0-13-23-0	1200	7.421	100
5	0-8-10-2-0	1200	4.280	100
6	0-18-25-0	1000	6.191	83.33
7	0-4-17-0	1100	4.052	91.67
8	0-6-12-0	1100	2.985	91.67
9	0-16-21-0	800	2.621	66.67
10	0-9-15-0	1000	3.558	83.33
11	0-5-0	1200	3.225	100
12	0-14-0	800	2.170	66.67
13	0-22-0	1000	3.782	83.33

Tabel 8. Utilitas Kapasitas Metode *Sequential Insertion*

No	Rute SI	Kapasitas SI (Air Mineral Karton)	Total Waktu SI (Jam)	Utilitas Kapasitas (%)
1	0-21-2-6-0	1200	3.724	100
2	0-15-5-0	1200	2.752	100
3	0-16-12-0	1100	3.573	91.667
4	0-11-8-4-0	1200	6.063	100
5	0-3-19-18-0	1200	6.709	100
6	0-9-10-0	1000	4.383	83.333
7	0-14-23-0	1200	5.925	100
8	0-17-20-0	1200	6.308	100
9	0-7-24-0	900	7.350	75.000
10	0-22-0	1000	3.782	83.333
11	0-25-0	500	4.753	41.667
12	0-13-0	800	4.878	66.667
13	0-1-0	800	5.068	66.667

Utilitas dari setiap rute terdiri atas utilitas kapasitas dimana utilitas kapasitas memiliki batasan kapasitas maksimal yaitu 1200 karton. Utilitas kapasitas dari metode *clarke-wright algorithm* sudah cukup baik. Utilitas kapasitas pada metode *sequentialinsertion* sudah cukup baik, namun terdapat satu rute yaitu 0-25-0 yang memiliki utilitas 41.667%. Hal ini disebabkan karena permintaan pelanggan 25 hanya 500 karton, maka kapasitas muat angkut yang tersisa 700 karton. Sedangkan pelanggan yang tersisa yaitu pelanggan 13 dan 1

memiliki permintaan masing-masing 800 karton. Karena permintaan pelanggan selanjutnya adalah 800 karton, maka kapasitas angkut tidak bisa memenuhi, sehingga rute untuk pelanggan 13 dan pelanggan 1 harus terpisah.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian mengenai pembentukan rute menggunakan metode *clarke-wright algorithm* dan *sequential insertion* adalah sebagai berikut:

1. Rute yang dihasilkan dengan metode *clarke-wright algorithm* dan metode *sequential insertion* adalah 13 rute. Tetapi pada masing-masing metode memiliki perbedaan di setiap rute yang dikunjunginya.
2. Total waktu yang dihasilkan metode *clarke-wright algorithm* adalah 59.967 jam dan metode *sequentialinsertion* adalah 65.268 jam. Selisih dari kedua metode tersebut menghasilkan penghematan total waktu sebesar 5.301 jam.
3. Pengaruh dari perbedaan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah nilai penghematan yang dilakukan dengan metode *clarke-wright algorithm*, sehingga setiap kunjungan pada rute berbeda di setiap metode yang digunakan. Pengaruh dari penggunaan metode *sequential insertion* juga mempengaruhi perbedaan, karena metode ini lebih mengutamakan pada hasil total waktu terkecil. Pengaruh lainnya adalah batasan kapasitas yang memiliki kapasitas sebesar 1200 karton.
4. Utilitas kapasitas dari kedua metode memiliki utilitas yang cukup baik, namun masih terdapat beberapa rute yang memiliki utilitas yang kurang baik. Hal ini dikarenakan kapasitas angkut yang terbatas sehingga hanya dapat melakukan perjalanan untuk satu pelanggan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Oji sebagai manajer dan Bapak Heru selaku kepala bagian pemasaran pada PT. Al-Masoem Muawanah Bandung.

REFERENSI

Chopra, (2010), Supply Chain Management : Strategy, Planning and Operation, Pearson Education.

Prana, R. (2007), Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem, *Jurnal Teknik InformatikaITB*. [Online], Available, <http://dosen.narotama.ac.id/wpcontent/uploads/-2012/03/Aplikasi-Kombinatorial-pada-Vehicle-Routing-Problem-.pdf> [2012, 03 Oktober]