

Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings* (Studi Kasus di PT. X Bandung)*

INDRA SIDIK KURNIAWAN, SUSY SUSANTY, HARI ADIANTO

Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung

Email: indraisk@yahoo.co.id; indraaaisk@gmail.com

ABSTRAK

PT. X merupakan depot yang bertugas mendistribusikan air mineral dalam kemasan kepada pelanggan dalam lingkup Kota Bandung dan sekitarnya. Persoalan yang diteliti yaitu usulan rute pendistribusian dari distributor kepada pelanggan. Rute pendistribusian masih kurang efektif dan efisien dikarenakan pendistribusian dilakukan berdasarkan intuisi sehingga rute pendistribusian belum optimal. Penelitian ini akan diselesaikan dengan metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings dengan harapan dapat meminimasi jarak yang akan dilalui oleh kendaraan. Cara kerja metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings adalah pemilihan lokasi pelanggan berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir dan penentuan pelanggan berdasarkan nilai penghematan jarak terbesar sehingga dihasilkan rute pendistribusian yang efektif dan efisien.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Clarke & Wright Savings*

ABSTRACT

PT. X is depot who served distribute bottled mineral water to customers in scope city of bandung and around. The issues examined are proposed routes of distribution from the distributor to the customers. The route of the distribution of that is less effective and efficient because of distribution is based on the intuition so the route of the distribution of not optimal. This study will be completed with the Nearest Neighbour and Clarke & Wright Savings methods in hopes of minimize the distance to be traversed by vehicles. Nearest Neighbour and Clarke & Wright Savings Methods selection customers location based on the nearest distance from the last and Determination customers based on value thrift the greatest distance thus produced route distribution effective and efficient.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Clarke & Wright Savings*

* 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

PT. X merupakan depot atau distributor yang bertugas mendistribusikan air mineral dalam kemasan kepada pelanggan dalam lingkup Kota Bandung dan sekitarnya. Proses pendistribusian dilakukan dengan menggunakan kendaraan truk dengan jumlah yang terbatas yaitu 12 truk. Lokasi pelanggan yang tersebar di beberapa lokasi yang jaraknya bervariasi dan jumlah permintaan yang berbeda membuat PT. X perlu membuat pendekatan untuk menentukan rute yang akan dilalui truk pada setiap proses pendistribusian. Saat ini perusahaan melakukan pemilihan rute berdasarkan intuisi dengan pembagian tugas supir berdasarkan wilayah tanpa ada ketentuan rute pelanggan mana yang harus dilayani terlebih dahulu.

Permasalahan penentuan rute disebut dengan *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pendistribusian dimana kendaraan berangkat dari depot lalu menuju pelanggan dan kembali lagi ke depot. Penelitian VRP ini diselesaikan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings*. Cara kerja metode *Nearest Neighbour* adalah pemilihan lokasi pelanggan berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir. Sedangkan *Clarke & Wright Savings* adalah penentuan pelanggan yang akan dilayani berdasarkan nilai penghematan jarak terbesar. Arinalhaq (2012) telah melakukan pengembangan metode *Nearest Neighbour* untuk menyelesaikan permasalahan pengumpulan dan pengangkutan sampah di kota Bandung. Dan Saputra (2012) telah melakukan pengembangan metode *Clarke & Wright Savings* untuk menyelesaikan permasalahan pengiriman produk sepatu di Jawa Barat.

1.2 Identifikasi Masalah

Persoalan yang diteliti yaitu usulan rute pendistribusian air mineral dalam kemasan dari distributor kepada pelanggan. Rute pendistribusian masih kurang efektif dan efisien dikarenakan pendistribusian dilakukan berdasarkan intuisi sehingga rute pendistribusian belum optimal. Varian VRP yang digunakan adalah *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Fixed Fleet Split Delivery (VRPMTFFSD)* dimana satu kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan satu pelanggan dapat dikunjungi lebih dari satu kali dengan jumlah truk yang dimiliki yaitu tetap. Penelitian ini akan diselesaikan dengan metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings*. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh rute pendistribusian air mineral dalam kemasan untuk meminimasi total jarak dan jumlah kendaraan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 *Vehicle Routing Problem (VRP)*

VRP menurut Miller (1999) adalah suatu permasalahan penentuan rute pengiriman/distribusi yang melibatkan sekumpulan rute kendaraan-kendaraan yang berpusat pada satu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaannya masing-masing. Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan pelanggan dimana kendaraan berangkat dari depot lalu menuju pelanggan dan kembali lagi ke depot.

VRP pertama kali dipelajari yaitu oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dalam bentuk rute dan penjadwalan truk. Clarke dan Wright (1964) kemudian melanjutkan penelitian ini dan berhasil menciptakan sebuah metode yaitu *Saving Algorithm*. Seiring dengan perkembangan dunia industri maka sejak saat itu perkembangan mengenai VRP terus

berkembang karena memegang peranan yang penting dalam proses pendistribusian dalam dunia industri. Secara ringkas, berikut ini merupakan karakteristik dari permasalahan VRP:

1. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
2. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
3. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya.
4. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urutan tempat yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi.

Menurut Toth dan Vigo (2002) terdapat empat tujuan umum VRP, yaitu:

1. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
2. Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen.
3. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
4. Meminimalkan penalti akibat *service* yang kurang memuaskan dari konsumen.

2.2 Klasifikasi VRP

Terdapat beberapa variasi VRP yang sangat bergantung pada jumlah faktor pembatas dan tujuan yang akan dicapai. Pembatas yang paling umum digunakan yaitu jarak dan waktu. Tujuan yang ingin dicapai biasanya minimasi jarak tempuh, waktu maupun biaya. Beberapa contoh variasi VRP diantaranya:

1. VRP *with multiple trips*: setiap kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. VRP *with time windows*: setiap pelanggan yang dilayani oleh kendaraan memiliki waktu *service*.
3. VRP *with pickup and delivery*: terdapat sejumlah barang yang perlu dipindahkan dari lokasi penjemputan tertentu ke lokasi pengiriman lainnya.
4. *Capacitated VRP*: kendaraan yang memiliki keterbatasan daya angkut (kapasitas) barang yang harus diantarkan ke suatu tempat.
5. VRP *with Multiple Products*: pelanggan memiliki pesanan lebih dari satu jenis produk yang harus diantarkan.
6. VRP *with Multiple Depots*: depot awal untuk melayani pelanggan lebih dari satu.
7. *Periodic VRP*: adanya horison perencanaan yang berlaku untuk satuan waktu tertentu.
8. VRP *with heterogeneous fleet of vehicles*: kapasitas kendaraan antar kendaraan satu dengan kendaraan lain tidak selalu sama. Jumlah dan tipe kendaraan diketahui.

2.3 Metode *Nearest Neighbour*

Nearest Neighbour merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dieksekusi, tetapi tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal. Pada algoritma ini, peraturannya hanya pergi ke pelanggan dengan jarak terdekat yang belum dikunjungi dengan mengikuti beberapa batasan. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengerjaan pembentukan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*:

1. Memilih titik pusat sebagai titik awal pengiriman.
2. Menentukan titik dengan jarak terkecil dari gudang titik awal, yang selanjutnya adalah melakukan penggabungan antar kedua titik tersebut.

3. Titik yang terakhir dikunjungi menjadi titik awal, dan selanjutnya mencari titik dengan jarak terdekat dari titik awal tersebut.
4. Lakukan proses pengulangan sampai dengan kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi untuk melakukan pengiriman.
5. Tarik titik tersebut pada satu garis, titik ini yang dimakan dengan satu rute perjalanan, dengan kapasitas kendaraan sebagai kendala dalam pembentukan satu rute perjalanan pengiriman barang.
6. Lakukan proses yang sama, pada langkah satu sampai dengan langkah lima.

2.4 Metode *Clarke & Wright Savings*

Algoritma *Clarke & Wright Saving* atau disebut juga *Savings Heuristik* diperkenalkan pada tahun 1964. Metode ini pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Berikut ini merupakan langkah-langkah penentuan rute dengan menggunakan metode *Clarke & Wright Savings*:

1. Mengidentifikasi matriks jarak antara gudang ke masing-masing toko dan jarak antar toko.
2. Mengidentifikasi matriks penghematan (*savings matrix*) antar pelanggan dengan menggunakan rumus berikut:

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (1)$$
 S = penghematan, x = pelanggan x, y = pelanggan y, J = jarak, G = Gudang(depot)
3. Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute. Di awal dialokasikan bahwa tiap toko memiliki rute yang berbeda. Toko-toko tersebut bisa digabungkan sampai pada batas kapasitas truk yang ada dan horison perencanaan yang berlaku. Penggabungan dimulai dari nilai penghematan terbesar.
4. Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi. Prinsipnya pengurutan ini adalah untuk meminimumkan jarak perjalanan truk.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Karakteristik VRP

Untuk menyelesaikan persoalan penentuan rute diperlukan beberapa karakteristik VRP. Dibawah ini dijelaskan mengenai karakteristik VRP yang digunakan untuk membantu pemecahan masalah.

1. Depot adalah suatu tempat berawal dan berakhirnya suatu rute/tur atau distributor. Depot merupakan tempat pengisian galon isi untuk seluruh truk.
2. Horison Perencanaan (*Planning Horison*) adalah batas waktu yang disediakan untuk menyelesaikan proses pendistribusian dalam satu tur.
3. Waktu Penyelesaian (*Completion Time*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengunjungi pelanggan dari saat kendaraan berangkat dari depot hingga pulang ke depot.
4. Rute adalah suatu rangkaian urutan kunjungan kendaraan dalam proses pengiriman permintaan pelanggan, dimana kendaraan berangkat dari depot dan pulang ke depot.
5. Tur adalah gabungan dari beberapa rute atau rangkaian urutan kunjungan ke setiap pelanggan dalam satu horison perencanaan yang ada. Suatu rute dalam tur terdiri dari beberapa lokasi. Waktu penyelesaian satu tur tidak boleh melebihi *planning horison* yang telah ditetapkan.

3.2 Langkah-Langkah Penentuan Rute dengan Metode *Nearest Neighbour*

Berikut merupakan langkah-langkah penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*:

Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings* (Studi Kasus di PT. X Bandung)

- Langkah 1
Melakukan inisialisasi $Tur = 1$, Rute = 1, PH = 480 menit, Q = 210 galon, $v = 35$ km/jam, data jarak, data jam kerja supir, waktu administrasi = 4 menit (pada tiap lokasi), data waktu *loading* dan *unloading*. Lanjutkan ke langkah 2.
- Langkah 2
Lokasi awal = Depot. Lanjutkan ke langkah 3.
- Langkah 3
Melakukan pengisian 210 galon isi kedalam mobil untuk didistribusikan. Menghitung waktu *loading* galon di depot, dan menghitung waktu penyelesaian di depot. Lanjutkan ke langkah 4.
- Langkah 4
Menentukan pelanggan yang akan dilayani berdasarkan jarak terpendek dengan lokasi sebelumnya. Lanjutkan ke langkah 5.
- Langkah 5
Melihat jumlah permintaannya apabila sisa muatan (Sq) > permintaan (D) maka lanjutkan ke langkah 6. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 9.
- Langkah 6
Permintaan pelanggan yang dilayani $q_i = D$. Menghitung sisa muatan, menghitung waktu *unloading* galon isi di pelanggan, menghitung waktu *loading* galon kosong di pelanggan, menghitung waktu tempuh, dan menghitung waktu penyelesaian. Lokasi awal = lokasi terakhir dilangkah 6, lanjutkan ke langkah 7.
- Langkah 7
Jika $CT < PH$ maka lanjutkan ke langkah 8. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 12.
- Langkah 8
Jika semua pelanggan sudah masuk kedalam rute maka melakukan rekapitulasi penentuan rute dan selesai. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 14.
- Langkah 9
Permintaan pelanggan yang dilayani (q_i) = permintaan = sq . Menghitung waktu *unloading* galon isi di pelanggan, menghitung waktu *loading* galon kosong di pelanggan, menghitung waktu tempuh, dan menghitung waktu penyelesaian. Lokasi awal = lokasi terakhir dilangkah 9, lanjutkan ke langkah 10.
- Langkah 10
Jika $CT < PH$ maka lanjutkan ke langkah 11. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 12.
- Langkah 11
Menuju depot, menghitung waktu tempuh perjalanan, menghitung waktu *unloading* galon kosong di depot, menghitung waktu penyelesaian di depot, Rute + 1, dan lokasi tujuan setelah dari depot = pelanggan sebelumnya. Kembali ke langkah 2.
- Langkah 12
Pelayanan menuju pelanggan terakhir dibatalkan, menuju depot, menghitung waktu tempuh perjalanan, menghitung waktu *unloading* galon kosong di depot, dan menghitung waktu penyelesaian di depot. Lanjutkan ke langkah 13.
- Langkah 13
Jika $CT < PH$ maka $tur + 1$ dan kembali ke langkah 2. Jika tidak maka kembali ke langkah 12.
- Langkah 14
Jika $Sq > 0$ maka kembali ke langkah 4. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 15.
- Langkah 15
Menuju depot, menghitung waktu tempuh perjalanan, menghitung waktu *unloading* galon kosong di depot, dan menghitung waktu penyelesaian di depot. Lanjutkan ke langkah 16.

- Langkah 16
Jika $CT < PH$ maka rute + 1 dan kembali ke langkah 2. Jika tidak maka kembali ke langkah 12.

3.3 Langkah-Langkah Penentuan Rute dengan Metode *Clarke & Wright Savings*

Berikut merupakan langkah-langkah penentuan rute dengan menggunakan metode *Clarke & Wright Savings*:

- Langkah 1
Membuat *savings matriks* berdasarkan penghematan jarak antar lokasi *pelanggan*. Lanjutkan ke langkah 2
- Langkah 2
Setelah membuat matriks *savings* jarak maka dilanjutkan dengan merubah matriks kedalam bentuk tabel. Lanjutkan ke langkah 3.
- Langkah 3
Setelah mendapatkan nilai *savings* dari masing-masing pasangan pelanggan maka dilanjutkan dengan mengurutkan pasangan pelanggan berdasarkan urutan *savings* dari yang terbesar ke yang terkecil untuk memudahkan dalam langkah pembuatan rute selanjutnya. Lanjutkan ke langkah 4.
- Langkah 4
Memilih pasangan pelanggan dengan nilai *savings* terbesar untuk dimasukkan kedalam rute. Lanjutkan ke langkah 5.
- Langkah 5
Pengecekan kelayakan kapasitas dan waktu terhadap pasangan pelanggan terpilih. Tahapan rute, jumlah pelanggan = 2, jumlah permintaan, jelayakan kapasitas, jarak tempuh, waktu tempuh, waktu *loading* pelayanan, waktu *unloading* pelayanan, total waktu pelayanan, waktu *loading* depot, waktu *unloading* depot, dan *completion time*. Lanjutkan ke langkah 6.
- Langkah 6
Jika $completion\ time \leq 480$ maka layak dan lanjut ke langkah 7. Jika tidak maka tur selesai dan pengiriman ke pelanggan terakhir dibatalkan dan kembali ke langkah 4 untuk memulai tur baru.
- Langkah 7
Jika semua pelanggan sudah dilayani maka penentuan rute selesai dan lanjutkan ke langkah 9. Jika tidak maka lanjut ke langkah 8.
- Langkah 8
Memilih pasangan pelanggan lain yang berhubungan dengan pelanggan di langkah 4 berdasarkan nilai *savings* terbesar. Kembali ke langkah 5.
- Langkah 9
Melakukan rekapitulasi penentuan rute dan tur yang terbentuk.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi pengiriman air mineral dalam kemasan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings*.

1. Data Pelanggan dan Permintaan Air Mineral Dalam Kemasan.
Data pelanggan dan permintaan yang diperoleh dari PT. X untuk laporan tanggal 11 Maret 2013. Terdapat 66 pelanggan dengan alamat yang tersebar di beberapa lokasi dan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Data pelanggan dan permintaan air mineral dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pelanggan dan Permintaan Air Mineral Dalam Kemasan

No.	Nama	Permintaan	No.	Nama	Permintaan	No.	Nama	Permintaan
1	limas raga inti cimahi	40	23	setya tk	20	45	anak kecil	3
2	mustika tk	20	24	berkat kalasan tk	15	46	brantas 7	2
3	sari tk	21	25	ramli tk	13	47	sinar jaya tk	42
4	abadi nusa hijau tk	11	26	hendri toko	261	48	café citrus	10
5	laris tk	44	27	arifin trowulan tk	11	49	itenas	38
6	j m tk	40	28	banteng kecil tk	29	50	anggrek 52	2
7	aneka sari tk	47	29	bintang tk	28	51	spbu wastukencana	100
8	bb 3 tk	12	30	vitsa-raja air	49	52	hyatt regency	58
9	cahaya tmn cbdyt tk	56	31	sinar surya tk	85	53	salam toko	21
10	pecawan tk	7	32	panjunan tk	25	54	persegi tk	50
11	elin tk	22	33	pilar kencana tk	7	55	acen tk	30
12	vitsa-jaya / toto 2 tk	160	34	jatayu tk	38	56	cipaganti pd	19
13	antapani pd	20	35	dewi teluk buyung tk	98	57	bijaksana tk	41
14	vitsa-zeanida tk	41	36	diah tk	32	58	jurang tk	21
15	semarang pd	24	37	pengkolan mesri tk	20	59	air 29	35
16	milan tk	41	38	toska mart	26	60	mutiara bangkit	42
17	makmur parakan tk	15	39	panjang tk	6	61	vitsa-kimora	31
18	kofima 3 tk	73	40	kembar abadi pt	2	62	karya mekar tk	24
19	airku tk	15	41	satpol pp	9	63	lasera tk	18
20	cahaya abadi / ayen yk	22	42	bii riau	31	64	h didi	10
21	vitsa-makmur melong asih pd	52	43	multi nusantara karya pt	8	65	wartel g	10
22	vitsa-mekar abadi melong asih	25	44	5 asec	6	66	j s / rafael tk	55

2. Jarak Tempuh merupakan jarak antara depot dengan pelanggan dan pelanggan dengan pelanggan yang akan dilewati oleh mobil dalam melakukan pendistribusian. Dikarenakan perusahaan tidak memiliki data mengenai jarak tempuh maka jarak tempuh didapatkan dengan menggunakan bantuan website *google maps*.
3. Waktu Tempuh merupakan waktu yang dibutuhkan mobil dalam melakukan perjalanan distribusi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Waktu tempuh digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian. Waktu tempuh didapat dari jarak tempuh dibagi dengan kecepatan rata-rata dikali 60 menit.
4. Kapasitas Mobil merupakan jumlah galon maksimal yang dapat diangkut dalam sekali pengiriman. Mobil yang digunakan merupakan truk kecil jenis engkel (jumlah roda = empat) yang dapat mengangkut 210 galon dalam setiap melakukan perjalanan distribusi.
5. Kecepatan Mobil adalah kecepatan rata-rata yang digunakan dalam setiap pengiriman. Kecepatan rata-rata adalah 30 km/jam dengan mempertimbangkan banyak muatan, jenis muatan, jalan yang rusak dan kemacetan di jalan.
6. Waktu *Loading* dan Waktu *Unloading*. Waktu *loading* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan mengangkut galon masuk ke mobil. Waktu *unloading* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan mengangkut galon keluar dari mobil. Waktu *loading* dan *unloading* untuk galon isi adalah 45 detik per dua galon. Waktu *loading* dan *unloading* untuk galon kosong adalah 30 detik per dua galon.
7. Waktu Administrasi meliputi waktu pendataan jumlah galon isi maupun kosong yang berpindah tangan baik pada saat di depot maupun di pelanggan. Waktu administrasi pada tiap lokasi yaitu 4 menit.
8. Jam Kerja Supir adalah waktu yang digunakan oleh pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan. Jam kerja supir yaitu 8 jam kerja dari jam 08.00 sampai 16.00.

4.2 Pengolahan Data

Penentuan rute dengan metode *Nearest Neighbour* dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang terdapat pada bagian 3.2 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penentuan Rute Dengan Metode *Nearest Neighbour*

Tur	Rute	Nomor Pelanggan	Jarak Tempuh	Permintaan	Jumlah Galon Isi Dibawa	Jumlah Galon Kosong Dibawa	Permintaan yang Belum Terpenuhi	Waktu Pelayanan (menit)		Waktu Tempuh	Waktu Admin.	Completion Time	Total Completion Time
								Loading	Unloading				
1	1	0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75	478,85
		10	2,6	7	203	7	0	2	3	5,20	4	96,95	
		11	0,1	22	181	29	0	5,5	8,25	0,20	4	114,90	
		28	3	29	152	58	0	7,5	11,25	6,00	4	143,65	
		30	0,1	49	103	107	0	12,5	18,75	0,20	4	179,10	
		29	0,1	28	75	135	0	7	10,5	0,20	4	200,80	
		52	2,6	58	17	193	0	14,5	21,75	5,20	4	246,25	
		43	1	8	9	201	0	2	3	2,00	4	257,25	
		41	1,1	9	0	210	0	2,5	3,75	2,20	4	269,70	
	0	8,1	-	0	210	0	0	52,5	16,20	4	342,40		
	0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	425,15		
	53	7,3	21	189	21	0	5,5	5,5	14,60	4	454,75		
	0	7,3	-	189	21	0	0	5,5	14,60	4	478,85		
	0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75		
	46	7,4	2	208	2	0	0,5	0,75	14,80	4	102,80		
	44	0,45	6	202	8	0	1,5	2,25	0,90	4	111,45		
	48	0,8	10	192	18	0	2,5	3,75	1,60	4	123,30		
	45	0,45	3	189	21	0	1	1,5	0,90	4	130,70		
40	0,85	2	187	23	0	0,5	0,75	1,70	4	137,65			
42	0,55	31	156	54	0	8	12	1,10	4	162,75			
50	2,3	2	154	56	0	0,5	0,75	4,60	4	172,60			
47	2,7	42	112	98	0	10,5	15,75	5,40	4	208,25			
49	2,2	38	74	136	0	9,5	14,25	4,40	4	240,40			
35	5,7	98	0	210	24	24,5	36,75	11,40	4	317,05			
0	9,7	-	0	210	24	0	52,5	19,40	4	392,95			
0	0	-	210	0	24	78,75	0	0,00	4	82,75			
35	5,7	24	186	24	0	6	9	11,40	4	113,15			
39	0,35	6	180	30	0	1,5	2,25	0,70	4	121,60			
38	0,1	26	154	56	0	6,5	9,75	0,20	4	142,05			
55	1,1	30	124	86	0	7,5	11,25	2,20	4	167,00			
54	1,9	50	74	136	0	12,5	27,75	3,80	4	215,05			
37	0,85	20	54	156	0	5	7,5	1,70	4	233,25			
51	2,4	100	0	210	46	25	37,5	4,80	4	304,55			
0	9,4	0	0	210	0	0	52,5	18,80	4	379,85			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
51	9,4	46	164	46	0	11,5	17,25	18,80	4	134,30			
56	2,6	19	145	65	0	5	7,5	5,20	4	156,00			
58	0,9	21	124	86	0	5,5	8,25	1,80	4	171,55			
59	0,1	35	89	121	0	9	13,5	0,20	4	198,25			
60	3,7	42	47	163	0	10,5	15,75	7,40	4	235,90			
65	0,4	10	37	173	0	2,5	3,75	0,80	4	246,95			
66	0,1	55	0	210	18	14	21	0,20	4	286,15			
0	23,9	0	0	210	0	0	52,5	47,80	4	390,45			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
66	23,9	18	192	18	0	4,5	6,75	47,80	4	145,80			
63	1,7	18	174	36	0	4,5	6,75	3,40	4	164,45			
62	0,1	24	150	60	0	6	9	0,20	4	183,65			
61	0,2	31	119	91	0	8	23	0,40	4	219,05			
64	1,1	10	109	101	0	2,5	25,5	2,20	4	253,25			
6	1,9	40	69	141	0	10	15	3,80	4	286,05			
57	4,7	41	28	182	0	10,5	15,75	9,40	4	325,70			
34	3,7	38	0	210	10	9,5	14,25	7,40	4	360,85			
0	13,3	0	0	210	0	0	52,5	26,60	4	443,95			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
34	13,3	10	200	10	0	2,5	3,75	26,60	4	119,60			
23	3	20	180	30	0	5	7,5	6,00	4	142,10			
20	0,1	22	158	52	0	5,5	8,25	0,20	4	160,05			
22	0,1	25	133	77	0	6,5	9,75	0,20	4	180,50			
21	0,3	52	81	129	0	13	30,75	0,60	4	228,85			
27	2,5	11	70	140	0	3	4,5	5,00	4	245,35			
25	0,1	13	57	153	0	3,5	5,25	0,20	4	258,30			
24	5,3	15	42	168	0	4	6	10,60	4	282,90			
0	12,3	0	42	168	0	0	42	24,60	4	353,50			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
26	13,6	261	0	210	51	65,5	98,25	27,20	4	277,70			
0	13,6	0	210	210	0	0	52,5	27,20	4	361,40			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
26	13,6	51	159	51	0	13	19,5	27,20	4	146,45			
31	4,4	85	74	136	0	21,5	32,25	8,80	4	213,00			
33	0,2	7	67	143	0	2	3	0,40	4	222,40			
32	2,9	25	42	150	0	6,5	15,75	5,80	4	254,45			
36	1,8	32	10	175	0	8	12	3,60	4	282,05			
9	6,5	56	0	210	46	14	14	13,00	4	327,05			
0	8,5	0	0	210	0	0	52,5	17,00	4	400,55			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
9	8,5	46	164	46	0	11,5	17,25	17,00	4	132,50			
7	0,3	47	117	93	0	12	18	0,60	4	167,10			
8	0,2	12	105	105	0	3	4,5	0,40	4	179,00			
15	12,1	24	81	129	0	6	9	24,20	4	222,20			
16	0,7	41	40	170	0	10,5	15,75	1,40	4	253,85			
18	1,2	73	0	210	33	18,5	27,75	2,40	4	306,50			
0	9,4	0	0	210	0	0	52,5	18,80	4	381,80			
0	0	-	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
18	9,4	33	177	33	0	8,5	12,75	18,80	4	126,80			
14	0,3	41	136	74	0	10,5	15,75	0,60	4	157,65			
13	0,29	20	116	94	0	5	7,5	0,58	4	174,73			
19	0,1	15	101	109	0	4	6	0,20	4	188,93			
12	2,9	160	0	210	59	40	60	5,80	4	298,73			
0	12,5	0	0	210	0	0	52,5	25,00	4	380,23			
0	0	0	210	0	0	78,75	0	0,00	4	82,75			
12	12,5	59	151	59	0	15	22,5	25,00	4	149,25			
17	2,5	15	136	74	0	4	6	5,00	4	168,25			
5	2,3	44	92	118	0	11	16,5	46,00	4	245,75			
4	0,1	11	81	129	0	3	4,5	0,20	4	257,45			
3	0,2	21	60	150	0	5,5	8,25	0,40	4	275,60			
2	0,1	20	40	170	0	5	7,5	0,20	4	292,30			
1	0,9	40	0	210	0	10	15	1,80	4	323,10			
0	23,2	0	0	210	0	0	52,5	46,40	4	426,00			

Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings* (Studi Kasus di PT. X Bandung)

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa rute yang dibentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* menghasilkan total jarak 402,39 km, total waktu 4389,53 menit, dan 11 tur. Rekapitulasi penentuan rute dengan metode *Nearest Neighbour* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Penentuan Rute dengan Metode *Nearest Neighbour*

No tur	Rute	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Utilitas Jam Kerja
1	0-10-11-28-30-29-52-43-41-0	18,7	478,85	99,76%
	0-53-0	14,6		
2	0-46-44-48-45-40-42-50-47-49-35-0	33,1	392,95	81,86%
3	0-35-39-38-55-54-37-51-0	21,8	379,85	79,14%
4	0-51-56-58-59-60-65-66-0	41,1	390,45	81,34%
5	0-66-63-62-61-64-6-57-34-0	50,6	443,95	92,49%
6	0-34-23-20-22-21-27-25-24-0	37	353,50	73,65%
7	0-26-0	27,2	361,40	75,29%
8	0-26-31-33-32-36-9-0	37,9	400,55	83,45%
9	0-9-7-8-15-16-18-0	32,4	381,80	79,54%
10	0-18-14-13-19-12-0	25,49	380,23	79,21%
11	0-12-17-5-4-3-2-1-0	62,5	426,00	88,75%
	Total	402,39	4389,53	

Penentuan rute dengan metode *Clarke & Wright Savings* dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang terdapat pada sub bab 3.3. Penentuan rute untuk tur 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penentuan Rute Dengan Metode *Clarke & Wright Savings* Untuk Tur 1

Tahapan rute	Jumlah pelanggan	Permintaan	Kelayakan Kapasitas	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Waktu Pelayanan		Waktu admin.	Total Waktu	Waktu di Depot		Completion Time	Kelayakan Total Waktu
						Loading	Unloading			Loading	Unloading		
0-63-62-0	2	42	layak	49,1	98,2	10,50	15,75	16	140,45	78,75	10,5	229,70	layak
0-62-61-0	2	55	layak	48	96	14,00	21,00	16	147,00	78,75	13,75	239,50	layak
0-63-62-61-0	3	73	layak	47,9	95,8	18,50	27,75	20	162,05	78,75	18,25	259,05	layak
0-6-62-0	2	64	layak	50,9	101,8	16,00	24,00	16	157,80	78,75	16	252,55	layak
0-63-62-61-6-0	4	113	layak	50,5	101	28,50	42,75	24	196,25	78,75	28,25	303,25	layak
0-64-62-0	2	34	layak	48,5	97	8,50	12,75	16	134,25	78,75	8,5	221,50	layak
0-63-62-61-6-64-0	5	123	layak	54,6	109,2	31,00	46,50	28	214,70	78,75	30,75	324,20	layak
0-34-62-0	2	62	layak	41,9	83,8	15,50	23,25	16	138,55	78,75	15,5	232,80	layak
0-63-62-61-6-64-34-0	6	161	layak	48,3	96,6	40,50	60,75	32	229,85	78,75	40,25	348,85	layak
0-6-25-0	2	53	layak	42,1	84,2	13,50	20,25	16	133,95	78,75	13,25	225,95	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-0	7	174	layak	53,3	106,6	43,50	65,25	36	251,35	78,75	43,5	373,60	layak
0-6-27-0	2	51	layak	42,1	84,2	13,00	19,50	16	132,70	78,75	12,75	224,20	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-27-0	8	185	layak	53,4	106,8	46,50	69,75	40	263,05	78,75	46,25	388,05	layak
0-6-24-0	2	55	layak	41,9	83,8	14,00	21,00	16	134,80	78,75	13,75	227,30	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-27-24-0	9	200	layak	58,5	117	50,00	75,00	44	286,00	78,75	50	414,75	layak
0-20-6-0	2	62	layak	42,6	85,2	15,50	23,25	16	139,95	78,75	15,5	234,20	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-27-24-20-0	10	222	tidak layak	62	124	55,50	83,25	48	318,75	78,75	55,5	453,00	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-27-24-20-0	10	210	layak	62	124	52,50	78,75	48	311,25	78,75	52,5	442,50	layak
0-63-62-61-6-64-34-25-27-24-20-0-20-0	10	12	layak	87,2	174,4	55,50	83,25	48	361,15	83,25	55,5	499,90	tidak layak

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa rute yang dibentuk dengan menggunakan metode *Clarke & Wright Savings* menghasilkan total jarak 490,84 km, total waktu 4509,215 menit, dan 11 tur. Rekapitulasi penentuan rute dengan metode *Clarke & Wright Savings* berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Penentuan Rute Dengan Metode *Clarke & Wright Savings*

No Tur	Rute	Total Jarak (Km)	Total Waktu (menit)	Utilitas Jam Kerja
1	0-63-62-61-6-64-34-25-27-24-20-0	62	442,50	92,19%
2	0-65-60-66-59-58-56-57-0	60,85	468,00	97,50%
3	0-5-4-3-2-1-21-22-0-22-20-0	72,1	468,00	97,50%
4	0-23-26-0-26-0	55,9	479,98	100,00%
5	0-16-12-18-0-18-0	43,9	468,18	97,54%
6	0-39-38-55-35-0	22,1	286,95	59,78%
7	0-57-54-37-36-32-43-52-31-0	52,65	430,90	89,77%
8	0-48-47-49-45-42-51-0-51-41-44-40-46-0	58,1	476,58	99,29%
9	0-15-14-19-13-17-0	21,94	295,88	61,64%
10	0-9-7-8-31-33-10-0-11-0	25,1	396,20	82,54%
11	0-53-50-29-30-28-0	16,2	296,05	61,68%
	Total	490,840	4509,215	

5. ANALISIS

5.1 Analisis Perbandingan Rute yang Dihasilkan

Rute hasil metode *Clarke & Wright Savings* memiliki total jarak 88,45 km lebih jauh dari pada hasil rute metode *Nearest Neighbour* hal itu dapat berdampak pada penggunaan bahan bakar truk yang digunakan akan lebih banyak. Selain itu mobil juga akan semakin sering di *service* dan pergantian *sparepart* karena jarak tempuh kendaraan yang lebih tinggi. Sehingga penghematan dari segi biaya bahan bakar dan *maintenance* kendaraan dapat diminimalisasi.

5.2 Analisis Terhadap Jumlah Tur yang Dihasilkan

Dari Tabel 3 dan 5 dapat diketahui bahwa jumlah tur yang dihasilkan oleh penentuan rute dengan kedua metode terdapat 11 tur. Hal tersebut berarti perusahaan harus menyiapkan 11 truk untuk melayani 66 pelanggan pada pengiriman hari senin. Dengan 11 truk berarti perusahaan mendapatkan penghematan jumlah truk yang digunakan untuk pengiriman hari senin, dimana pada saat sebelum membuat penentuan rute dibutuhkan sebanyak 12 truk. Dari 12 truk yang dimiliki perusahaan jika pada hari senin hanya digunakan 11 truk maka perusahaan dapat melakukan *maintenance* berkala untuk satu truknya. Selain itu satu truk yang tidak dipakai dapat digunakan sebagai cadangan jika terdapat truk lain yang mengalami kerusakan.

5.3 Analisis Pemilihan Metode Penentuan Rute Terbaik Untuk Kondisi Perusahaan Saat Ini

Analisis pemilihan metode penentuan rute terbaik untuk kondisi perusahaan saat ini dilakukan berdasarkan tujuan penelitian ini yaitu memperoleh rute pendistribusian air mineral dalam kemasan berdasarkan jarak terpendek dan penghematan jarak terbesar untuk meminimasi total jarak dan jumlah kendaraan. Dilihat dari total jarak yang dihasilkan metode *Nearest Neighbour* menghasilkan total jarak yang lebih sedikit yaitu 402,39 km. Jadi untuk kriteria total jarak metode *Nearest Neighbour* layak untuk dipilih perusahaan. Dilihat dari total waktu yang digunakan metode *Nearest Neighbour* menghasilkan total waktu yang lebih sedikit yaitu 4389,53 menit. Jadi untuk kriteria total waktu yang digunakan metode *Nearest Neighbour* layak untuk dipilih perusahaan.

Dilihat dari jumlah truk yang digunakan, kedua metode menghasilkan jumlah truk yang sama yaitu 11. Jadi untuk kriteria jumlah truk yang digunakan, kedua metode menghasilkan jumlah yang lebih baik dari pada saat perusahaan tidak menggunakan hasil penentuan rute yaitu 12 truk. Selain memiliki total jarak yang dihasilkan dan total waktu yang digunakan lebih kecil. Metode *Nearest Neighbour* menurut perusahaan lebih mudah untuk dilakukan penyisipan pada salah satu tur-nya jika terdapat pelanggan baru pada pengiriman hari Senin. karena jika menggunakan metode *Clarke & Wright Savings* perusahaan harus membuat urutan dari nilai *savings* dimana prosesnya akan lebih panjang.

6. KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour* menghasilkan 11 tur dengan total jarak yang dilalui sebanyak 402,39 km dan total waktu 4389,53 menit.
2. Hasil penentuan rute menggunakan metode *Clarke & Wright Savings* menghasilkan 11 tur dengan total jarak yang dilalui 490,84 km dan total waktu 4509,215 menit.
3. Dari hasil analisis didapat penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour* total jarak dan total waktu yang digunakan memiliki nilai yang lebih kecil. Jadi dapat disimpulkan bahwa metode merupakan metode *Nearest Neighbour* terbaik untuk kondisi perusahaan saat ini bila dibandingkan dengan metode *Clarke & Wright Savings*.
4. Perusahaan sangat membutuhkan penghematan jumlah truk yang digunakan karena perusahaan membutuhkan cadangan truk yang dapat digunakan jika salah satu truk sedang dilakukan *maintenance*. Dengan hanya menggunakan 11 truk dari 12 truk yang dimiliki perusahaan maka setelah menggunakan metode *Nearest Neighbour* perusahaan dapat melakukan *maintenance* rutin pada hari senin.
5. Selain memiliki total jarak yang dihasilkan dan total waktu yang digunakan lebih kecil. Metode *Nearest Neighbour* menurut perusahaan lebih mudah untuk dilakukan penyisipan pada salah satu tur-nya jika terdapat pelanggan baru pada pengiriman hari Senin. karena jika menggunakan metode *Clarke & Wright Savings* perusahaan harus membuat urutan dari nilai *savings* dimana prosesnya akan lebih panjang.

6.2 Saran

Saran yang diusulkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah menjadikan solusi penelitian saat ini sebagai solusi awal yang dapat digunakan dalam pembentukan rute yang lebih baik seperti teknik metaheuristik. Selain itu pada penelitian selanjutnya diharapkan dibuatnya program untuk mempermudah dalam perhitungan dan memperkecil kemungkinan-kemungkinan *error* terjadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis menyampaikan terima kasih kepada Pihak PT. X, khususnya Bapak Sandy, Bapak Hidayat, dan Staff perusahaan lainnya yang sudah banyak membantu dalam memberikan data dan masukan dalam diskusi penelitian ini.

REFERENSI

Arinalhaq, F., (2012). *Penerapan Metode Nearest Neighbour Dalam Menentukan Rute Pengangkutan Sampah Di Kota Bandung*, Tugas Akhir Teknik Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Miller, D. M., Matson, Jessica O., Vaidyanathan, Bharat S., (1999), *A Capacitated Vehicle Routing Problem For Just in Time delivery*, ITE Transactions.

Saputra, R., (2012). *Penentuan Rute Distribusi Produk Sepatu Menggunakan Metode Sequential Insertion dan Saving Clarke & Wright Algorithm*, Tugas Akhir Teknik Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Toth, P. dan Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. SIAM. Philadelphia