

OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI AIR MINUM QUELLE DENGAN ALGORITMA CLARKE & WRIGHT SAVING DAN MODEL VEHICLE ROUTING PROBLEM

Ade Irman SM¹, Ratna Ekawati², Nuzulia Febriana³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Untirta
Jl. Jend.Sudirman Km.3 Cilegon, Banten 42435
Email : irman@untirta.ac.id

Abstrak . Distribusi merupakan salah satu bagian terpenting dalam perusahaan yang dapat mengacu pada kepuasan pelanggan. Dalam masalah distribusi sering kali terjadi keterlambatan, salah satu penyebab dari berbagai masalah keterlambatan adalah kurang optimalnya penentuan rute distribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang rute distribusi berdasarkan Algoritma Clarke and Wright Saving Heuristik, merancang rute distribusi dengan model penyelesaian Vehicle Routing Problem menggunakan Software LINGO 9.0 dan Memilih rute yang optimal berdasarkan Algoritma Clarke and Wright Saving Heuristik dan rute distribusi dengan model penyelesaian Vehicle Routing Problem menggunakan Software LINGO 9.0 dengan mempertimbangkan utilitas volume alat angkut. Permasalahan pada perusahaan adalah penggunaan alat angkut yang tidak efisien serta jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi produk Quelle yang dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi. Metode yang digunakan adalah algoritma Algoritma Clarke and Wright Saving Heuristik dan model penyelesaian Vehicle Routing Problem. Dhasilkan rute distribusi dengan algoritma carke & wright adalah tiga rute dengan total jarak tempuh 180,7 km, rute dengan model penyelesaian Vehicle Routing Problem dihasilkan tiga rute dengan total jarak tempuh sebesar 115,63 km, sehingga didapatkan rute hasil model vehicle routing problem merupakan rute yang optimal dimana dengan pengurangan jarak distribusi perusahaan sebesar 72,47km.

Kata kunci: Algoritma Clarke and Wright Saving Heuristik, Rute Distribusi, Software LINGO 9.0, Vehicle Routing Problem.

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia akan air mineral terus meningkat sehingga semakin banyak produsen air mineral yang tumbuh untuk memenuhi akan kebutuhan tersebut. Hingga saat ini, jumlah industr air minum dalam kemasan di dalam negeri mencapai 700 unit dengan 2000 merk dagang (Amna, 2016). Produsen membuat air minum dalam kemasan dengan tujuan agar lebih mudah didapatkan oleh para konsumennya dan lebih mudah dalam pendistribusiannya.

Distribusi merupakan salah satu bagian terpenting dalam perusahaan yang dapat mengacu pada kepuasan pelanggan.(Maryanto, 2013). Dalam masalah distribusi sering kali terjadi keterlambatan penerimaan barang pada konsumen yang merupakan penyebab dari kurang memperhatikan permasalahan pencarian jalur tercepat atau terpendek dan pengaturan urutan pelanggan yang akan didatangi dengan berawal dan berakhir pada depot pusat (Sembiring, 2008).

Hingga kini, PT. KDT telah menyuplai Air Minum Dalam Kemasan Galon 19 Liter ke lebih dari 100 perusahaan dan anak perusahaan yang terdapat di kawasan Industri Krakatau Steel, Anyer, Merak hingga Bojonegara. Namun, perusahaan hanya memiliki 8 unit alat angkut yang harus mendistribusikan lebih dari 100 perusahaan secara langsung yang telah dibagi tiap rute hanya satu alat angkut dimana tiap rute menangani lebih dari 10 titik. Sehingga perlu perbaikan untuk memaksimalkan penggunaan alat angkut tanpa mengabaikan kapasitasnya.

Permasalahan pada perusahaan adalah penggunaan alat angkut yang tidak efisien serta jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi produk Quelle yang dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi. Evaluasi ini dilakukan dengan mencari rute distribusi yang optimal. Pada penelitian ini pencapaian rute yang optimal dapat dilihat dari minimasi total jarak tempuh alat angkut dan mempertimbangkan utilitas alat angkut yang digunakan dimana muatan yang diangkut tidak melampaui kapasitas alat angkut. Penelitian ini dilakukan pada 3 rute yaitu Bojonegara, KIEC-Anyer 1 dan KIEC-Anyer 2. Dimana alat angkut pada kedua rute tersebut adalah *type Double* dengan kapasitas 300 galon.

Vehicle routing problem (VRP) menurut Miller 1999 dalam (Kurniawan, 2014) dalam adalah suatu permasalahan penentuan rute pengiriman distribusi yang melibatkan sekumpulan rute alat angkut yang berpusat pada suatu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaanya masing-masing. Depot merupakan tempat alat angkut memulai dan mengakhiri perjalanan pendistribusian barang atau jasa. Selain itu setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali. Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan pelanggan. VRP dapat didefinisikan sebagai suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute dilalui oleh satu alat angkut yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga kebutuhan/ permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasi yang ada, juga dengan meminimalisasi biaya transportasi global (Toth dan Vigo, 2002).Berikut ini merupakan rumus dasar VRP:

Fungsi tujuan :
Minimumkan $Z = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V, i \neq j} c_{ij} X_{i,j}$ Dengan batasan:

$$\sum_{i \in V} X_{i,j} = 1, \quad i = 1, 2, 3..30, \quad (1)$$

$$\sum_{j \in V} X_{i,j} = 1, \quad j = 1, 2, 3..30, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in V} X_{i,0} = 1, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V} X_{0,j} = 1, \quad (4)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{i,j} = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{i,j} \quad (5)$$

$$U_i - U_j + Q \times X_{i,j} \leq Q - d_j, \quad i, j = 1..30, i \neq j \quad (6)$$

$$d_i \leq U_i \leq Q, \quad i = 1, 2, 3..30 \quad (7)$$

$$X_{i,j} \in \{0,1\} \quad i, j = 1, 2, 3..30 \quad (8)$$

$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika alat angkut mengunjungi simpul } v_i \text{ setelah simpul } v_j \\ 0 & \text{jika selainnya} \end{cases}$

Keterangan:
 i, j = node pelanggan
 C_{ij} = jarak antera simpul v_i ke simpul v_j
 d_i = jumlah permintaan pada simpul v_i
 Q = kapasitas masing – masing alat angkut
 U = alat angkut k melayani simpul v_i

Pada VRP, masing-masing alat angkut yang digunakan untuk melakukan pelayanan barang atau jasa memiliki kapasitas tertentu sehingga sering disebut juga sebagai *Capacitated Vehicle Routing Problem* (Priwarnela, 2012). terdapat beberapa metode penyelesaian VRP, pada penelitian ini digunakan Algoritma *Clarke and Wright Saving* Heuristik, dan model penyelesaian *Vehicle Routing Problem*.

Metode *saving matrix* adalah metode untuk meminimumkan jarak, waktu atau biaya dengan mempertimbangkan kendala yang ada (Ikhsan, 2013). Algoritma *clarke and wright saving* merupakan metode yang ditemukan oleh Clarke dan Wright pada tahun 1964. Metode ini dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute alat angkut dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik atau optimal, dan metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) utilitas memiliki pengertian kegunaan atau manfaat. Dalam pendistribusian, utilitas yang dilihat adalah utilitas alat angkut (mobil) yang digunakan dalam mendistribusian produk.

A. Algoritma *Clarke and Wright*

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam algoritma *clarke and wright*:

1. Menyiapkan data yang dibutuhkan yaitu, jumlah alat angkut dan kapasitasnya, jumlah pelanggan yang dilayani, data jarak antar pelanggan dan antat depot dan pelanggan untuk dibuat sebuah matriks jarak.
2. Menghitung nilai penghematan (S_{ij}) dan membuat matriks penghematan dengan rumus:

$$S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij} \quad (1)$$

Dimana,

C_{0i} = Jarak dari depot ke node i

C_{ij} = Jarak dari node i ke node j

S_{ij} = Nilai penghematan jarak dari node i ke node j

3. Memilih nilai penghematan terbesar (S_{ij} Max), kemudian membuat rute dengan kedua node terpilih. Kemudian memilih jarak terdekat dengan jalur selanjutnya. Iterasi selanjutnya adalah dengan mencoret baris dan kolom dimana terdapat nilai penghematan tertinggi ke-2. Iterasi akan berhenti apabila semua entri dalam baris dan kolom sudah terpilih.

B. Model Penyelesaian *Vehicle Routing Problem*

Dalam menyelesaikan model dengan bantuan Lingo, terdapat 4 tahapan sebagai berikut

1. Pembentukan model matematis.
Model matematis yang digunakan adalah model dasar *Vehicle Routing Problem*.
2. *Running* dan *solving* model pada LINGO.
Proses *running* dilakukan dengan menerjemahkan model matematis kedalam bahasa pemrograman LINGO dan menjalankan solver dengan mengklik lambang *solver*.
3. Interpretasi dan analisa.

C. Utilitas Volume Alat Angkut

Berikut ini merupakan cara menghitung utilitas dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sembiring, 2008):

$$Utilitas = \frac{\text{Jumlah demand yang diangkut}}{\text{kapasitas alat angkut}} \times 100\% \quad (2)$$

2. Pembahasan

Tabel 1 Data Volume Permintaan Pelanggan PT. Krakatau Daya Tirta

No	Nama Perusahaan	Volume Permintaan Harian	No.	Nama Perusahaan	Volume Permintaan Harian
X ₁	PT. KDT	0	X ₁₆	Serasi Auto Serang	3
X ₂	PT. Pelat Timah Nusantara	32	X ₁₇	Krakatau Steel Group	95
X ₃	SPBU Tegal Wangi	3	X ₁₈	PT. Wahana Sentana Baja	5
X ₄	Bumimerak Terminalindo	5	X ₁₉	PT. Sigma Mitra Sejati	13
X ₅	Bumimerak Pull	1	X ₂₀	PT. Multi Sentana Baja	5
X ₆	PT. Castrol Indonesia	9	X ₂₁	PT. Sentral Usaha Tama Jaya	59
X ₇	Balai Krantina Prov. Banten	4	X ₂₂	PT. Golden Grand Mill	12
X ₈	PT. Pertamina	6	X ₂₃	PT. Cemindo Gemilang	39
X ₉	PT. Indonesia Power	33	X ₂₄	PT. Jawamanis	76
X ₁₀	Bakrie Construction	24	X ₂₅	PT. Krakatau Bandar Samudra	37
X ₁₁	PT. Gunanusa	100	X ₂₆	PT. Bam Internasional	3
X ₁₂	PT Tribina Panutan Shell	2	X ₂₇	PT. Bungasari Flour Mills	18
X ₁₃	PT. Multimas Asahan	16	X ₂₈	PT. Krakatau Tirta Industri	20
X ₁₄	PT. Astasity Mahadahana	3	X ₂₉	PT. KPDP	7
X ₁₅	Hotel Mangku Putra	15	X ₃₀	Apotik Ananda	1

Tabel 2 Rute Eksisting Perusahaan

Rute	Sub-Rute	Volume permintaan diangkut (galon)	Jarak (km)	Total Jarak (km)
1	1-X ₂ -X ₃ -X ₅ -X ₆ -X ₇ -X ₈ -X ₉ -X ₁₀ -X ₁₁ X ₁₂ -X ₁₃ -X ₄ -X ₁₄ -X ₁₅ -X ₁₆ -1	252	106,0	188,1
2	1 -X ₁₇ -X ₁₈ -X ₁₉ -X ₂₀ -X ₂₁ -X ₂₂ -X ₂₃ -X ₂₄ -1	304	44,3	
3	1-X ₂₅ -X ₂₆ -X ₂₇ -X ₂₈ -X ₂₉ -X ₃₀ -1	86	37,8	

Berdasarkan tabel diatas, total jarak yang selama ini ditempuh oleh alat angkut pada perusahaan cukup jauh. Serta terdapat alat angkut yang mengangkut volume perimntaan melebihi kapasitas alat angkut yang tersedia yaitu pada alat angkut 2 yang melayani rute 2, sedangkan pada alat angkut 3 yang melayani rute 3 mengangkut tidak lebih dari setengah kapasitas yang dimiliki. Sehingga perusahaan perlu melakukan evaluasi pada rute distribusi.

A. Pengolahan Algoritma *Clarke And Wright*

Tabel 3 *Saving* Matriks

\Ke Dari	1	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	...	X ₃₀
1										
X ₂			1,6	1,6	3,4	1,6	1,6	1,6	1,6	-0,2
X ₃				5,3	7,0	7,0	5,2	5,3	5,2	0,7
X ₄					10,3	5,9	10,9	10,9	12,3	-1,1
X ₅						6,8	12,3	12,5	12,4	0,7
X ₆							5,8	5,9	5,8	0,6
X ₇								10,5	10,9	-1,1
X ₈									23,7	-3,0
...										...
X ₃₀										

Contoh perhitungan:

Jarak antar pelanggan (C_{i,j}) didapatkan dari data jarak yang ditampilkan pada Lampiran 1.

Node-2 ke node-3

$$S_{2,3} = c_{1,2} + c_{1,3} - c_{2,3}$$

$$S_{2,3} = 2,4 + 3,5 - 4,3$$

$$S_{2,3} = 1,6$$

Setelah didapatkan matrik penghematan, maka dilakukan iterasi seperti pada langkah-langkah yang telah dijelaskan. sehingga mendapatkan rute hasil algoritma *clarke and wright* sebagai berikut:

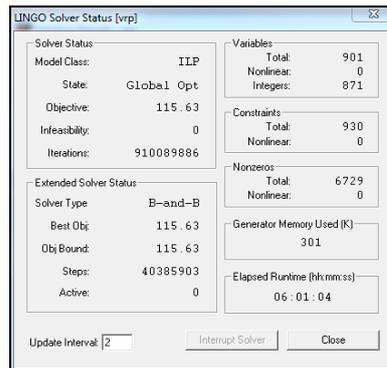
Tabel 4 Hasil Rute Berdasarkan Algoritma *Clarke and Wright Savings* Heuristik

Rute	Sub-Rute	Volume permintaan diangkut (galon)	Jarak (km)	Total Jarak (km)
1	1 - X ₅ - X ₈ - X ₉ - X ₁₀ - X ₁₁ - X ₁₃ - X ₁₄ - X ₁₅ - X ₁₈ - X ₇ - X ₁₂ - X ₁₆ - X ₁₉ - 1	221	91,9	180,7
2	1 - X ₂₂ - X ₂₃ - X ₂₄ - X ₂₅ - X ₂₇ - X ₁₇ - X ₄ - 1	282	37,3	
3	1 - X ₂₈ - X ₂₉ - X ₂ - X ₂₀ - X ₂₁ - X ₃ - X ₆ - X ₃₀ - X ₂₆ - 1	139	51,6	

Total jarak tempuh rute hasil algoritma *clarke and wright savings* mengalami pengurangan jika dibandingkan dengan rute distribusi eksisting perusahaan yaitu sebesar 7,4 km, dimana pada rute eksisting perusahaan jarak yang ditempuh sebesar 188,1 km sedangkan pada rute hasil algoritma *clarke and wright savings* jarak yang ditempuh sebesar 180,7 km. Pengurangan jarak dikarenakan metode ini dilakukan dengan menghitung penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh yang digunakan dengan mengaitkan pelanggan-pelanggan yang ada dan menjadikan sebuah rute yang berdasarkan nilai *saving* terbesar yaitu jarak tempuh antara pelanggan awal sampai pelanggan tujuan.

B. Model Penyelesaian *Vehicle Routing Problem*

Model matematika diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman LINGO 9.0. lalu akan dilakukan penyelesaian dengan memilih menu *solver* pada *toolbar*. Sehingga akan didapatkan tampilan jendela *solver status* seperti berikut:



Gambar 1 Status Solver Window LINGO 9.0

Pada gambar diatas didapatkan bahwa, nilai objektif terbaik sebesar 115,63 dengan jumlah iterasi sebanyak 910.099.886 dengan runtime selama 106 jam 1 menit 04 detik dan menggunakan tipe penyelesaian *branch and bound*. Pada *solution report* ini terdapat variabel 1-0 yang merupakan variabel keputusan, dimana untuk setiap X_{ij} yang memiliki nilai 0 artinya node tersebut tidak dilayani. Sedangkan untuk setiap X_{ij} yang memiliki nilai 1 artinya node tersebut dilayani. Terdapat asumsi bahwa setiap satu rute yang dihasilkan akan dilayani oleh 1 alat angkut. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil Rute Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan *Software* LINGO 9.0

Rute	Sub-Rute	Volume permintaan diangkut (galon)	Jarak (km)	Total Jarak (km)
1	1-X ₂ -X ₂₈ - X ₁₇ -X ₁₈ -X ₁₃ -X ₁₆ X ₁₂ - X ₁₄ -X ₁₅ -X ₁₉ -X ₃₀ -1	210	38,0	115,63
2	1-X ₃ -X ₆ - X ₄ -X ₇ -X ₅ -X ₈ -X ₉ -X ₁₀ -X ₁₁ - X ₂₀ -X ₂₉ -1	197	50,4	
3	1-X ₂₁ -X ₂₇ -X ₂₅ -X ₂₂ -X ₂₄ -X ₂₃ -X ₂₆ -1	244	27,3	

Total jarak tempuh yang dihasilkan model penyelesaian *vehicle routing problem* merupakan total jarak yang paling minimum jika dibandingkan dengan rute eksisting dan rute algoritma *clarke & wright saving*. Hal ini dikarenakan metode eksak merupakan metode yang mencari setiap solusi yang memungkinkan sampai setidaknya satu nilai terbaik diperoleh (Toth dan Vigo, 2002), penggunaan *software* LINGO yang dapat digunakan untuk mencari solusi paling optimum serta penggunaan penyelesaian *branch and bound solver* pada *software* LINGO. Dan tidak ada alat angkut yang mengangkut volume permintaan melebihi kapasitas alat angkutnya, hal ini dikarenakan terdapat batasan kendala pada model matematika *vehicle routing problem* yaitu pada batasan ke-6 dan ke-7.

C. Perhitungan Utilitas Volume Alat Angkut

Berikut ini merupakan perhitungan utilitas volume alat angkut pada rute eksisting, rute hasil algoritma *clarke and wright* dan rute hasil model penyelesaian *vehicle routing problem*:

1. Rute Eksisting Perusahaan

Jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 1 sebesar 252 unit, jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 2 sebesar 307 unit dan jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 3 sebesar 86 unit. Dimana tiap alat angkut memiliki kapasitas sebesar 300 unit.

$$\begin{aligned}
 \text{Utilitas alat angkut 1} &= \frac{252}{300} \times 100\% \\
 &= 0,84 \times 100\% \\
 &= 84\% \\
 \text{Utilitas alat angkut 2} &= \frac{307}{300} \times 100\% \\
 &= 1,023 \times 100\% \\
 &= 102,3\% \\
 \text{Utilitas alat angkut 3} &= \frac{86}{300} \times 100\% \\
 &= 0,286 \times 100\% \\
 &= 28,6\%
 \end{aligned}$$

2. Rute Algoritma *Clarke and Wright Savings* Heuristik

Jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 1 sebesar 221 unit, jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 2 sebesar 282 unit, dan jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 3 sebesar 139 unit. Dimana tiap alat angkut memiliki kapasitas sebesar 300 unit.

$$\begin{aligned} \text{Utilitas alat angkut 1} &= \frac{221}{300} \times 100\% \\ &= 0,7367 \times 100\% \\ &= 73,67\% \\ \text{Utilitas alat angkut 2} &= \frac{282}{300} \times 100\% \\ &= 0,94 \times 100\% \\ &= 94\% \\ \text{Utilitas alat angkut 3} &= \frac{139}{300} \times 100\% \\ &= 0,46 \times 100\% \\ &= 46\% \end{aligned}$$

3. Rute Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan *Software* LINGO 9.0

Jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 1 sebesar 201 unit, jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 2 sebesar 197 unit, dan jumlah demand yang diangkut oleh alat angkut 3 sebesar 244 unit. Dimana tiap alat angkut memiliki kapasitas sebesar 300 unit.

$$\begin{aligned} \text{Utilitas alat angkut 1} &= \frac{201}{300} \times 100\% \\ &= 0,67 \times 100\% \\ &= 67\% \\ \text{Utilitas alat angkut 2} &= \frac{197}{300} \times 100\% \\ &= 0,657 \times 100\% \\ &= 65,7\% \\ \text{Utilitas alat angkut 3} &= \frac{244}{300} \times 100\% \\ &= 0,813 \times 100\% \\ &= 81,3\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas utilitas volume alat angkut pada rute eksisting dan hasil algoritma *clarke and wright saving heuristic* tidak rata yang artinya penggunaan alat angkut pada rute eksisting dan rute hasil Algoritma *clarke and wright saving heuristic* terdapat alat angkut yang memiliki volume angkut berlebih dan ada beberapa alat angkut yang memiliki volume angkut yang masih jauh dari kapasitas yang tersedia sehingga penggunaan alat angkut pada rute eksisting dan hasil algoritma *clarke and wright saving heuristic* belum digunakan secara optimal. Namun pada rute berdasarkan hasil model penyelesaian VRP menggunakan *software* LINGO didapatkan utilitas volume alat angkut yang hampir merata dan tidak ada alat angkut yang memiliki volume berlebih. Sehingga rute hasil pengolahan dengan model penyelesaian VRP dapat dikatakan lebih baik dari pada rute eksisting dan rute usulan dengan Algoritma *clarke and wright saving heuristic* berdasarkan utilitas alat angkut yang digunakan.

3. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan algoritma *clarke and wright savings* didapatkan tiga rute dimana setiap rute hanya menggunakan satu alat angkut. Dengan total jarak yang ditempuh sejauh 180,7 km. Dan rute hasil model penyelesaian *vehicle routing problem* yang terbentuk ada 3 rute dengan total jarak angkut pada ketiga rute tersebut sebesar 115, 63 km. Berdasarkan total jarak dan utilitas volume permintaan yang diangkut didapatkan bahwa rute hasil model penyelesaian *vehicle routing problem*.

Daftar Pustaka

- [1]. Amna, M. A. 2016. Industri Air Minum Kemasan Indonesia Bisa Jadi yang Terbesar di ASEAN. <http://indusrti.bisnis.com/read/20160226/43/522798/industri-air-minum-kemasan-indonesia-bisa-jadi-yang-terbesar-di-asean>. 13 Mei 2016 (00:12:09).

- [2]. Ikhsan, A.N.2013.Optimalisasi Distribusi Produk Menggunakan Daerak Penghubung dan Metode *Saving Matrix*, *Jurnal REKAVASI*, Vol. 1 No. 1, 1-10, halaman 3
- [3]. Kurniawan, S.I. 2014. Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke and Wright Saving* (Studi Kasus di PT. X Bandung), *Jurnal Teknik Industri Itensi*, Vol. 01 – No.4, halaman 2.
- [4]. Maryanto. 2013. Penentuan Rute Dan Analisis Sistem Distribusi Yang Optimal Dalam Upaya Efisiensi Biaya Distribusi, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, Volume 1 – No. 2, halaman 2.
- [5]. Priwarnela, R. 2012. Aplikasi Algoritma Hybrida Dua Tahap Pada *Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows*, Laporan Tugas Akhir, Universitas Indonesia, Depok.(Halaman 4)
- [6]. Sembiring, A.C. 2008. Penentuan Rute Distribusi Produk yang Optimal dengan Menggunakan Algoritma Heuristik pada PT. Coca-cola Bottling Indonesia Medan, Laporan Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan
- [7]. Toth, P dan Vigo, D. 2002. *The Vehicle Routing Problem*, Society fo Industrial and Applied