

**Program untuk permasalahan *multiple trip vehicle routing problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* pada proses pendistribusian**

**\*Ike Putri Nuswantari**

**\*\*Mimiep Setyowati Madja**

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang

**Abstract.** In everyday life almost all problems require the help of mathematics, one of them on the transportation or on the distribution process. Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) is one of the problems related to the transportation or distribution process. Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) is defined as the problem of the Vehicle Routing Problem (VRP) with the expansion and the addition of multiple trips on the each vehicle when it distributes goods and the time window of customer service. One algorithm to solve the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) is memetic algorithms. Memetic algorithm is a combination of genetic algorithm and local search procedures that intensify the search. Memetic algorithms procedures are: initialization process, evaluation process, selection, crossover process, mutation process, repair process, local search, vehicle allocation, and the best route is formed. To facilitate the search for the solution of the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) especially at the time had to submit to many customers, memetic algorithms implemented in the language programming Borland Delphi. By using an program application be made, produced together with the results obtained manually route 0 – 1 – 3 – 4 – 0 – 5 – 2 – 0 with a travel time "1.1675" hours and uses a vehicle. This program is designed applications up to 50 points in the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) using memetic algorithms, which is already in trials with 11 points, 22 points, and 50 points in attachment. So that the application program can be used to solve the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) using memetic algorithms on the transportation or on the distribution process.

**Key words:** Memetic Algorithms, Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP), Borland Delphi 7.0.

Teori *graph* merupakan salah satu cabang dari matematika yang mempelajari tentang *graph*. *Graph* adalah pasangan yang terdiri dari titik dan sisi. Misalnya pada bidang transportasi, permasalahan tersebut dapat dibentuk sebagai *graph* yang digambarkan dengan titik dan garis. Garis yang menghubungkan titik pada *graph* disebut sisi. Salah satu terapan dari teori *graph* adalah *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP).

VRP atau *Vehicle Routing Problem* adalah sebuah cakupan masalah yang di dalamnya ada sebuah problem di mana ada sejumlah rute untuk sejumlah

---

\* Mahasiswa Program Studi Matematika Universitas Negeri Malang

\*\* Dosen Universitas Negeri Malang

kendaraan yang berada pada satu atau lebih depot yang harus ditentukan jumlahnya agar tersebar secara geografis supaya bisa melayani konsumen-konsumen yang tersebar (Prana, 2007 : 1). Batasan-batasan dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah sebagai berikut, setiap *customer* dikunjungi tepat satu kali, setiap rute berawal dan berakhir di depot, dan total permintaan tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang tersedia.

MTVRP adalah permasalahan dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan perluasan dan penambahan multiple trips pada setiap kendaraan ketika mendistribusikan barang serta *time window* pelayanan *customer* (Yunita, 2013 : 1). Tujuan MTVRP adalah menentukan sejumlah rute untuk sekumpulan kendaraan identik yang harus melayani sejumlah customer dari depot ke customer dengan tujuan meminimalisasi jarak tempuh dan jumlah kendaraan (Setara, 2012). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam MTVRP adalah sebagai berikut, titik awal dan titik akhir berada dalam satu depot, setiap customer dilayani tepat satu kendaraan, total dari permintaan customer tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan, waktu tempuh kendaraan tidak boleh melebihi waktu kerja yang ditentukan dalam setiap rute, setiap kendaraan dapat melewati lebih dari satu rute, terdapat waktu istirahat minimal kendaraan antara dua lintasan, kecepatan rata-rata kendaraan diasumsikan sama pada setiap kendaraan, jumlah kendaraan ditentukan sebelumnya dengan kapasitas yang tidak sama, barang sejenis, dan pengaturan posisi barang, hujan, kerusakan jalan, bencana alam, gang tikus, dan kemacetan diabaikan dalam penyelesaian ini.

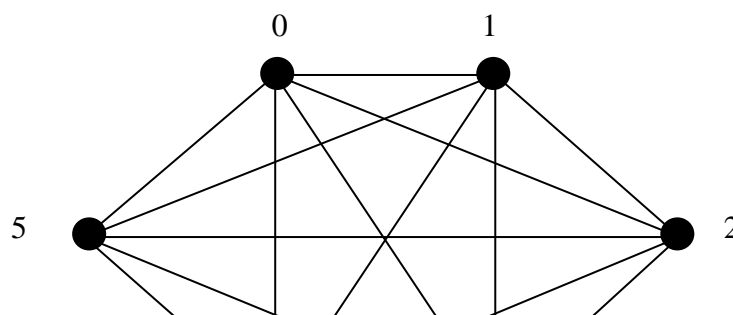
Algoritma *memetic* adalah kombinasi dari algoritma genetika, yang pertama kali diperkenalkan oleh Holland pada tahun 1975, dan langkah-langkah *local search* yang memperkuat pencarian (Ayadi & Benadada, 2013 : 76). Tujuan algoritma *memetic* adalah mengimpletasikan operator genetik sebagai *selection*, *mutation* dan *crossover*, dan juga mengembangkan beberapa operator *local search* yang memperbaiki kualitas individu pada urutan kecepatan evolusi yang tinggi dari populasi (Ayadi & Benadada, 2013 : 76). algoritma *memetic* digunakan di beberapa pekerjaan dan pembuktiannya efisien untuk memecahkan masalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Ayadi & Benadada, 2013 : 76). Parameter-parameter yang digunakan adalah sebagai berikut, ukuran populasi adalah

banyaknya kromosom yang akan digunakan untuk setiap iterasi. Jika ukuran populasi terlalu kecil maka algoritma akan lebih cepat konvergen pada suatu nilai (Michalewicz, 1996 : 72), probabilitas *crossover* adalah untuk menunjukkan seberapa sering gen tertentu dari kromosom yang telah terpilih akan melewati *crossover*, dan probabilitas muatasi digunakan untuk menunjukkan seberapa sering gen tertentu dari kromosom yang telah di *crossover* akan melewati mutasi.

Dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang berhubungan dengan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* diperlukan suatu alat bantu program sehingga bisa lebih mudah dalam menyelesaikan suatu kasus tersebut jika *customer* tersebut banyak. Program yang akan digunakan adalah aplikasi dari Borland Delphi 7. Pada penelitian ini penulis akan membahas bagaimana langkah-langkah menyelesaikan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) dengan menggunakan algoritma *memetic* dan bagaimana implementasi program untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) dengan menggunakan algoritma *memetic*.

## METODE

Contoh permasalahan yang digunakan diambil dari data dari salah satu perusahaan pendistribusian paket barang. Pendistribusian paket barang ini menggunakan satu kendaraan dengan kapasitas kendaraan 25 kg menggunakan kecepatan 40 km/jam. Dalam mendistribusikan paket barang ini dilakukan maksimal 2 jam untuk melayani 5 customer, yang masing-masing mempunyai permintaan 6 kg, 8 kg, 7 kg, 7 kg, dan 12 kg. Di bawah ini adalah model graph yang menjelaskan kemungkinan jalur yang terbentuk dari permasalahan pendistribusian paket barang, di mana setiap sisi mewakili jalan yang menghubungkan antar titik dan setiap bobot pada sisi mewakili jarak.



### Gambar 1. Graph Komplit $K_5$

Analisis dari contoh permasalahan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Melakukan proses inialisasi menggunakan metode nearest neighborhood.
2. Melakukan proses evaluasi. Proses evaluasi ini dilakukan dengan cara menghitung nilai fitness pada setiap populasi.
3. Melakukan proses seleksi dengan menggunakan *Roulette Wheel*.
4. Melakukan proses *crossover* menggunakan metode *Crossover* dengan Permutasi (PMX).
5. Melakukan proses mutasi menggunakan metode *insertion mutation*.
6. Melakukan proses perbaikan menggunakan metode *Clark & Wright*.
7. Melakukan proses *local search* menggunakan metode *Best Improvement Local Search*.
8. Melakukan proses alokasi kendaraan untuk meminimumkan jumlah kendaraan.
9. Rute terbaik terbentuk.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Proses Penyelesaian Contoh Permasalahan Menggunakan Manual

Menyelesaikan contoh permasalahan dengan manual menghasilkan rute 0 – 1 – 3 – 4 – 0 – 5 – 2 – 0 yang merupakan rute optimum dengan waktu tempuh “1,1675 jam”, total permintaan barang memenuhi kapasitas kendaraan dan menggunakan satu kendaraan. Hasil penyelesaian ini lebih optimum dibandingkan

dengan rute yang digunakan sebelumnya, dimana diperlukan waktu tempuh “1,065 jam” untuk menempuh rute 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 0. Walaupun waktu tempuh pada rute sebelumnya lebih kecil dibandingkan rute yang diperoleh menggunakan algoritma *memetic*, namun total permintaan customer tidak melebihi kapasitas maksimum kendaraan.

### **Perancangan Aplikasi Program**

Langkah-langkah yang dilakukan sebelum membuat program adalah studi literatur, perancangan dasar, dan perancangan program. Langkah awal dalam pembuatan program adalah membuat diagram alir atau *flowchart*. *Flowchart* berfungsi untuk mempermudah proses pembuatan program. Komponen-komponen yang digunakan dalam aplikasi program ini adalah edit, image, stringgrid, memo, button, dan tabsheet. Aplikasi program ini dirancang untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* dengan customer yang kurang dari atau sama dengan 50.

### **Proses Penyelesaian Contoh Permasalahan Menggunakan Aplikasi Program**

Langkah-langkah dalam menyelesaikan contoh permasalahan menggunakan aplikasi program adalah mengcopy aplikasi program *Borland Delphi 7.0* ke komputer atau laptop, kemudian membuka aplikasi program *Borland Delphi 7.0* dalam komputer atau laptop, proses input titik, proses input jarak, proses input permintaan, dan klik tombol proses. Proses penyelesaian menggunakan aplikasi program ini menghasilkan rute yang sama dengan hasil manual yaitu yaitu rute 0 – 1 – 3 – 4 – 0 – 5 – 2 – 0 menggunakan satu kendaraan dengan waktu tempuh “1,1675” jam. Hasil perhitungan ini tidak selalu sama, dikarenakan pada proses *crossover* dan pada proses mutasi, dilakukan secara acak. Aplikasi program ini sudah di uji coba dengan 11 titik, 22 titik, dan 50 titik, sehingga aplikasi program ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* dalam bidang transportasi, lebih tepatnya pada proses pendistribusian.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* adalah sebagai berikut :

1. Proses inialisasi. Proses ini menggunakan metode *nearest neighbor*.
2. Proses evaluasi. Proses evaluasi ini dilakukan dengan cara menghitung nilai fitness pada setiap populasi.
3. Seleksi. Proses ini menggunakan metode *Roulette Wheel*. Pada metode ini kemungkinan memilih individual berkaitan langsung dengan nilai fitness nya.
4. Proses crossover. Proses ini menggunakan metode *Crossover* dengan Permutasi (PMX). PMX merupakan rumusan modifikasi dari pindah silang dua-point.
5. Proses mutasi. Proses ini menggunakan mutasi pengkodean permutasi dengan metode *insertion mutation*. *Insertion mutation* dilakukan dengan cara memilih salah satu gen secara acak kemudian gen yang terpilih disisipkan ke posisi yang lain. Penyisipan tersebut pada posisi acak.
6. Proses perbaikan. Proses ini menggunakan metode *Clark & Wright*.
7. *Local search*. Proses ini menggunakan metode *Best Improvement Local Search*. *Best Improvement Local Search* adalah memperhatikan semua solusi tepat diantara semua lingkungan solusi.
8. Alokasi kendaraan. Proses ini dilakukan supaya dapat meminimumkan jumlah kendaraan.
9. Rute terbaik terbentuk. Langkah ini adalah kesimpulan dari hasil perhitungan mulai dari langkah pertama sampai dengan langkah kedelapan dalam algoritma *memetic* pada permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP).

Penggunaan aplikasi program untuk menyelesaikan permasalahan dari contoh permasalahan dengan customer sebanyak 5, menghasilkan rute yang sama dengan hasil perhitungan manual pada contoh permasalahan yaitu rute 0 – 1 – 3 – 4 – 0 – 5 – 2 – 0 menggunakan satu kendaraan dengan waktu tempuh “1,1675” jam. Hasil perhitungan ini tidak selalu sama, dikarenakan pada proses *crossover*

dan pada proses mutasi, dilakukan secara acak. Aplikasi program ini dirancang hingga 50 titik dalam permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic*, yang mana sudah di uji coba dengan 11 titik, 22 titik, dan 50 titik yang terdapat pada lampiran. Sehingga aplikasi program ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic* dalam bidang transportasi atau pendistribusian.

### **Saran**

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang diajukan dirumuskan sebagai berikut. Aplikasi program ini dirancang hingga 50 titik dalam menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) menggunakan algoritma *memetic*, sehingga perlu dilakukan penyempurnaan jika digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang lebih dari 50 titik. Untuk hasil lebih baik, sebaiknya kemacetan lalu lintas, bencana, dan perubahan arah lalu lintas juga diperhitungkan.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Aldous, Joan M. and Wilson, Robin J. 2004. *Graphs and Applications An Introductory Approach*. London : Springer.
- Ayadi, Rajaa & Benadada, Youssef. 2013. Memetic Algorithm For A Multi-Objective Vehicle Routing Problem With Multiple Trips. *International Journal of Computer Science and Application*, 2013 (2) : 72-91.
- Hermawanto, Denny. 2007. *Algoritma Genetika dan Contoh Aplikasinya*, (Online), (<http://www.firman-its.com/2007/05/17/algoritma-genetika-dan-contoh-aplikasinya/>), diakses 20 Mei 2015.
- Michalewics, Zbiniew. 1996. *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution* (Online).
- Prana, Raden. 2007. *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem*, (Online), <http://www.informatika.org/~rinaldi/Matdis/2007-2008/MakalahIF2153-0708-027.pdf>, diakses 21 Oktober 2014.

- Pengertian Proses Pendistribusian Sistem*, (Online),  
[http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/pemasaran/Bab\\_8.pdf](http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/pemasaran/Bab_8.pdf), diakses 5 Februari 2015.
- Rosi, Fitria Dwi. 2012. *Implementasi Algoritma Genetika Hybrid (Best Improvement Search) pada Vehicle Routing Problem With Time Window*. Skripsi. Malang : UM.
- Satyananda, Darmawan. 2015. *Petunjuk Praktikum Struktur Data*. Malang : UM.
- Satyananda, Darmawan. 2015. *Struktur Data*. Malang : UM.
- Satyananda, Darmawan. 2012. *Panduan Praktikum Struktur Data*. Buku tidak diterbitkan. Malang : UM.
- Setara, Firqin. 2012. *Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP)*, (Online),  
<http://firstqien.blogspot.com/2012/05/definisi-menentukan-sejumlah-rute-untuk.html>, diakses 21 Oktober 2014.
- Suroso, H.M. Jarot S. and Prabowo, Bayu Arie. 2012. *Perancangan Program Aplikasi Rute Distribusi Botol Oxygen Menggunakan Algoritma Elitist Ant System (Studi Kasus : CV Surya Medika)*, (Online),  
<http://amppontianak.ac.id/artread&idart=4.php>, diakses 21 Oktober 2014.
- Toni, Desca Marwan. 2009. *Penentuan Rute Optimum Jalur Distribusi Dalam Supply Chain Network Menggunakan Algoritma Genetika*. Skripsi. Bogor : IPB.
- Yunita, Nine Winda. 2013. *Algoritma Sequential Insertion Untuk Menyelesaikan Masalah Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP)*. Skripsi. Malang : UM.
- Zukhri, Zainudin. 2013. *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta : Andi.