

## PENENTUAN RUTE PENGAMBILAN SAMPAH DI KOTA MERAUKE DENGAN KOMBINASI METODE EKSAK DAN METODE HEURISTIC

Endah Wulan Perwitasari

Email : [dek\\_endah@yahoo.com](mailto:dek_endah@yahoo.com)

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik  
Universitas Musamus Merauke

### ABSTRAK

Permasalahan distribusi sampah mempunyai karakteristik diantaranya tidak ada penjadwalan ataupun pemilihan rute yang tepat untuk pengambilan sampah pada Tempat Pengumpulan Sampah (TPS). Permasalahan distribusi sampah melibatkan beberapa pertimbangan utama meliputi rute kendaraan, kendaraan sampai dengan minimasi ongkos distribusi. Permasalahan tersebut di modelkan dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP adalah masalah penentuan rute yang digunakan oleh armada untuk memberikan pelayanan kepada konsumen. Dimana VRP mempunyai tujuan untuk minimasi waktu tempuh, jarak tempuh kendaraan dan minimasi ongkos distribusi. Terdapat dua macam metode untuk penyelesaian permasalahan VRP, yaitu metode eksak dan metode *heuristic*, dimana metode eksak lebih ditekankan pada hasil yang optimal, sedangkan pada metode *heuristic* hasil yang dicapai mendekati optimal namun mempunyai waktu komputasi yang cepat. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah kombinasi antara metode eksak dan metode *heuristic* berhasil diimplementasikan dengan baik dan dapat membentuk rute yang memenuhi karakteristik permasalahan distribusi sampah.

**Kata kunci:** rute pengambilan sampah, algoritma, VRP, eksak, *heuristic*.

### A. PENDAHULUAN

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan proses alam yang berbentuk padat. Setiap individu pasti menghasilkan sampah dalam jumlah yang variatif setiap harinya. Jumlah timbunan sampah semakin meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk kota. Peningkatan timbunan sampah merupakan konsekuensi dari peningkatan kualitas dan perubahan pola hidup masyarakat. Oleh karena itu, laju timbunan sampah harus diikuti oleh peningkatan kualitas pengelolaan sampah untuk menghindari adanya dampak negatif yang mungkin ditimbulkan dari keberadaan sampah (Kristian dan Chaerul, 2010).

Pendistribusian sampah yang terkoordinasi dengan baik termasuk salah satu usaha peningkatan kualitas pengelolaan sampah. Pendistribusian sampah merupakan salah satu bagian penting dari kegiatan distribusi barang atau jasa yang dilakukan instansi pemerintah ataupun perusahaan tertentu.

Permasalahan distribusi sampah melibatkan beberapa pertimbangan utama meliputi rute kendaraan, kendaraan sampai dengan minimasi ongkos distribusi, sehingga dapat memperluas wilayah pelayanan dari pengambilan sampah dengan armada yang terbatas (Ballou dan Ronald, 1999). Masalah yang berkaitan dengan pendistribusian sampah diantaranya membuat keputusan-keputusan mengenai rute pengambilan sampah. Pemilihan rute kendaraan akan menentukan total jarak perjalanan armada.

Karakteristik permasalahan penentuan rute pengambilan sampah yaitu terdapat depo dimana kendaraan berangkat dan pulang, tiap konsumen tepat dilayani satu kali dalam sebuah rute, kapasitas yang diangkut dalam setiap rute tidak lebih dari kapasitas maksimal kendaraan pengangkut (Fitria dkk, 2009). Sehingga rute yang optimal adalah rute yang memenuhi karakteristik permasalahan penentuan rute pengambilan sampah.

Berdasar penelitian Asteria (2008) menyatakan, pada dasarnya, terdapat tiga macam penyelesaian optimasi. Yaitu metode eksak, heuristik dan metaheuristik. Pada solusi eksak (metode optimasi) dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin hingga menghasilkan jawaban terbaik (optimal). *Branch and bound* dan *branch and cut* merupakan contoh dari penyelesaian eksak. Metode heuristik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat daripada solusi eksak. Contoh metode heuristik antara lain: *Saving Based*, *Matching based*, *Multiroute improvement heuristic*, dan lain sebagainya.

Tipe masalah vehicle routing dapat digambarkan sebagai suatu kasus dengan tujuan mencari rute terpendek dari suatu depot menuju sekumpulan titik-titik tertentu. Pada umumnya solusi masalah vehicle routing diperoleh dengan metode heuristik, diantaranya menggunakan Metode Saving, Algoritma Sweep dan Algoritma Genetika yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan proses evolusi alam (Sarwadi dan Anjar, 2004). Berdasarkan uraian di atas permasalahan pada penelitian ini mempunyai karakteristik yang sama dengan Vehicle Routing Problem.

Penentuan rute pengambilan sampah merupakan salah satu permasalahan optimasi dimana terdapat beberapa metode untuk penyelesaiannya. Menggabungkan metode eksak dan metode heuristik diduga akan mampu membentuk rute dengan perubahan tingkat optimal dan waktu pembentukan rute.

Pengambilan sampah di kota Merauke saat ini dilakukan dengan dua cara, yaitu pengambilan dengan dump truck dan pengambilan dengan arm roll truck. Dimana pelanggan atau konsumen yang dilayani dengan dump truck lebih banyak jumlahnya. Belum dipisahkan antara sampah basah dan sampah kering sehingga konsumen meminta periode pengambilan sampah dilakukan setiap hari. Hal ini dikarenakan sampah cepat membusuk sehingga menimbulkan bau dan pemandangan yang mengganggu. Pada akhirnya sistem pengambilan sampah akan berpengaruh pada kesehatan dan segi keindahan kota.

Penelitian ini dilakukan pada cara pengambilan sampah dengan dump truck. Karena pada cara tersebut terdapat jumlah konsumen terbanyak. Pada cara ini pengambilan sampah

dapat dilakukan tiap hari mengingat kondisi sampah di kota Merauke belum dipisah antara sampah basah dan sampah kering. Pengambilan sampah dengan cara dump truck ini mempunyai tantangan penyesuaian kapasitas truk dengan kapasitas sampah yang diambil. Penentuan rute dilakukan dengan metode saving heuristic dimana metode ini yang paling banyak digunakan untuk mengkonstruksi rute (Salaki, 2009) dan dapat menghasilkan total jarak lebih kecil (Kartikasari, 2010).

## B. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengimplementasikan kombinasi antara metode eksak dan metode heuristic untuk mendapatkan rute.
2. Bagaimana mendapatkan rute yang optimal pada pengambilan sampah dimana permasalahan tersebut dimodelkan dengan Vehicle Routing Problem.

## C. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Pembentukan rute dilakukan pada area pelayanan dinas Cipta Karya kota Merauke.
2. Pencarian rute optimal yaitu setiap konsumen tepat dilayani satu kali, dan total volume yang diangkut tidak melebihi kapasitas maksimal truk pengangkut sampah serta tidak melebihi jarak maksimal yang diperbolehkan truk pengangkut sampah.
3. Truk pengangkut sampah mempunyai kapasitas yang sama.
4. Semua konsumen/tps harus dilayani setiap hari sehingga tidak ada pembobotan prioritas pada tiap-tiap konsumen/tps.
5. Nilai pinalti akan dihitung berdasarkan jumlah pelanggaran terhadap batasan-batasan yang sudah ditentukan.
6. Kejadian tak terduga seperti jalan yang semula dapat dilewati menjadi tidak dapat dilewati, kendaraan yang tiba-tiba tidak dapat dioperasikan ataupun permintaan musiman tidak diperhitungkan dalam penelitian ini

## D. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada area pelayanan pengambilan sampah yang dilakukan oleh dinas cipta karya dikota kota Merauke.

### 2. Sampel Data

Pada penelitian ini yang menjadi sampel data adalah :

- a) Jumlah kendaraan atau armada pengangkut sampah.
- b) Kapasitas kendaraan atau armada pengangkut sampah.
- c) Jumlah konsumen atau tempat pembuangan sementara sampah.
- d) Jumlah permintaan konsumen atau volume tempat pembuangan sementara sampah.
- e) Lokasi konsumen atau tempat pembuangan sementara sampah.
- f) Lokasi tempat pembuangan akhir sampah.
- g) Biaya transportasi yaitu berupa ongkos bahan bakar.

### 3. Prosedur Penelitian

- a) Pengkajian algoritma brute force dan metode saving heuristic untuk menyelesaikan permasalahan penentuan rute pengambilan sampah.
- b) Pengumpulan data  
Data-data penelitian didapat dari dinas cipta karya kabupaten Merauke.
- c) Pemodelan algoritma brute force dan metode saving heuristic.

### 4. Implementasi

Tahapan menterjemahkan hasil desain ke dalam bahasa pemrograman php dengan data-base MySQL.

### 5. Pengujian

Pengujian digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu membuktikan dugaan bahwa kombinasi metode eksak dan metode heuristik dapat membentuk rute yang memenuhi karakteristik permasalahan penentuan rute pengambilan sampah. Untuk mencapai tujuan penelitian ini akan menggunakan data dari instansi yang digunakan sebagai model guna perbandingan dengan sistem yang dihasilkan oleh penelitian.

## E. LANDASAN TEORI

### *Vehicle Routing Problem*

VRP adalah salah satu bentuk permasalahan transportasi yang melibatkan pendistribusian barang maupun orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi

VRP merupakan perumuman dari TSP atau disebut juga m-TSP dengan m menunjukkan banyaknya salesman yang mengunjungi sejumlah kota. Jadi VRP berkaitan dengan penentuan rute optimal untuk permasalahan lebih dari satu kendaraan (*vehicle*) dengan kapasitas tertentu untuk mengunjungi sejumlah pelanggan dengan permintaannya masing-masing. Rute yang dibentuk harus dimulai dan diakhiri di suatu tempat yang disebut depot. Setiap pelanggan dikunjungi hanya satu kali dan total permintaan semua pelanggan dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut. VRP menjadi TSP pada saat hanya terdapat satu alat angkut yang kapasitasnya tak hingga (Kallehauge dan Marsen, 2001).

Menurut Laporte (2010), metode heuristik untuk menyelesaikan VRP dapat dikategorikan dalam tiga kelompok,

#### 1. Heuristik konstruktif (constructive heuristic).

Secara berurutan atau gradual membentuk solusi yang layak dengan memperhatikan biaya solusi, akan tetapi tidak terdapat fase perbaikan atau peningkatan.

#### 2. Heuristik dua fase (two phase heuristic)

Dalam menyelesaikan masalahnya metode ini dipecah menjadi dua komponen yaitu mengelompokkan (clustering) permasalahan ke dalam rute yang layak dan baru dilakukan pembuatan rute (routing), sehingga cara tersebut dapat dinyatakan dengan : cluster-first route-second dan route first \_cluster second.

#### 3. Metode perbaikan (Improvement methods)

Metode ini mencoba mencari setiap solusi yang layak dengan melakukan pertukaran urutan node, baik didalam rute itu sendiri (*intra route exchange*) maupun di luar rute yang sudah terbentuk.

Berdasar penelitian Asteria (2008) menyatakan, pada dasarnya, terdapat tiga macam penyelesaian VRP:

#### 1. Solusi Eksak.

Pada solusi eksak (metode optimasi) dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap

solusi yang mungkin hingga menghasilkan jawaban terbaik (optimal) dari persoalan Branch and bound dan branch and cut merupakan contoh dari penyelesaian eksak.

2. Heuristik.

Metode Heuristik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat daripada solusi eksak. Contoh metode heuristik antara lain: Saving Based, Matching based, Multiroute improvement heuristic, dan lain sebagainya.

3. Metaheuristik.

Metaheuristik, adalah suatu metode untuk melakukan eksplorasi yang lebih dalam pada daerah yang menjanjikan dari ruang solusi yang ada. Kualitas solusi yang dihasilkan dari metode ini jauh lebih baik daripada yang didapat heuristik klasik. Contoh metaheuristik adalah *genetic algorithm*, *simulated annealing*, *tabu search*, *ant colony system* dan *sebagainya*.

**F. HASIL**

Setelah rute terbentuk kita dapat menghitung total volume yang terangkut dengan mengakumulasi volume sampah pada tiap titik-titik TPS pada tiap rute.

Tabel 1. Total volume terangkut

Rute	volume terangkut
1	3.78 m <sup>3</sup>
2	3.49 m <sup>3</sup>
3	3.96 m <sup>3</sup>
4	0.09 m <sup>3</sup>
Total volume	67.92 m <sup>3</sup>

Kombinasi antara metode eksak dan metode *heuristik* yang pada penelitian ini menggunakan *brute force* dan *saving heuristic* berpengaruh terhadap waktu proses.

Setelah rute terbentuk, kita dapat mencari total jarak yang dilalui oleh kendaraan pengangkut pada setiap rutenya. Dalam penelitian ini, jarak terpendek belum tentu jarak yang optimal, karena adanya batasan lain dalam penentuan optimasi, yaitu kapasitas kendaraan.

Tabel 2. Jarak Tempuh

Rute	Jarak tempuh
1	38.16 km
2	19.27 km
3	3.86 km
4	1.24 km
Total jarak	375.18 km

Pembahasan

Pembahasan akan dilakukan dengan perbandingan data yang diperoleh dari dinas Cipta Karya kota merauke dengan hasil dari sistem.

Total Volume Terangkut

Berdasar data yang diperoleh dari kantor Cipta Karya Merauke pada tabel 3, rute yang berjalan saat ini jika dihitung total volume terangkut per rute adalah berkisar 1 m<sup>3</sup> hingga 4,21 m<sup>3</sup>. Perhari mejalani 2 rute yang dilakukan oleh 2 kendaraan. Sehingga 1 rute dilakukan oleh 1 kendaraan dengan volume terangkut 50% sampai dengan 70% dari kapasitas maksimal kendaraan 6m<sup>3</sup>.

Tabel 3. Rute yang ada

	Rute	Cipta Karya	
		Volume Terangkut (m <sup>3</sup> )	Jarak Tempuh (km)
	1	4.10	19.12
	2	1.21	11.35
	3	3.96	14.04
	4	2.25	26.16
	5	4.21	29.92
	6	2.32	22.84
	7	2.63	11.87
	8	1	20.34
	9	3.22	22.84
total	9	37.17	240.56

Dari data yang didapat, dapat dilihat sangat tidak efisien nya salah satu rute yang terbentuk. Yaitu mengangkut volume dibawah 50% kapasitas kendaraan atau kurang dari 3m<sup>3</sup> pada setiap rute ke dua.

Sedang pada penelitian ini, pada tabel 1 menunjukkan total volume terangkut tiap rute menunjukkan 3 dari 4 rute yang terbentuk, mengangkut lebih dari 50% kapasitas kendaraan.

## G. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *Brute Force* dapat dikombinasikan dengan metode *saving heuristic* dan menghasilkan rute pengambilan pengambilan sampah di kota Merauke.
2. Metode *saving heuristic* yang dikombinasikan dengan metode eksak yaitu algoritma *brute force* akan menghasilkan waktu perhitungan yang lebih cepat daripada metode eksak saja.
3. Kombinasi antara metode eksak yaitu algoritma *Brute Force* dengan metode *heuristic* yaitu *Saving Heuristic* dapat menghasilkan rute yang memenuhi kriteria permasalahan penentuan rute pengambilan sampah, yaitu terdapat depot dimana kendaraan berangkat dan pulang, tiap konsumen tepat dilayani satu kali dalam sebuah rute, kapasitas yang diangkut dalam setiap rute tidak lebih dari kapasitas maksimal kendaraan pengangkut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Asteria, C., 2008, Penentuan Distribusi Dengan Algoritma Tabu Search Untuk VRP Dengan Time Windows, Universitas Indonesia.
2. Ballou dan Ronald, H., 1999, Business Logistics Management, Prentice Hall, Upper Saddle River N.J.
3. Fitria, L., Susanty, S. dan Suprayogi, 2009, Penentuan Rute Pengambilan dan Pengangkutan Sampah di Bandung, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.
4. Kallehauge, B., J. Larsen, dan O.B.G. Marsen, 2001, "Lagrangian Duality Applied on Vehicle Routing with Time Windows", Technical Report, IMM, Technical University of Denmark.
5. Laporte, G., 2010, Fifty Years of Vehicle Routing, Canada Research Chair in Distribution Management, HEC Montreal.
6. Sarwadi dan Anjar K.S.W., 2004, Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing, Universitas Diponegoro Semarang.
7. Sutapa, I.N. dan Widyadana, I.G.A., 2003, Studi Tentang Travelling Salesman dan

- Vehicle Routing Problem dengan Time Windows, Universitas Kristen Petra.
8. Salaki, T.D., 2009, Penyelesaian Vehicle Routing Problem Menggunakan Beberapa Metode Heuristik Konstruktif, Institut Pertanian Bogor.
9. Toth, P. dan Vigo, D., 2002, The Vehicle Routing Problem, Society for Industrial and Applied Mathematics, University City Science Center Philadelphia.