

## ABSTRAK

Alexander Thomas Kurniawan Pratomo

Tesis

Perbandingan Metode *MultiPack Grey Wolf Optimizer* dan *Grey Wolf Optimizer* untuk Penyelesaian Masalah *Capacitated Vehicle Routing Problem*

*Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah suatu masalah yang muncul karena rute pengiriman barang yang menjadi semakin kompleks ketika titik yang perlu dikirim semakin banyak. Salah satu contoh CVRP pada dunia nyata adalah permasalahan yang dialami oleh e-commerce dalam pengiriman barang. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah menggunakan metode metaheuristik yang dapat menemukan hasil yang mendekati dari metode *exact* dengan waktu yang lebih singkat. Pada penelitian ini, CVRP akan coba diselesaikan dengan melakukan pendekatan *cluster-first route-second*. Untuk algoritma yang digunakan adalah Grey Wolf Optimizer (GWO) untuk pembuatan *cluster* dan Simulated Annealing untuk pembuatan rute. Selain itu GWO akan dikembangkan menjadi MultiPack Grey Wolf Optimizer (MPGWO) yang lebih mengikuti serigala di alam yang memiliki beberapa koloni dan saling berinteraksi.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah GWO maupun MPGWO memiliki potensial dalam penyelesaian CVRP. Dari segi hasil yang didapatkan, MPGWO dengan konfigurasi interaksi  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  menggantikan tiga serigala secara acak dengan frekuensi yang semakin lama semakin sering dapat menghasilkan hasil yang lebih bagus. Tetapi penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan stabilitas hasil yang didapatkan oleh masing masing algoritma.

## ABSTRACT

Alexander Thomas Kurniawan Pratomo

*Thesis*

*Comparison of MultiPack Grey Wolf Optimizer and Grey Wolf Optimizer for Capacitated Vehicle Routing Problem*

*Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) is a problem that arises because the route to deliver goods becomes increasingly complex when there are more points that need to be sent. One example of CVRP in the real world is the problems experienced by e-commerce in shipping goods. One method that can be applied is using a metaheuristic method that can find results that are close to the exact method in a shorter time. In this research, CVRP will try to be solved by doing a cluster-first route-second approach. The algorithm used is Grey Wolf Optimizer (GWO) for cluster creation and Simulated Annealing for route creation. In addition, GWO will be developed into a MultiPack Grey Wolf Optimizer (MPGWO) which follows wolves in nature that have several colonies and interact with each other.*

*The results obtained in this study are GWO and MPGWO have potential in solving CVRP. In terms of the results obtained, MPGWO with interaction configurations  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  replacing three wolves randomly with increasing frequency can produce better results. But further research is needed to improve the stability of the results obtained by each algorithm.*

## DAFTAR ISI

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL .....                         | i   |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                      | ii  |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....           | iii |
| KATA PENGANTAR.....                         | iv  |
| ABSTRAK .....                               | v   |
| ABSTRACT .....                              | vi  |
| DAFTAR ISI .....                            | vii |
| DAFTAR GAMBAR.....                          | ix  |
| DAFTAR TABEL .....                          | x   |
| 1. PENDAHULUAN .....                        | 1   |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....           | 1   |
| 1.2. Perumusan Masalah.....                 | 2   |
| 1.3. Tujuan.....                            | 2   |
| 1.4. Manfaat.....                           | 3   |
| 1.5. Ruang Lingkup Pembahasan .....         | 3   |
| 1.6. Sistematika Penulisan.....             | 3   |
| 2. LANDASAN TEORI.....                      | 4   |
| 2.1. <i>Vehicle Routing Problem</i> .....   | 4   |
| 2.2. Traveling Salesman Problem.....        | 6   |
| 2.3. <i>Grey Wolf Optimizer</i> .....       | 6   |
| 2.3.1. <i>K - Grey Wolf Optimizer</i> ..... | 9   |
| 2.4. <i>Simulated Annealing</i> .....       | 10  |
| 3. METODE PENELITIAN .....                  | 12  |
| 3.1. Tahapan Penelitian .....               | 12  |
| 4. ANALISA HASIL .....                      | 20  |
| 4.1. Verifikasi Metode .....                | 20  |
| 4.1.1. Verifikasi Grey Wolf Optimizer ..... | 20  |
| 4.1.2. Verifikasi Simulated Annealing.....  | 21  |
| 4.2. Verifikasi Hasil.....                  | 23  |
| 4.3. Deskripsi Dataset.....                 | 28  |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 4.4. Hasil Percobaan Kombinasi Parameter ..... | 29 |
| 4.5. Hasil Percobaan Dataset .....             | 33 |
| 5. Kesimpulan .....                            | 42 |
| 6. DAFTAR PUSTAKA .....                        | 43 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Alur Penelitian .....                                          | 12 |
| Gambar 3.2 Alur GWO .....                                                 | 14 |
| Gambar 3.3 Alur Algoritma SA .....                                        | 15 |
| Gambar 3.4 Alur Algoritma Keseluruhan .....                               | 16 |
| Gambar 3.5 Alur GWO yang diusulkan .....                                  | 18 |
| Gambar 4.1 Contoh Pergerakan Eksplorasi Grey Wolf Optimizer .....         | 20 |
| Gambar 4.2 Contoh Pergerakan Eksplorasi Grey Wolf Optimizer .....         | 21 |
| Gambar 4.3 Contoh Rute Awal .....                                         | 22 |
| Gambar 4.4 Contoh Rute pada Iterasi Selanjutnya.....                      | 22 |
| Gambar 4.1 Ekspresi Grafis dari Solusi Sampel .....                       | 25 |
| Gambar 4.2 Hasil <i>Output</i> Program .....                              | 26 |
| Gambar 4.3 Grafik Perubahan Nilai Fitness.....                            | 27 |
| Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Nilai Fitness Masing-masing Konfigurasi ..... | 29 |
| Gambar 4.5 Hasil Perubahan Temperatur .....                               | 31 |
| Gambar 4.6 Rute Optimum ‘A-n62-k8’ .....                                  | 39 |
| Gambar 4.7 Rute Optimum ‘A-n60-k9’ .....                                  | 39 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Deskripsi <i>Dataset</i> ‘A-n34-k5’ .....                             | 23 |
| Tabel 4.2 Tabel Jarak Antar Pelanggan dan Depot <i>Dataset</i> ‘A-n34-k5’ ..... | 24 |
| Tabel 4.3 Contoh Solusi .....                                                   | 25 |
| Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Fitness.....                                       | 27 |
| Tabel 4.5 Deskripsi <i>Dataset</i> .....                                        | 28 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Parameter .....                                       | 30 |
| Tabel 4.7 Hasil Percobaan Parameter SA.....                                     | 32 |
| Tabel 4.8 Deviasi Minimum dari Optimal.....                                     | 35 |
| Tabel 4.9 Selisih Deviasi dari Optimal dengan Korayem et al. (2015).....        | 36 |
| Tabel 4.10 Deviasi Rata-rata Nilai Fitness .....                                | 37 |
| Tabel 4.11 Standar Deviasi Tiap Konfigurasi .....                               | 38 |
| Tabel 4.12 Waktu yang Dibutuhkan untuk Masing-masing Konfigurasi dalam Detik .  | 40 |