

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN VARIASI MUTASI
DALAM PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM*
*WITH TIME WINDOWS (CVRPTW)***

(Studi Kasus : Pendistribusian Beras Bersubsidi oleh Perum Bulog)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika



Oleh

Siska Amelia

NIM 2006671

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

LEMBAR HAK CIPTA

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN VARIASI MUTASI
DALAM PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM*
*WITH TIME WINDOWS (CVRPTW)***

(Studi Kasus : Pendistribusian Beras Bersubsidi oleh Perum Bulog)

Oleh:

Siska Amelia

NIM 2006671

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
Gelar Sarjana Matematika
pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Siska Amelia 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

LEMBAR PENGESAHAN

SISKA AMELIA

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN VARIASI MUTASI
DALAM PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM*
WITH TIME WINDOWS (CVRPTW)

(Studi Kasus : Pendistribusian Beras Bersubsidi oleh Perum Bulog)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.

NIP. 198108142005012001

Pembimbing II.



Hj. Dewi Rachmatin, S.Si., M.Si.

NIP. 196909291994122001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) merupakan permasalahan optimasi rute kendaraan dengan batasan kapasitas dan jendela waktu. Tujuan penyelesaian CVRPTW yaitu untuk mencari solusi optimal dengan meminimumkan total waktu distribusi, jumlah pelanggan yang terlewat, dan biaya bahan bakar. Solusi optimal adalah solusi dengan nilai *fitness* terbesar yang diperoleh dengan memberikan bobot kepada masing-masing tujuan. Pada penelitian ini Algoritma Genetika diimplementasikan untuk penyelesaian CVRPTW. Implementasi dilakukan menggunakan tiga variasi mutasi yaitu, *swapping mutation*, *inversion mutation*, dan *insert mutation* untuk melihat mutasi mana yang menghasilkan rute dengan nilai *fitness* terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *swapping mutation* menghasilkan rata-rata nilai *fitness* yang lebih tinggi yaitu 1,9415 jika dibandingkan dengan *inversion mutation* dengan rata-rata *fitness* 1,9113 dan *insert mutation* dengan rata-rata *fitness* 1,8455. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *swapping mutation* cenderung lebih konsisten dan cenderung menghasilkan solusi yang lebih optimal secara keseluruhan.

Kata Kunci: Algoritma genetika, CVRPTW, variasi mutasi, multi objektif, pendistribusian

ABSTRACT

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) is a vehicle route optimization problem with capacity constraints and time windows. The goal of solving CVRPTW is to find the optimal solution by minimizing the total distribution time, number of missed customers, and fuel costs. The optimal solution is the solution with the largest fitness value obtained by giving weight to each goal. In this research, Genetic Algorithm is implemented to solve CVRPTW. Implementation is done using three mutation variations, namely, swapping mutation, inversion mutation, and insert mutation to see which mutation produces a route with the best fitness value. The results show that swapping mutation produces a higher average fitness value of 1.9415 when compared to inversion mutation with an average fitness of 1.9113 and insert mutation with an average fitness of 1.8455. These results show that swapping mutation tends to be more consistent and tends to produce a more optimal solution overall.

Keywords: *Genetic algorithm, CVRPTW, variation mutation, multi objective, distribution*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	6
2.2 Algoritma Genetika	9
2.2.1 Struktur Algoritma Genetika	12
2.2.2 Pengkodean dalam Algoritma Genetika	12
2.2.3 Pembangkitan Populasi Awal (<i>Spanning</i>)	13
2.2.4 Evaluasi Nilai <i>Fitness</i>	13
2.2.5 Seleksi	14
2.2.6 Kawin Silang (<i>Crossover</i>)	15
2.2.7 Mutasi	16
2.2.8 Pembentukan Populasi Baru	17
2.2.9 Kriteria Pemberhentian	17
2.2.10 Penentuan Parameter Algoritma	17
2.3 <i>Weighted Sum Model</i> (WSM)	18
2.4 Analisis Sensitivitas	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Deskripsi Masalah	19
3.2 Tahapan Penelitian	20
3.3 Data Penelitian	21
3.4 Model Optimisasi CVRPTW.....	21
3.5 Teknik Penyelesaian.....	25
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Data Penelitian	37
4.2 Tahapan Implementasi	38
4.3 Hasil Implementasi.....	40
4.4 Analisis Sensitivitas Parameter Algoritma Genetika dan Bobot.....	43
4.4.1 Analisis Sensitivitas Ukuran Populasi	43
4.4.2 Analisis Sensitivitas <i>Crossover Rate</i>	45
4.4.3 Analisis Sensitivitas <i>Mutation Rate</i>	46
4.4.4 Analisis Sensitivitas Jumlah Generasi	47
4.4.5 Analisis Sensitivitas Bobot	49
4.4.6 Analisis Sensitivitas Bobot Terhadap Tujuan.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tujuan Kendaraan 1	30
Tabel 3. 2 Tujuan Kendaraan 2	30
Tabel 3. 3 Normalisasi Nilai Masing-Masing Tujuan.....	31
Tabel 3. 4 Menghitung Nilai <i>Fitness</i>	31
Tabel 4. 1 Data Pelanggan	38
Tabel 4. 2 Nilai <i>Fitness</i> Tiga Jenis Mutasi Hasil Simulasi	41
Tabel 4. 3 Solusi Optimal Hasil Simulasi	43
Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba Ukuran Populasi.....	44
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba <i>Crossover Rate</i>	45
Tabel 4. 6 Hasil Uji Coba <i>Mutation Rate</i>	46
Tabel 4. 7 Hasil Uji Coba Jumlah Generasi.....	48
Tabel 4. 8 Hasil Uji Coba Bobot.....	49
Tabel 4. 9 Hasil Uji Coba Bobot Terhadap Tujuan	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Gen	11
Gambar 2. 2 Struktur Kromosom.....	11
Gambar 2. 3 Struktur Individu	11
Gambar 3. 1 Tahapan Algoritma Genetika	26
Gambar 3. 2 Representasi Kromosom	27
Gambar 3. 3 Pembagian Rute Berdasarkan Kapasitas Kendaraan.....	29
Gambar 3. 4 Proses <i>Crossover</i>	32
Gambar 3. 5 Area Pemetaan PMX.....	33
Gambar 3. 6 Hasil <i>Protochild</i> PMX.....	33
Gambar 3. 7 Pemetaan PMX.....	33
Gambar 3. 8 Hasil Keturunan PMX.....	33
Gambar 3. 9 Proses Mutasi	34
Gambar 3. 10 <i>Swapping Mutation</i>	35
Gambar 3. 11 <i>Inversion Mutation</i>	35
Gambar 3. 12 <i>Insert Mutation</i>	35
Gambar 4. 1 Inisialisasi Parameter.....	39
Gambar 4. 2 Nilai <i>Fitness</i> Untuk Tiga Jenis Mutasi Hasil Simulasi	42
Gambar 4. 3 Hasil Uji Coba Ukuran Populasi	44
Gambar 4. 4 Hasil Uji Coba <i>Crossover Rate</i>	45
Gambar 4. 5 Hasil Uji Coba <i>Mutation Rate</i>	47
Gambar 4. 6 Hasil Uji Coba Jumlah Generasi	48
Gambar 4. 7 Hasil Uji Coba Bobot	49
Gambar 4. 8 Hasil Uji Coba Bobot Terhadap Tujuan.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Jarak	58
Lampiran 2 Data Waktu	59
Lampiran 3 Hasil Uji Parameter Ukuran Populasi.....	60
Lampiran 4 Hasil Uji Parameter <i>Crossover Rate</i>	69
Lampiran 5 Hasil Uji Parameter <i>Mutation Rate</i>	80
Lampiran 6 Hasil Uji Parameter Jumlah Generasi.....	91
Lampiran 7 Hasil Uji Parameter Bobot.....	102
Lampiran 8 Program CVRPTW.....	111

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, R. (2012). *Sistem Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika Studi Kasus : Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Bumi Siliwangi*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. dalam <http://repository.upi.edu/107063>
- Ardiansyah, A., Mahendra, G. S., Rahayu, P. W., Sriyeni, Y., Purnama, J., Hartati, E., ... & Yanuarsyah, H. I. (2024). *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ayuningrum, N. L. A., & Saptaningtyas, F. Y. (2017). Implementasi Algoritma Genetika dengan Variasi Crossover dalam Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW) pada Pendistribusian Air Mineral. *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, 6(3), 62-72. dalam <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/jkkm/article/view/7909>
- Azmi, N., Jamaran, I., Arkeman, Y., & Mangunwidjaja, D. (2012). Penjadwalan Pesanan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Tipe Produksi Hybrid and Flexible Flowshop pada Industri Kemasan Karton. *Jurnal teknik industri*, 2(2), 176-188. <https://doi.org/10.25105/jti.v2i2.7028>
- Dewi, A.Y. (2017). *Implementasi Algoritma Genetika dengan Variasi Seleksi dalam Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRPTW) Untuk Optimasi Rute Pendistribusian Raskin di Kota Yogyakarta*. (Skripsi). Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Dewi, K., & Proboyekti, U. (2017). Implementasi Weighted Sum Model Dan Least Square Method Dalam Pemberian Nilai Dukung Kelayakan Penerbitan Buku (Studi Kasus: Penerbit Andi). *Jurnal Eksplorasi Karya Sistem Informasi dan Sains*, 7(1), 13-27.
- Fadila, A.R. (2023). *Optimasi Jaringan Distribusi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Menggunakan Genetic Algorithm Algoritma Genetika*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. dalam <https://repository.upi.edu/113884/>
- Firmansyah, Y. S., Novianingsih, K., & Husain, H. S. (2021). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan

- Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *Jurnal EurekaMatika*, 9(2), 107-116.
- Fradina, S. E., & Saptaningtyas, F. Y. (2017). Penerapan Algoritma Sweep dan Algoritma Genetika pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) untuk Optimasi Pendistribusian Gula. *Jurnal Matematika-S1*, 6(2), 63-71.
- Hafizhah, S. (2023). *Penentuan Rute Penjemputan Sampah Terpilah dengan Mengaplikasikan Penyelesaian Multi Travelling Salesman Problem Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Pengelola Sampah Kering Berbasis Masyarakat, Bank Sampah Induk Serang)*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. dalam <https://repository.upi.edu/89759/>
- Hasugian, I. A., Ingrid, F., & Wardana, K. (2020). Analisis Kelayakan dan Sensitivitas: Studi Kasus UKM Mochi Kecamatan Medan Selayang. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 159-164.
- Hidayat, I., & Waryanto, N. H. (2016). Penerapan Algoritma Genetika Pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Untuk Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat Di Kabupaten Sleman. *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, 5(6).
- Irawan, W. (2019). *Implementasi Model Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows dengan Pendekatan Goal Programming pada Penentuan Rute Terbaik Distribusi Barang Studi Kasus pada Pendistribusian Barang Di Cv. Oke Jaya*. (skripsi). UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. dalam <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/55326>
- Khoirussoleh, H. (2013). *Algoritma Genetika dengan Operator Partially Mapped Crossover untuk Menyelesaikan Optimasi Vehicle Routing Problem*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. dalam <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/6850>
- Mahmudy, W. F. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Michalewicz, Z. (1999). *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*. New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg.

- Puspasari, A. (2017). *Penyelesaian Masalah Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia)*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. dalam <https://repository.upi.edu/28635/>
- Putri, F. B., Mahmudy, W. F., Ratnawati, D. E. (2014). *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) Pada Kasus Optimasi Distribusi Beras Bersubsidi*. (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang. dalam <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/146056/>
- Rahman, N.L. (2018). *Implementasi Algoritma Genetika pada Capacitated Vehicle Routing Problem*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. dalam <https://repository.upi.edu/34869/>
- Slamet, A. S., Siregar, H. H., & TIP, A. K. (2014). Vehicle Routing Problem (VRP) dengan Algoritma Genetika pada Pendistribusian Sayuran Dataran Tinggi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24(1).
- Sumarta, S. C., Setiawan, N. A., & Aji, T. B. Kombinasi dan Evaluasi Operator Mutasi Algoritme Genetika pada Traveling Salesmen Problem (TSP).
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Tanujaya, W., Dewi, D. R. S., & Endah, D. (2013). Penerapan Algoritma Genetik untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing di PT. MIF. *Widya Teknik*, 10(1), 92-102.
- Widodo, A. W., & Mahmudy, W. F. (2010). Penerapan Algoritma Genetika pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner. *Jurnal Ilmiah KURSOR*, 5(4).
- Widodo, T. (2012). *Komputasi Evolutioner*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Windya, V., & Saptadi, S. (2019). Pemilihan Rute Terpendek dalam Proses Distribusi Menggunakan Metode VRP dengan Algoritma Genetika Di PT. Tirta Investama Danone AQUA. *Industrial Engineering Online Journal*, 8(3). dalam <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/24290>
- Yasmine, F. (2019). Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows untuk Pendistribusian Buku Menggunakan Algoritma Sweep dan Particle

Swarm Optimization (Studi Kasus: PT. Gramedia Asri Media). dalam <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/76743/>

Zukhri, Z. (2014). *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta: Andi Offset.