

## IMPLEMENTASI ALGORITMA CLARKE-WRIGHT DAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING PADA MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM

Linda Ramah Sopani<sup>1</sup>, Suyanto<sup>2</sup>, Jondri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah permasalahan optimasi mengenai adanya sejumlah pelanggan di lokasi tertentu yang memerlukan sejumlah barang dan harus dilayani dengan menggunakan sejumlah kendaraan dengan kapasitas muat terbatas. Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) adalah salah satu jenis dari VRP. MDVRP adalah VRP dengan kondisi dimana terdapat banyak depot (tempat simpan barang) untuk menyuplai kebutuhan pelanggan. Tujuan dari penyelesaian MDVRP adalah untuk menentukan rute perjalanan yang optimal yang harus dilalui dalam memenuhi permintaan pelanggan.

Pada tugas akhir ini, pencarian rute kasus MDVRP akan diimplementasikan menggunakan algoritma Clarke-Wright atau algoritma Saving dan algoritma Simulated Annealing (SA). Data kasus MDVRP yang digunakan adalah data dari Cordeau, didapat dari web:

<http://neo.lcc.uma.es/radiaeb/WebVRP/>.

MDVRP akan diselesaikan dengan cara mengelompokkan pelanggan terhadap depot terlebih dahulu dengan menggunakan algoritma Parallel Assignment. Setelah itu akan dibentuk rute pendistribusian barang tiap depot dengan menggunakan algoritma Clarke-Wright. Algoritma Simulated Annealing digunakan untuk menghindari jebakan optimum lokal, sekaligus melakukan pencarian penyelesaian rute yang lebih baik dari hasil algoritma Clarke-Wright.

Untuk mengetahui performansi metode Clarke-Wright dan SA, pada tahap pengujian, solusi dari metode ini akan dibandingkan dengan solusi terbaik yang pernah ada dan solusi dari Genetic Algorithm.

**Kata Kunci :** Pencarian rute, Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP), Clarke-Wright, Simulated Annealing (SA)

---

### Abstract

Vehicle Routing Problem (VRP) is an optimization problem of the existence of some customers in a specific location that require a certain number of goods and shall be served by a number of vehicle which load capacity is limited. Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) is one kind of VRP. MDVRP is VRP which the condition has some depots (storehouse) to supply customer's goods. The purpose of MDVRP is to determine the optimal route in fulfilling customer's request.

In this final project, the route searching of MDVRP will be implemented using the Clarke-Wright or Saving algorithm and Simulated Annealing algorithm (SA). The instances of MDVRP that will be used is from Cordeau's instances, from website : <http://neo.lcc.uma.es/radi-aeb/WebVRP/>.

MDVRP will be resolved by grouping the customers to depot in advance using the Parallel Assignment algorithm. After that, the route will be established for each depot using the Clarke-Wright algorithm. Simulated Annealing algorithm is used to avoid the trap of local optimum, as well as to search a better route from the Clarke-Wright algorithm's solution.

To determine the performance of the Clarke-Wright algorithm and SA algorithm, in the testing phase, the solution of these methods will be compared with the best solution ever known and the solution of Genetic Algorithm.

**Keywords :** Route searching, Multiple Depot Vehicle Routing Problem(MDVRP), Clarke-Wright, Simulated Annealing (SA).

---

## 1. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya informasi dan teknologi yang sangat cepat, persaingan di sektor bisnis pun semakin kompetitif. Suatu perusahaan harus selalu mengembangkan dan memperbaiki sistem bisnis agar dapat memenangkan persaingan. Transportasi adalah salah satu dari sistem bisnis yang penting dalam perusahaan. Biaya untuk transportasi sangatlah besar, dimana sepertiga sampai dua pertiga dari biaya logistik. Oleh karena itu perlu adanya strategi untuk menyelesaikan permasalahan transportasi tersebut. Permasalahan optimasi rute kendaraan biasa dikenal dengan *Vehicle Routing Problem*.

*Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah permasalahan optimasi mengenai adanya sejumlah pelanggan di titik lokasi tertentu yang memerlukan sejumlah barang dan harus dilayani oleh suatu depot (pusat distribusi) dengan menggunakan sejumlah kendaraan dengan kapasitas muat terbatas. Tujuan dari penyelesaian VRP adalah untuk menentukan rute perjalanan yang optimal yang harus dilalui dalam memenuhi permintaan.

VRP dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan batasan dan kondisi tertentu yang dimasukkan pada permasalahannya. Salah satu jenis dari VRP adalah *Multiple Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP). MDVRP adalah jenis VRP dengan kondisi dimana perusahaan memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.

MDVRP dapat diselesaikan dengan cara "*Cluster first, route second*", dimana cara ini dianggap cukup handal untuk digunakan pada kasus MDVRP.[8]

Pelanggan akan dikelompokkan (*cluster*) terhadap depot terdekat dengan menggunakan algoritma *Parallel Assignment*. Setelah itu algoritma Clarke-Wright atau yang lebih dikenal dengan Algoritma *Saving* akan digunakan untuk membentuk rute distribusi barang bagi tiap kelompok pelanggan pada satu depot.

Pada kasus ini, untuk menghindari jebakan lokal dari solusi algoritma Clarke-Wright, akan digunakan algoritma metaheuristik. Algoritma metaheuristik merupakan metode penyelesaian yang mengendalikan interaksi antara improvisasi lokal dan strategi tingkat tinggi untuk menciptakan proses yang mampu lolos dari jebakan optimum lokal, sekaligus melakukan pencarian rute yang lebih baik. Metode

metaheuristik yang akan dipakai untuk permasalahan MDVRP ini adalah algoritma *Simulated Annealing*.

Diharapkan dengan implementasi algoritma Clarke Wright dan *Simulated Annealing* pada MDVRP di tugas akhir ini, dapat menyelesaikan masalah pencarian jarak tempuh total minimal yang lebih baik dengan menggunakan jumlah kendaraan yang lebih sedikit. Dua hal tersebut dijadikan parameter penilaian karena semakin kecil jarak tempuh kendaraan dan jumlah kendaraan menandakan semakin sedikit pula biaya yang harus dikeluarkan.

## 2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma Clarke-Wright dan algoritma *Simulated Annealing* pada kasus *Multi Depot Vehicle Routing Problems*?
2. Bagaimana performansi algoritma Clarke-Wright dan algoritma *Simulated Annealing* pada kasus *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dilihat dari total jarak tempuh kendaraan dan total jumlah kendaraan yang dipakai?

## 3. Batasan Masalah

Ruang lingkup tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Setiap pelanggan hanya akan dilayani dalam satu kali kunjungan.
2. Jumlah kendaraan yang dibutuhkan depot untuk distribusi barang selalu tersedia dengan kapasitas yang seragam untuk jenis barang yang sama pada setiap depotnya.
3. Data yang digunakan adalah data dari Cordeau yang bernama p01, p02, p03, p04, p06, p15, dan p18. Data didapat dari web <http://neo.lcc.uma.es/radi-aeb/WebVRP/>.
4. Performansi dari sistem akan diketahui dengan cara membandingkan hasil solusi sistem terhadap solusi terbaik yang pernah diketahui dan solusi dari *Genetic Algorithm*.

## 4. Tujuan

1. Untuk membangun perangkat lunak yang dapat menyelesaikan permasalahan *Multi Depot Vehicle Routing Problem* menggunakan algoritma Clarke-Wright dan algoritma *Simulated Annealing*.
2. Untuk mengetahui performansi dari algoritma Clarke-Wright dan algoritma *Simulated Annealing* pada *Multi Depot Vehicle Routing*

*Problem* dilihat dari total jarak tempuh kendaraan dan jumlah kendaraan.

Hipotesis : Masalah *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma Clarke-Wright dan algoritma *Simulated Annealing* dengan solusi yang baik mendekati optimal.

## 5. Metode Penyelesaian Masalah

Metodologi penyelesaian masalah yang akan digunakan adalah :

### a. Studi Literatur

Pencarian referensi dan sumber-sumber yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Sumber referensi meliputi materi yang berhubungan dengan algoritma Clarke-Wright, *Simulated Annealing* dan MDVRP melalui media internet, buku dan jurnal ilmiah. Uraian studi literatur ini menjadi landasan konseptual atau teoritis dalam mengembangkan model, perancangan dan pengolahan serta dasar analisis.

### b. Pendefinisian masalah

Pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi seperti titik-titik depot gudang, serta bobot jarak antar titik pelanggan dan depot.

### c. Analisis dan Perancangan Sistem.

Tahap analisis merupakan proses analisis permasalahan yang ada, yaitu analisis metode penyelesaian *Multiple Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) dan analisis terhadap algoritma Clarke-Wright dengan algoritma *Simulated Annealing* untuk penyelesaian masalah MDVRP.

Pada proses perancangan sistem yang dilakukan adalah mendesain data dengan merumuskan variabel yang dibutuhkan untuk penyelesaian MDVRP, dan mendesain langkah yang harus ditempuh sebagai penyelesaian MDVRP.

### d. Implementasi perangkat lunak

Pada tahap ini dilakukan implementasi dari desain yang telah dibuat ke dalam bahasa pemrograman MATLAB.

### e. Testing dan Analisa Hasil

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang sudah dibuat. Testing dilakukan berdasarkan skenario pengujian yang sudah dibuat. Hasil testing akan diuji dan dibandingkan dengan solusi terbaik yang pernah ada, dan solusi dari *Genetic Algorithm* untuk menganalisis performansi sistem.

f. Pengambilan kesimpulan dan penyusunan laporan

Mengambil kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta membandingkannya dengan hipotesis awal. Mendokumentasikan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis ke dalam suatu bentuk laporan yang telah disusun sejak awal.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis hasil, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma Clarke-Wright merupakan algoritma yang cukup baik untuk dijadikan pembentuk solusi awal bagi algoritma *Simulated Annealing* karena dapat menghasilkan rata-rata perbedaan jarak tempuh dengan *best known solution* sebesar 37,23% dan efisiensi pemakaian kendaraan secara keseluruhan bernilai rata-rata 83,04%.
2. Pada algoritma SA, variabel untuk skema penurunan suhu yang paling baik adalah 0.99 dibandingkan dengan 0.79 dan 0,89. Semakin mendekati nilai 1 maka ruang solusi yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga didapat hasil yang lebih baik, tetapi waktu komputasi pun berbanding terbalik, akan semakin besar.
3. Pada algoritma SA, suhu harus diberi nilai sedemikian rupa agar terjadi kesetimbangan antara  $\Delta E$  dan  $p(\Delta E)$  diterima sebagai *current state*, agar menghasilkan solusi yang lebih baik. Pada data p01, p02, p03, p04, dan p06, nilai optimal didapatkan pada suhu sebesar 1000 sedangkan untuk data p15 dan p18 adalah suhu sebesar 5000.
4. Setelah dibandingkan dengan solusi terbaik yang diketahui (*best solution ever known*), solusi algoritma SA masih kurang baik dilihat dari total jarak tempuh kendaraan.
5. Setelah dibandingkan dengan solusi dari GA, jarak tempuh algoritma SA dan GA memiliki perbedaan yang tidak begitu besar, dan hanya pada tipe data p01 dan p03, algoritma SA dapat memberikan solusi yang lebih baik daripada GA.

### 5.2 Saran

Tugas akhir ini dapat dikembangkan dengan bentuk sebagai berikut:

1. Dalam SA, pada tahap menghasilkan solusi baru dapat digunakan algoritma yang lain dan yang lebih optimal dari 2-opt.
2. Untuk menyelesaikan kasus MDVRP dapat digunakan algoritma metaheuristik yang lain, atau penggabungan dengan SA, seperti Tabu Search dan Genetic Algorithm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cardon Stefan, Sander Dommers, Ceyhun Eksin, Ren'e Sitters, Andr'e Stougie, dan Leen Stougie. *A TPAS PTAS for the Multiple Depot Vehicle Routing Problem*. Belanda.
- [2] Dréo.Johann, Pétrowski. Alain, Siarry. Patrick,Taillard. Eric. 2006. *Metaheuristics for hard Optimization*. New York, USA.
- [3] Lim, Andrew dan Van Wang. 2005. *Multi Depot Vehicle Routing Problem: One Stage Approach*. IEEE Transactions On Automation Science and Engineering.
- [4] Wisuda, Amir. 2004. *Studi Komparasi Metod Penentuan Rute pada Model Sistem Persediaan Multi Eleson yang Mempertimbangkan Rute Transportasi*. Thesis, Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [5] Bertsimas, Dimitris and Tsisiklis, John. 19993. *Simulated Annealing*. Statistical Science.
- [6] Wirdianto. Eri, Jonrinaldi, Betris Surya. 2007. *Penerapan Algoritma Simulated Annealing pada Penjadwalan Distriusi Produk*. Universitas Andalas.
- [7] Press, William H, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery 1992. *The Art of Scientific Computing*. Cambridge University.
- [8] Tansini, Libertad, Maria Urquhart, Omar Viera. *Comparing assignment algorithms for the Multi-Depot VRP*. Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería. Uruguay.
- [9] Lysgaard, Jens. 1997. *Clarke & Wright's Savings Algorithm*. Department of Management Science and Logistics, The Aarhus School of Business.
- [10] Stutzle, Thomas and Irina Dumitrescu. 2003 *Topic in Local Search*. Darmstadt University of Technology. Department of Computer Science
- [11] Davied, Vernando. 2010. *Penyelesaian Multiple Depot Vehicle Routing Problem with Backhauls (MDVRP) Menggunakan Pengembangan Algoritma Clarke-Wright*. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- [12] P. Surekha, and Dr.S.Sumathi. 2011. *Solution To Multi-Depot Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithms*. PSG College of Technology. Coimbatore, India

- [13] Battarra. M, R. Baldacci, D. Vigo. 2007 *Clarke and Wright Algoritm*. Bologna University.

