

Analisis Jarak pada Rute Truk Pengangkutan Sampah Dengan Metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) Kota Padang

DISTANCE ANALYSIS ON TRASH TRANSPORTATION TRUCK ROUTES
PADANG CITY WITH METHOD VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP)

Deri Susanti*

STMIK PalComTech: Jl.Basuki Rahmat No.05 Palembang, Telp:0711-358916
Jurusan Sistem Informasi, STMIK PalComTech Palembang
Email : *deri_susanti@palcomtech.ac.id

Abstrak

Proses pengambilan sampah di Kota Padang khususnya pada Kecamatan Padang Selatan dilakukan dengan menggunakan cara pengambilan bak sampah dan kontainer yang tersebar di setiap jalan umum. Dengan biaya bahan bakar yang terbatas pada setiap kendaraan pengangkut maka proses pengangkutan sampah hanya dapat dilaksanakan sebanyak satu kali putaran saja yaitu dari pool kesetiap wilayah pelayanan tertentu kemudian dibawa ke TPA dan berakhir di pool kembali, sehingga masih terdapat penumpukan sampah di beberapa wilayah. Penelitian ini melakukan kajian lebih lanjut tentang upaya untuk mengoptimalkan proses pengangkutan sampah dengan satu kali putaran rute agar menjadi efektif dan efisien. Sehingga dengan melakukan analisis sub-sistem ini diharapkan rute pengangkutan sampah yang dibuat dapat lebih efektif dan efisien sehingga didapatkan rute pengangkutan yang paling optimum dan tidak terjadi lagi peumpukan sampah pada tempat-tempat yang akan dilewati. Analisis jarak pada rute truk pengangkutan sampah pada penelitian ini ditentukan berdasarkan pada rute terpendek sehingga dapat mengefisiensikan jarak, biaya, dan waktu operasional truk pengangkut sampah. *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat digunakan dalam penyelesaian Analisis pada rute truk pengangkutan sampah. Analisis jarak pada rute truk pengangkutan sampah, selain dengan VRP juga menggunakan algoritma Nearest Neighbour yang dapat mengoptimalkan biaya transportasi. Adapun pengujian *Vehicle Routing Problem* (VRP) pada penelitian ini menggunakan software Visual Basic.net 2005 Dari hasil data yang diperoleh pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang terdapat 21 rute yang terbentuk dengan kapasitas mobil 7 m^3 dengan jarak titik kontainer terjauh 43.8 km dan terdapat sebanyak 44 titik bak kontainer di Wilayah Kecamatan Padang Selatan.

Kata Kunci- Analisis, Rute Truk, *Vehicle Routing Problem* (VRP), Visual Basic, Nearest Neighbour, Daerah Pelayaan

Abstract

The process of garbage collection in Padang City, especially in South Padang District is done by using garbage and container scattered in every public road. With the limited fuel cost of each transport vehicle, the process of transporting the garbage can only be done one time round only from the pool to each particular service area then taken to the landfill and ended in the pool again, so there is still garbage accumulation in some areas. This study conducts further studies on efforts to optimize the process of transporting waste with a single round of routes to be effective and efficient. So by doing the analysis of this sub-system is expected to make the route of garbage transportation can be made more effective and efficient so as to get the most optimum transportation routes and no more garbage piles in places to be passed. The distance analysis on the trucking route of garbage transport in this study is determined based on the shortest route so

that it can efficiently distance, cost, and operational time of the garbage truck. Vehicle Routing Problem (VRP) can be used in the completion of Analysis on truck transport routes. The distance analysis on truck transport routes, in addition to VRP also uses Nearest Neighbors algorithm that can optimize transportation costs. The testing of Vehicle Routing Problem (VRP) in this research using Visual Basic.net 2005 software. From the data obtained at the Sanitation and landscaping department of Padang there are 21 routes formed with a capacity of 7 m³ car with a distance of the farthest container point 43.8 km and there are as many 44 container point in Padang Selatan.

Keywords-Analysis, Route Truck, Vehicle Routing Problem (VRP), Visusal Basic, Nearest Neighbor, Enrichment Area

1. PENDAHULUAN

Proses pengambilan sampah di Kota Padang khususnya pada Kecamatan Padang Selatan dilakukan dengan menggunakan cara pengambilan bak rute dan kontainer yang tersebar di setiap jalan umum yang berhubungan dengan masaah rute pengangkutn sampah. Hal ini berhungan dengan penyelesaian masalah graf dan dengan memperhitungkan biaya bahan bakar yang terbatas pada setiap kendaraan pengangkut maka proses pengangkutan sampah hanya dapat dilaksanakan sebanyak satu kali putaran saja yaitu dari pangkalan kesetiap wilayah pelayanan tertentu lalu dibawa ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan berakhir di pangkalan sehingga masih terdapat penumpukan sampah di beberapa wilayah. Dari gambaran permasalahan ini, sangat penting untuk melakukan kajian lebih lanjut tentang upaya untuk mengoptimalkan proses pengangkutan sampah dengan satu kali putaran rute agar menjadi efektif dan efisien dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Algoritma *Nearest Neighbour* dapat menentukan jarak dengan titik terdekat, pada rute pengangkutan sampah dengan biaya pengangkutan yang paling optimum.

Dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* merupakan suatu model yang memiliki banyak varian, yang menggambarkan masalah transportasi sebagai model graf yang bertujuan untuk menentukan rute dengan biaya minimum untuk pengiriman suatu produk kepada sejumlah *costumer* dibeberapa lokasi yang berbeda [1].

Algoritma *Nearest Neighbour* merupakan suatu algoritma dalam penyelesaian *Vehicle Routing Problem (VRP)* untuk menemukan suatu titik terdekat dengan titik sebelumnya pada ruang metrik yaitu dengan pencarian jarak dan titik terdekat. Pendekatan *Nearest Neighbour* untuk mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus pasien baru dengan kasus pasien lama berdasarkan pada pencocokan bobot dari sejumlah fitur yang ada [2].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif murni atau survei dan verifikatif. Penelitian deskriptif ini merupakan penelitian yang benar-benar hanya memaparkan apa yang terdapat atau terjadi dalam sebuah kancah, lapangan atau wilayah tertentu. Metode kuantitatif menggunakan data yang bersifat spesifik, jelas dan terinci. Data yang digunakan adalah kuantitatif dimana data yang yang digunakan berupa data dengan skala nominal, ordinal, interval, atau rasio persentasi. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data dengan melakukan survey langsung ke lokasi wilayah titik lokasi bak kontainer. Data sampel adalah data daerah pelayanan titik penjemputan bak kontainer yang diperoleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Data sampel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1 Data jarak kontainer dari *Pool* ke Masing-Masing Bak Kontainer

Rute Truk	Kode Wilayah	Lokasi Bak Kontainer	Jarak Antar Bak Kontainer	Waktu Perjalanan (Menit)	Total Jarak Bak Kontainer	Total Waktu Perjalanan
1	D1 D2 D3 D4	Simpang Kelenteng Simp. Kp. Nias Jl. AR. HAKIM Bungus Kampung Pinang	17.0 0.63 0.75 17.1	32 1 2 45	35.48	87
2	D5 D6	Simpang Ikal Balai Gadang	19.1 4.3	39 10	23.4	49
3	D7 D8	Lp. Muaro (Didalam) Teluk Bayur (Belakang Gudang I)	16 8.1	31 18	24.1	49
4	D9	Teluk Betung	43.8	84	43.8	84
5	D10	Tpi Bungus	37.1	73	37.1	73
6	D11	Teluk Bayur Simp. Kantor Lurah	23.9	51	23.9	51
7	D12 D13	Depan Kantor Lurah Pasa Gadang Gates	16.5 6	33 15	22.5	48
8	D14 D15 D16 D17	Belakang Tangsi Batang Arau Kampung Teleng Seberang Palinggam	15.5 1.7 0.85 2.6	32 5 2 8	20.65	47
9	D18	Dibawah Jembatan Siti Nurbaya	16.6	35	16.6	35
10	D19	Lantamal Teluk Bayur	18.4	38	18.4	38
11	D20	Bungus (Depan Koramil)	33.6	72	33.6	72
12	D21	Jl. Pulau Karam / Smp 4	16.6	35	16.6	35
13	D22 D23	Bungus (Depan Kud) Teluk Bayur Ujung (Pantai Air Manis)	33.7 18.3	73 39	52	74 39
14	D24 D25 D26	Teluk Bayur (Pelindo) Teluk Bayur (Pelabuhan) Perumahan Cendana	21.1 0.4 3.9	48 1 10	25.4	59
15	D27	Bungus (Parak Nipah)	37.2	73	37.2	73
16	D28	Teluk Bayur (Belakang Gudang II)	15.8	33	15.8	33
17	D29	Teluk Bayur Simp. Kantor Pelindo	23.9	53	23.9	53
18	D30 D31 D32	Jl. PULAU KARAM Jl. KAMP. SEBELAH Jl. HOS COKROAMINOTO	16.6 0.55 0.14	35 2 1	17.29	38
19	D33	Jl. SUTAN SYAHRIR	19.2	42	19.2	42
20	D34 D35 D36 D37	Jl. Kp. NIAS Jl. AR. HAKIM Jl. RANAH BINUANG Jl. BUNDO KANDUANG	15.8 0.25 0.45 1.9	35 1 1 7	18.4	44
21	D38 D39	Rawang Jondul	20.3 0.55	47 2	20.85	49

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang [3]

Sampel adalah pengolahan data yang diambil dari jarak pool ke masing-masing titik kontainer. Jumlah jarak ditentukan dengan menggunakan teknik pengambilan sampel dari Data sampel dengan menggunakan rute dan jarak tempuh truk pengangkut sampah. Hasil jarak dari pool ke masing-masing bak kontainer dapat dilihat pada tabel 2:

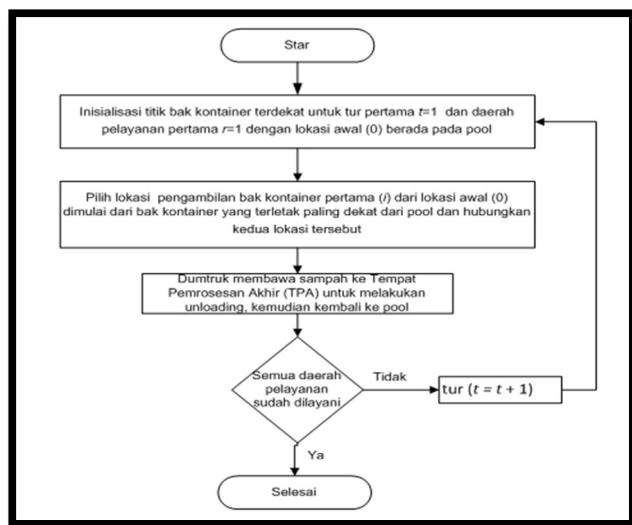
Tabel 2 Jarak dari *Pool* ke Masing-Masing Bak Kontainer

Kode Wilayah	Jarak Dari Pool	Waktu	Kode Wilayah	Jarak Dari Pool	Waktu
D1	17.1	32	D19	18.4	42
D2	16.9	30	D20	33.6	72
D3	17.4	38	D21	16.6	35
D4	35.5	70	D22	33.7	73
D5	19.1	39	D23	26.2	57
D6	16.5	33	D24	21.1	45
D7	16	31	D25	21.5	49
D8	15.9	34	D26	18.6	41
D9	43.8	84	D27	37.2	73
D10	37.1	73	D29	23.9	53
D11	23.9	53	D30	16.6	35
D12	16.6	34	D31	16.74	36
D13	18.4	41	D32	19.2	42
D14	15.5	34	D33	16.1	36
D15	16.7	36	D34	15.7	34
D16	17.6	39	D35	20.3	47
D17	18.6	38	D36	20.7	47
D18	19.7	41	D28	15.8	33

Jumlah jarak dari *pool* dan waktu tempuh diperoleh dengan adalah hasil dari pencarian jarak ke masing-masing titik bak kontainer dengan menggunakan mengukur langsung dan menggunakan *Google Maps*. Dari total keseluruhan jarak pada tabel diatas maka didapatkan hasil jarak minimum terdapat pada titik 15.5 km dan jarak maksimum terdapat pada jarak 43.8 km.

Analisa dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah Analisa dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang ada dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang dimulai dari pengolahan data untuk menentukan jumlah bak kontainer yang akan lewati oleh mobil angkut pada wilayah penempatan bak kontainer, menentukan jarak dari *Pool* ke masing-masing bak kontainer, kemudian menentukan jarak antara masing-masing bak kontainer dan waktu tempuh perjalanan pengangkutan sampah untuk satu kali pengangkutan pada rute yang sudah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan jarak tempuh dan meminimalkan biaya operasional pengangkutan sampah

Proses algoritma *nearest neighbour* merupakan proses menginisiasi titik bak kontainer terdekat untuk tur pertama sebagai pengambilan bak kontainer pertama dan kemudian dilanjutkan ke titik kontainer terdekat selanjutnya kemudian dihubungkan kedua titik tersebut. Untuk daerah pelayanan kedua dilakukan dengan mengambil bak kontainer terdekat dari bak kontainer pertama dengan jumlah kapasitas tidak melebihi kapasitas *dump truck*, kemudian mengangkut sampah ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) untuk melakukan *unloading*. Jika kapasitas volume sampah melebihi volume *dump truck* maka dilakukan *loading* kembali, jika semua titik bak kontainer sudah terlayani maka proses pengangkutan selesai dan mobil pengangkut kembali ke *Pool*. Adapun alur penelitian digambarkan sebagai berikut:



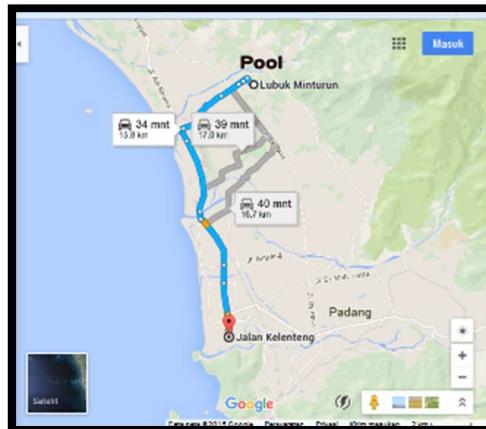
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menerjemahkan pola-pola optimasi yang dihasilkan dari Metode *Vehicle Routing Problem* (VRP), kemudian melakukan pemeriksaan apakah pola atau informasi yang ditemukan bertentangan dengan fakta atau hipotesa yang ada sebelumnya. Metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan menggunakan algoritma *Nearest Neighbour* ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kota Padang khususnya di Kecamatan Padang Selatan dan juga dapat meminimalkan biaya operasional [4].

1. Pencarian Jarak Bak Kontainer Sampah

Pencarian jarak antara bak kontainer pada masing-masing rute dilakukan untuk menentukan jarak titik bak kontainer yang dilayani pertama dengan titik bak kontainer yang akan dilayani berikutnya pada rute mobil yang sudah ditentukan dengan cara menggunakan *Google Maps*. Pada penelitian ini diambil sampel pada pelayanan mobil pertama untuk menentukan rute pertama dengan menggunakan *Google Maps* yaitu jarak dari *Pool* ke Simp. Kelenteng, kemudian ke Kp.Nias, dilanjutkan ke Jl. AR.Hakim dan terakhir ke Bungus (Kp.Pinang), dan begitu selanjutnya untuk mencari jarak data titik bak kontainer dan hasil dapat dilihat pada gambar 2.



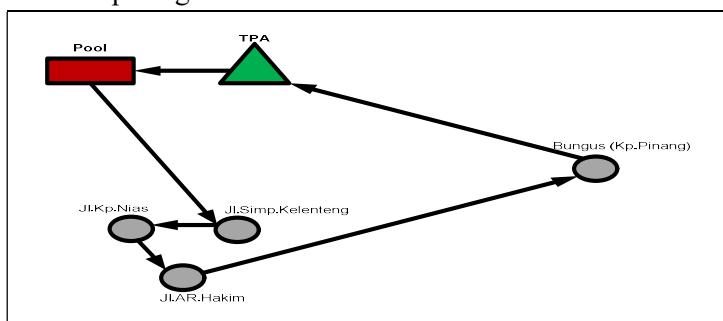
Gambar 2 Jarak dari *Pool* ke Kelenteng. Sumber : *Google Maps*

Dari gambar 2, maka untuk rute pertama mempunyai 4 jalur alternatif dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 Rute pertama

No	Wilayah	Total Jarak (km)	Waktu Tempuh (Menit)
1	Pool → Jl.Prof.Hamka dengan node yang dilewati adalah : Pool → Jl.Ikur Koto → Bypass → Jl.Adinegoro → Jl. Prof.Hamka → Jl.S.Parman → Jl.Khatib Sulaiman → Jl.Rasuna Said → Jl.Jend.Sudirman → Jl.Bagindo Aziz Chan → Jl.Moh.Thamrin → Jl. Kp.Nias → Simp.Kelenteng.	15.8	34
2	Pool → Jl.Bypass dan Jl.Tugul Hitam dengan node yang dilewati adalah : Pool → Jl.Ikur Koto → Bypass → Jl.DPR → Jl.Tugul Hitam → Jl. Prof.Hamka → Jl.S.Parman → Jl.Khatib Sulaiman → Jl.Rasuna Said → Jl.Jend.Sudirman → Jl.Bagindo Aziz Chan → Jl.Moh.Thamrin → Jl. Kp.Nias → Simp.Kelenteng	16.7	36
3	Pool → Jl.Ikur Koto → Bypass → Jl.Maransi → Jl.Berok Raya → Jl.Siteba → Jl.Gajah Mada → Jl.Jhoni Anwar → Jl.Khatib Sulaiman → Jl.Rasuna Said → Jl.Jend.Sudirman → Jl.Bagindo Aziz Chan → Jl.Moh.Thamrin → Jl. Kp.Nias → Simp.Kelenteng	17	39
4	Pool → Jl.Ikur Koto → Bypass → Jl.Maransi → Jl.Berok Raya → Jl.Siteba → Jl.Gajah Mada → Jl.Jhoni Anwar → Jl.Khatib Sulaiman → Jl.Rasuna Said → Jl.Jend.Sudirman → Jl.Bagindo Aziz Chan → Jl.Moh.Thamrin → Jl. Kp.Nias → Simp.Kelenteng	18.1	32

Untuk rute pelayanan pertama yang dimulai dari *Pool* ke Simp. Kelenteng, kemudian ke Kp.Nias, dilanjutkan ke Jl. AR.Hakim dan terakhir ke Bungus (Kp.Pinang). Maka *node* untuk rute pertama dapat dilihat pada gambar 3 berikut :

Gambar 3. *Node* Untuk Rute Pertama

Dari sampel pada tabel 2 diatas, maka untuk perhitungan jarak pada rute pelayanan mobil truk pertama adalah dengan menjumlahkan setiap jarak yang dimulai dari *pool* menuju Simpang Kelenteng kemudian diteruskan ke Kp. Nias dan seterusnya ke Jl. AR.Hakim, dan terakhir ke Bungus (Kp.Pinang) dan juga menjumlahkan waktu tempuh pada rute yang dilalui, seperti berikut:

Jarak dari <i>Pool</i> ke Simp.Kelenteng	17.0 km	waktu	39 menit
Jarak dari Simp.Kelenteng ke Kp.Nias	0.63 km	waktu	1 menit
Jarak dari Kp.Nias ke Jl.AR.Hakim	0.75 km	waktu	2 menit
<u>Jarak dari Jl.AR.Hakim ke Bungus (Kp.Pinang)</u>	<u>17.1 km</u>	waktu	<u>45 menit</u>
Total Jarak pada Rute Pertama	35.48 km	waktu	87 menit

Dari data diatas, maka total jarak pada rute pertama sebelum dilakukan optimasi adalah 35.48 km dengan total waktu perjalanan selama 87 menit. Pada rute perjalanan maka ditentukan selisih jarak $J(ij)$ pada rute pertama yang dapat dihitung dengan cara :

$$J(ij) = 17.0 - (17.1 - 0.75 - 0.63) = 1.28$$

Dari hasil selisih jarak terdapat optimasi dari jarak sebelumnya sejauh 1.28 km, maka untuk optimasi jarak $S(ij)$ dapat ditentukan dengan mengurangkan jumlah jarak dengan selisih jarak, maka hasilnya adalah :

$$S(ij) = 35.48 - 1.28 = 34.2 \text{ km.}$$

Maka hasil optimasi dari jumlah total rute sebelumnya adalah 34.2 km. Begitu juga untuk mencarian rute selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

2. Analisis *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Analisa dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang ada dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang dimulai dari pengolahan data untuk menentukan jumlah bak kontainer yang akan lewati oleh mobil angkut pada wilayah penempatan bak kontainer, menentukan jarak dari *Pool* ke masing-masing bak kontainer, kemudian menentukan jarak antara masing-masing bak kontainer dan waktu tempuh perjalanan pengangkutan sampah untuk satu kali pengangkutan pada rute yang sudah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan jarak tempuh dan meminimalkan biaya operasional pengangkutan sampah.

a. Data Jarak dari *Pool* ke Masing-Masing Bak Kontainer

Tabel 4 Kode Wilayah dan Jarak Antar Bak Kontainer

Rute Mobil Angkut	Kode wilayah	Lokasi bak kontainer	Jarak antar bak kontainer (km)	Waktu perjalanan (menit)	Total jarak antar bak (km)	Total waktu perjalanan (menit)
1	D1	SIMPANG KELENTENG	17.0	32	35.48	87
	D2	SIMP. KP. NIAS	0.63	1		
	D3	Jl. AR. HAKIM	0.75	2		
	D4	BUNGUS KAMPUNG PINANG	17.1	45		
2	D5	SIMPANG IKAL	19.1	39	23.4	49
	D6	BALAI GADANG	4.3	10		
3	D7	LP. MUARO (Didalam)	16	31	24.1	49
	D8	TELUK BAYUR (BELAKANG GUDANG I)	8.1	18		
4	D9	TELUK BETUNG	43.8	84	43.8	84
5	D10	TPI BUNGUS	37.1	73	37.1	73
6	D11	TELUK BAYUR SIMP. KANTOR LURAH	23.9	51	23.9	51
7	D12	DEPAN KANTOR LURAH PASA GADANG	16.5	33	22.5	48
	D13	GATES	6	15		
8	D14	BELAKANG TANGSI	15.5	32	20.65	47
	D15	BATANG ARAU	1.7	5		
	D16	KAMPUNG TELENG	0.85	2		
	D17	SEBERANG PALINGGAM	2.6	8		
9	D18	DIBAWAH JEMBATAN SITI NURBAYA	16.6	35	16.6	35
10	D19	LANTAMAL TELUK BAYUR	18.4	38	18.4	38
11	D20	BUNGUS (DEPAN KORAMIL)	33.6	72	33.6	72
12	D21	JL. PULAU KARAM / SMP 4	16.6	35	16.6	35

Rute Mobil Angkut	Kode wilayah	Lokasi bak kontainer	Jarak antar bak kontainer (km)	Waktu perjalanan (menit)	Total jarak antar bak (km)	Total waktu perjalanan (menit)
13	D22	BUNGUS (DEPAN KUD)	33.7	73	52	74
	D23	TELUK BAYUR UJUNG (Pantai Air Manis)	18.3	39		39
14	D24	TELUK BAYUR (PELINDO)	21.1	48	25.4	59
	D25	TELUK BAYUR (PELABUHAN)	0.4	1		
	D26	PERUMAHAN CENDANA	3.9	10		
15	D27	BUNGUS (PARAK NIPAH)	37.2	73	37.2	73
16	D28	TELUK BAYUR (BELAKANG GUDANG II)	15.8	33	15.8	33
17	D29	TELUK BAYUR SIMP. KANTOR PELINDO	23.9	53	23.9	53
18	D30	Jl. PULAU KARAM	16.6	35	17.29	38
	D31	Jl. KAMP. SEBELAH	0.55	2		
	D32	Jl. HOS COKROAMINOTO	0.14	1		
19	D33	Jl. SUTAN SYAHRIR	19.2	42	19.2	42
20	D34	Jl. Kp. NIAS	15.8	35	18.4	44
	D35	Jl. AR. HAKIM	0.25	1		
	D36	Jl. RANAH BINUANG	0.45	1		
	D37	Jl. BUNDO KANDUANG	1.9	7		
21	D38	RAWANG	20.3	47	20.85	49
	D39	JONDUL	0.55	2		

b. Pengolahan Data Jarak dari *Pool* ke Masing-Masing Bak Kontainer

Tabel 5 Jarak dari *Pool* ke Masing-Masing Bak Kontainer

Kode wilayah	JARAK DARI POOL	WAKTU	Kode wilayah	JARAK DARI POOL	WAKTU
D1	17.1	32	D20	33.6	72
D2	16.9	30	D21	16.6	35
D3	17.4	38	D22	33.7	73
D4	35.5	70	D23	26.2	57
D5	19.1	39	D24	21.1	45
D6	16.5	33	D25	21.5	49
D7	16	31	D26	18.6	41
D8	15.9	34	D27	37.2	73
D9	43.8	84	D29	23.9	53
D10	37.1	73	D30	16.6	35
D11	23.9	53	D31	16.74	36
D12	16.6	34	D32	19.2	42
D13	18.4	41	D33	16.1	36
D14	15.5	34	D34	15.7	34

D15	16.7	36
D16	17.6	39
D17	18.6	38
D18	19.7	41

D35	20.3	47
D36	20.7	47
D28	15.8	33
D19	18.4	42

Tabel 5 adalah hasil dari pencarian jarak dari *pool* ke masing-masing titik bak kontainer dengan menggunakan *Google Maps*. Dari total keseluruhan jarak maka didapatkan hasil jarak minimum terdapat pada titik 15.5 km dan jarak maksimum terdapat pada jarak 43.8 km.

c. Optimasi Perhitungan Jarak Tempuh Pengangkutan Mobil Sampah

Optimasi dengan menggunakan *Saving Matrix* adalah metode untuk mengoptimalkan jarak dan biaya operasional pengangkutan sampah.

Untuk implementasi optimasi rute penghematan jarak adalah sebagai berikut:

- a) $S(i,j) = 0 + 17.0 + 0.63 + 0.75 + 17.1 - 1.28 = 34.2 \text{ km}$
- b) $S(i,j) = 0 + 19.1 + 4.3 - 4.3 = 19.1 \text{ km}$
- c) $S(i,j) = 0 + 16 + 8.1 - 8.1 = 16 \text{ km}$
- d) $S(i,j) = 0 + 4.3 - 0 = 4.3 \text{ km}$
- e) $S(i,j) = 0 + 37.1 - 0 = 37.1 \text{ km}$

Untuk perhitungan optimasi rute penghematan selanjutnya dapat dilakukan seperti itu seterusnya sampai semua rute pengangkutan di wilayah Padang Selatan dapat dihitung untuk menentukan optimasinya. Dari hasil perhitungan optimasi rute penghematan jarak maka alokasi rute bak kontainer yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 Alokasi Rute Pengangkutan Sampah

Rute Mobil Angkut	Tur Titik Jemput Bak Kontainer	Jarak Tempuh I (km)	Selisih Jarak Bak Kontainer (i,j)	Optimasi Jarak Tempuh (km)
1	0 – D1 – D2 – D3 – D4 – X – 0	35.48	1.28	34.2
2	0 – D5 – D6 – X – 0	23.4	4.3	19.1
3	0 – D7 – D8 – X – 0	24.1	8.1	16
4	0 – D9 – X – 0	4.3	0	4.3
5	0 – D10 – X – 0	37.1	0	37.1
6	0 – D11 – X – 0	23.9	0	23.9
7	0 – D12 – D13 – X – 0	22.5	6	16.5
8	0 – D14 – D15 – D16 – D17 – X – 0	20.65	0.05	20.6
9	0 – D18 – X – 0	16.6	0	16.6
10	0 – D19 – X – 0	18.4	0	18.4
11	0 – D20 – X – 0	33.6	0	33.6
12	0 – D21 – X – 0	16.6	0	16.6
13	0 – D22 – D23 – X – 0	52	18.3	33.7
14	0 – D24 – D25 – X – 0	25.4	3.5	21.9
15	0 – D26 – X – 0	37.2	0	37.2
16	0 – D27 – X – 0	15.8	0	15.8
17	0 – D28 – X – 0	23.9	0	23.9
18	0 – D29 – D30 – D31 – X – 0	17.29	4.1	16.88
19	0 – D32 – X – 0	19.2	0	19.2
20	0 – D33 – D34 – D35 – D36 – X – 0	18.4	1.2	17.2
21	0 – D37 – D38 – X – 0	20.85	0.55	19.75

Keterangan : 0 = *Pool* ; X = Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

d. Menentukan Biaya Operasional Pengangkutan Sampah

Untuk menentukan biaya operasional pengangkutan sampah dapat diimplementasikan pada data yang akan dijadikan sampel uji pada *Vehicle Routing Problem* (VRP). Menentukan baiaya operasional pada pengangkutan sampah pada Jarak tempuh kendaraan untuk rute pertama setelah

optimasi dengan jarak optimal ± 34.2 km, maka biaya operasional didapatkan dari jarak tempuh dibagi dengan perbandingan jumlah solar yang dipakai adalah 1:3 yaitu 3 liter untuk 1 kilo perjalanan dikali dengan harga solar saat ini Rp. 6900,-.

1. Biaya Operasional = $\frac{34.2}{3} \times \text{Rp. } 6900 = \text{Rp. } 78.660$
2. Biaya Operasional = $\frac{19.1}{3} \times \text{Rp. } 6900 = \text{Rp. } 43.930$
3. Biaya Operasional = $\frac{16}{3} \times \text{Rp. } 6900 = \text{Rp. } 36.800$
4. Biaya Operasional = $\frac{43.8}{3} \times \text{Rp. } 6900 = \text{Rp. } 100.740$
5. Biaya Operasional = $\frac{37.1}{3} \times \text{Rp. } 6900 = \text{Rp. } 85.330$

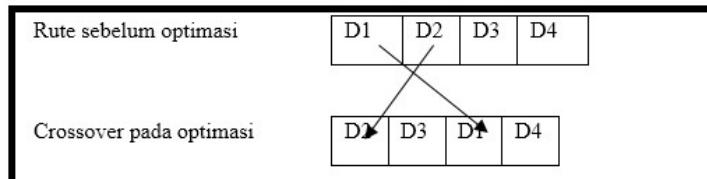
Begitu seterusnya untuk menentukan biaya operasional, maka hasil biaya operasional untuk semua rute dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Biaya Operasional Pengangkutan Sampah

No. Mobil Angkut	Tur Titik Jemput Bak Kontainer	Jarak Tempuh Optimasi (Km)	Kebutuhan Bahan Bakar (L)	Kebutuhan Operasional (Rupiah)
1	0 – D1 – D2 – D3 – D4 – X – 0	35.48	3	81,604
2	0 – D5 – D6 – X – 0	19.1	3	43,930
3	0 – D7 – D8 – X – 0	16	3	36,800
4	0 – D9 – X – 0	4.3	3	100,740
5	0 – D10 – X – 0	37.1	3	85,330
6	0 – D11 – X – 0	23.9	3	54,970
7	0 – D12 – D13 – X – 0	16.5	3	37,950
8	0 – D14 – D15 – D16 – D17 – X – 0	20.6	3	47,380
9	0 – D18 – X – 0	16.6	3	38,180
10	0 – D19 – X – 0	18.4	3	42,320
11	0 – D20 – X – 0	33.6	3	77,280
12	0 – D21 – X – 0	16.6	3	38,180
13	0 – D23 – D22 – X – 0	33.7	3	77,510
14	0 – D24 – D25 – D26 – X – 0	21.9	3	50,370
15	0 – D27 – X – 0	37.2	3	85,560
16	0 – D28 – X – 0	15.8	3	36,340
17	0 – D29 – X – 0	23.9	3	54,970
18	0 – D30 – D31 – D32 – X – 0	16.88	3	38,824
19	0 – D33 – X – 0	19.2	3	44,160
20	0 – D34 – D35 – D36 – D37 – X – 0	17.2	3	39,560
21	0 – D38 – D39 – X – 0	19.75	3	45,425
	Total Biaya Operasional			1,156,739

e. Pengujian *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan *Nearest Neighbour*

Optimasi dengan menggunakan *nearest neighbour* adalah dengan cara melakukan seleksi terhadap data optimasi dan kemudian menuju daerah perjalan masing-masing yang akan dijadikan sampel untuk mengubah lokasi *node* atau titik jemput bak kontainer dari posisi semula dengan sebanyak jumlah optimasi yang telah diproses pada hasil perhitungan dengan *saving matrix*. Kemudian lakukan pergeseran lokasi atau *Crossover*, selanjutnya hubungkan titik node optimasi sampai semua node terhubungi. Sebagai sampel diambil pada rute pertama, karena pada rute pertama terdapat optimasi jarak sejauh ± 1.28 km dari jarak sebelumnya, maka pembentukan *crossover* adalah :



Gambar 4 *Crossover*

Crossover dilakukan dengan cara menentukan daerah pelayanan terdekat terlebih dahulu, dari hasil optimasi terdapat *node* D2 yang jaraknya dekat dari *pool* maka *node* yang akan dilalui adalah *node* D2, karena D2 merupakan jarak yang terdekat dari *pool* dengan jarak ± 16.7 km untuk perbandingannya jaraknya dapat dilihat pada tabel 4.3, kemudian ke titik terdekat berikutnya adalah D3, karena jarak dari D2 ke D3 ± 0.75 km dilanjutkan ke *node* D1 dengan jarak ± 1.28 km dan terakhir pada *node* D4 dengan jarak ± 17.1 km, maka untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

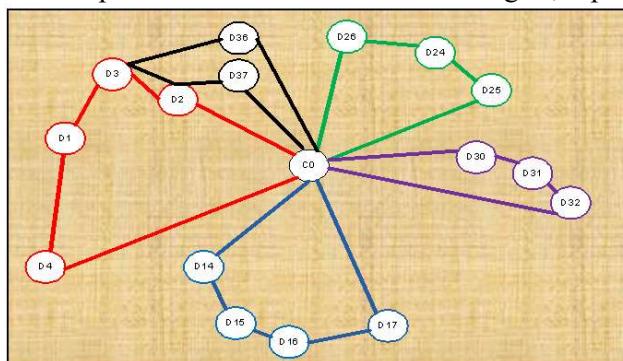
Tabel 8 Hasil Optimasi Rute Pelayanan Bak Kontainer dengan *crossover*

Mobil Pengangkut	Rute Titik Jemput Bak Kontainer	Jarak Tempuh (km)	Kebutuhan Operasional (Rupiah)
1	0 – D2/D0 – D3 – D1 – D4 – X – 0	34.2	78.660
2	0 – D6/D0 – D5 – X – 0	19.1	43,930
3	0 – D8/D0 – D7 – X – 0	16	36,800
4	0 – D9/D0 – X – 0	4.3	100,740
5	0 – D10/D0 – X – 0	37.1	85,330
6	0 – D11/D0 – X – 0	23.9	54,970
7	0 – D12/D0 - D13 – X – 0	16.5	37,950
8	0 – D14/D0–D15 – D16 – D17 - X – 0	20.6	47,380
9	0 – D18/D0 – X – 0	16.6	38,180
10	0 – D19 /D0 – X – 0	18.4	42,320
11	0 – D20/D0 – X – 0	33.6	77,280
12	0 – D21/D0 – X – 0	16.6	38,180
13	0 – D22/D0 - D23 – X – 0	33.7	77,510
14	0 – D26/D0 - D24 – D25 – X – 0	21.9	50,370
15	0 –D27/D0– X – 0	37.2	85,560
16	0 – D28/D0 – X – 0	15.8	36,340
17	0 – D29/D0 – X – 0	23.9	54,970

Mobil Pengangkut	Rute Titik Jemput Bak Kontainer	Jarak Tempuh (km)	Kebutuhan Operasional (Rupiah)
18	0 – D30/D0 – D31 – D32 – X – 0	16.88	38,824
19	0 – D33/D0 – X – 0	19.2	44,160
20	0 – D37/D0 - D3 – D2 – D36 – X – 0	17.2	39,560
21	0 – D38/D0 – D39 – X – 0	20.3	46,690
	Total Biaya Operasional		1.555.704

Keterangan : 0 = Pool ; D0 = Rute Terdekat dengan Pool ; X = Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Maka rute optimasi dapat diinisialisasikan dalam bentuk graf, seperti gambar 5 berikut:



Gambar 5 Representasi *Graf* untuk Optimasi VRP dengan *Nearest Neighbour*

Pada gambar 5 terdapat *graf* dengan warna merah adalah optimasi pada rute pertama yang menggambarkan optimasi jarak terdekat adalah pada D2, kemudian D3, D1, dan D4 dengan total jarak tempuh ± 34.28 km. Sedangkan *graf* warna biru adalah optimasi pada rute 8, yang mana jarak yang terdaktnya adalah pada D14, kemudian D15, D16 dan D17 dengan total jarak tempuh ± 20.6 km. *Graf* warna hijau adalah menggambarkan optimasi pada rute 14 yang jarak terdekatnya adalah pada D26, kemudian D24, dan D25 dengan total jarak tempuh ± 21.9 km. *Graf* warna ungu menggambarkan optimasi pada rute 18 dengan rute terdekat adalah pada D30 kemudian ke D31 dan 34 dengan total jarak tempuh ± 16.88 km. *Graf* warna hitam adalah menggambarkan optimasi rute pada node 37 kemudian ke D2, D3 dan D36 dengan total jarak tempuh ± 17.2 km. Pada representasi *graf* *node-node* yang tidak optimasi tidak ditampilkan seperti *node* yang hanya mempunyai satu atau dua rute, karena *node* tersebut mempunyai jarak dan rute yang sudah ditetapkan sehingga tidak terjadi optimasi. Setelah melakukan tahapan-tahapan sebelumnya:

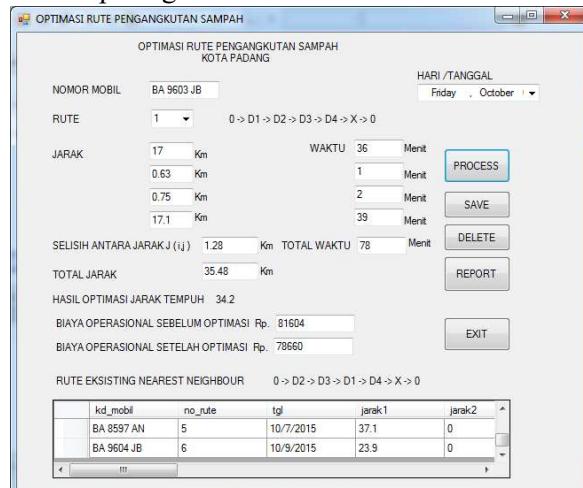
1. Pencarian data
2. Menghitung jarak terdekat
3. Menghitung biaya operasional
4. Melakukan crossover
5. Merepresentasikan VRP dalam bentuk *Graf*

Sehingga didapatkan hasil optimasi pengangkutan sampah dengan kategori :

1. Yang dapat dioptimaskan adalah rute pelayanan yang mempunyai 3 rute dan 4 rute, sedangkan yang mempunyai satu rute dan dua rute jaraknya tetap karena rute perjalannya sudah ditentukan.
2. Jarak terdekat pada rute pertama adalah D2 dengan jarak ± 16.9 km. Kemudian dihubungkan dengan titik bak kontainer terdekat berikutnya ke D3, D1 dan ke D4. Begitu selanjutnya sampai semua titik bak kontainer terlayani dan proses *loading* berhenti dan posisi kembali ke *Pool*.
3. Dari biaya operasional terdapat penghematan sebesar Rp. 100.487,-.

f. Pengujian *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan *Visual Basic.net* (VB.net)

Pengujian terhadap data optimasi rute pengangkutan sampah dilakukan untuk dapat membuktikan dari data yang telah tersedia dapat menghasilkan pola-pola hubungan kombinasi item sesuai dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi *Visual Basic.net*. Dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 6 Pengujian VRP dengan *Vidusl Basic. net*

Penjelasan dari *form input* pada gambar 6 adalah sebagai berikut :

- a. Hari / Tanggal adalah input hari dan tanggal waktu pengerjaan pengolahan data.
- b. Nomor Mobil adalah input untuk nomor mobil yang akan melayani rute pelayanan yang telah ditentukan.
- c. Rute berisikan urutan rute pelayanan, misalkan pada rute 1 maka akan muncul rute-rute mana yang akan dilewati.
- d. Jarak adalah untuk menginputkan nilai jarak bak kontainer.
- e. Waktu adalah untuk menginputkan nilai waktu perjalanan pelayanan antar bak kontainer pada rute yang telah ditentukan.
- f. Total Jarak merupakan hasil proses penjumlahan dari nilai input jarak ke 1 + nilai input jarak ke 2 + nilai input jarak ke 3 + nilai input jarak ke 4.
- g. Total Waktu merupakan hasil proses penjumlahan dari nilai input waktu ke 1 + nilai input waktu ke 2 + nilai input waktu ke 3 + nilai input waktu ke 4.
- h. Selisih Antara Jarak J_{ij} merupakan hasil proses dari pencarian selisih jarak dengan cara ($\text{nilai jarak ke } 1 - \text{nilai jarak ke } 2$) – ($\text{nilai jarak ke } 3 - \text{nilai jarak ke } 4$).
- i. Hasil optimasi jarak tempuh merupakan hasil proses Total Jarak dikurang dengan Selisih Antar Jarak J_{ij} .
- j. Biaya Operasional Sebelum Optimasi merupakan hasil proses Total Jarak dibagi kebutuhan bahan bakar dalam satu km perjalanan yaitu 3 liter untuk 1 km perjalanan kemudian dikalikan dengan harga solar yaitu $\frac{\text{Total Jarak}}{3} \times \text{Rp. } 6900$
- k. Biaya Operasional Sesudah Optimasi merupakan hasil proses Hasil Optimasi Jarak Tempuh dibagi kebutuhan bahan bakar dalam satu km perjalanan yaitu 3 liter untuk 1 km perjalanan kemudian dikalikan dengan harga solar yaitu $\frac{\text{Hasil Optimasi Jarak Temp}}{3} \times \text{Rp. } 6900$
- l. Rute eksisting *nearest neighbour* merupakan tampilan dari urutan rute setelah optimasi dengan menggunakan *nearest neighbour*.
- m. *DataGrid* adalah menampilkan hasil proses yang sudah disimpan dalam bentuk tabel.

Dari hasil pengujian *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan *Visual Basic.net* dapat dilihat pada hasil report. Hasil dapat dilihat pada gambar 7 berikut :

10/9/2015							
TANGGAL	RUTE KODE MOBIL	TOTAL JARAK	TOTAL WAKTU	SELISIH JARAK	HASIL OPTIMASI	BIAYA SEBELUM OPTIMASI	BIAYA OPTIMASI
10/9/2015 12:00:00AM	1 BA 9603 JI	35.48	78.00	1.28	34.20	81.604,00	78.660,00
10/7/2015 12:00:00AM	2 BA 8274 B	23.40	49.00	4.30	19.10	53.820,00	43.930,00
10/7/2015 12:00:00AM	3 BA 8595 A	24.10	49.00	8.10	16.00	55.430,00	36.800,00
10/7/2015 12:00:00AM	4 BA 8240 A	43.80	84.00	0.00	43.80	100.740,00	100.740,00
10/7/2015 12:00:00AM	5 BA 8597 A	37.10	73.00	0.00	37.10	85.330,00	85.330,00
10/9/2015 12:00:00AM	6 BA 9604 JI	23.90	51.00	0.00	23.90	54.970,00	54.970,00

Gambar 7 Report pengujian dengan *Visual Basic.net*

4. KESIMPULAN

Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan *Software Visual Basic.net* untuk optimasi dapat digunakan untuk penentuan rute terpendek, sehingga dapat meminimalkan biaya operasional pengangkutan sampah di Kota Padang khususnya di Kecamatan Padang Selatan. Hasil dari proses analisis optimasi dapat mengurangi jarak pada rute pelayanan pengangkutan sampah dengan ketentuan titik jemput bak kontainer yang melebihi dari satu kali dapat dioptimasikan, sedangkan pada pelayanan satu rute nilai optimasinya sama dengan nilai jarak pada rute, karena rute yang dilalui adalah tetap dan tidak mempunyai rute alternatif maka nilainya akan tetap sama dengan rute yang sudah ditetapkan. Biaya operasional setelah optimasi dapat diminimumkan, sehingga biaya operasional dapat diminimalkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang dan Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat (LPPM) Palcomtech yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fajarwati, I.A. dan Anggraeni, W. (2012), “Penerapan Algoritma *Differential Evolution* untuk Penyelesaian Permasalahan *Vehicle Routing Problem with Delivery and Pic-up*”. *Jurnal Teknik ITS* Vol.1.
- [2] Kusrini, luthfi taufiq Emha, (2009), Algoritma Data Mining, Penerbit Andi,Yogyakarta.
- [3] Ikhsan, A.N., Oesman, T.I., Yusuf, M. (2013), “Optimasi Distribusi Produk Menggunakan Daerah Penghubung *Saving Matrix*”. *Jurnal Rekavasi* Vol.1 No.1. 1-10 : ISSN: 2338-7750.
- [4] Mardiani, N., Susanti, S., dan Prastyo, H. (2014), “Penentuan Rute untuk Pendistribusian BBM Menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour* (Studi Kasus di PT X)”. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* Vol.1, No.04 : ISSN: 2338-5081.