

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION* PADA
PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH*
*TIME WINDOWS***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Matematika Program Studi Matematika



oleh

Decynta Putry

2007323

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

2024

LEMBAR HAK CIPTA

IMPLEMENTASI ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION* PADA PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS*

Oleh

Decynta Putry

NIM 2007323

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

© Decynta Putry 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

Decynta Putry, 2024

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION* PADA PENYELESAIAN *CAPACITATED
VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

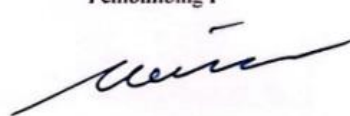
LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

DECYNTA PUTRY

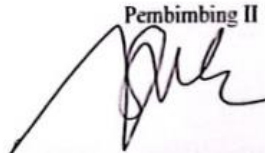
*PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH
TIME WINDOWS MENGGUNAKAN ALGORITMA DIFFERENTIAL
EVOLUTION*

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing
Pembimbing I

 19/12/2024

Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.
NIP. 197711282008122001

Pembimbing II

 19/12/2024

Dr. Sumanang Muhtar Gozali, M.Si.
NIP. 197411242005011001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, M.Si.
NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) adalah permasalahan optimasi rute kendaraan dengan batasan jendela waktu dan kapasitas yang bertujuan untuk meminimumkan rute perjalanan kendaraan, total waktu distribusi, jumlah pelanggan yang terlewat, dan biaya pendistribusian. Pada penelitian ini Algoritma *Differential Evolution* diimplementasikan untuk menyelesaikan CVRPTW. Implementasi dilakukan dengan menerapkan lima langkah dalam Algoritma DE, yaitu penentuan parameter kontrol, mutasi, rekombinasi, seleksi, dan terminasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi optimal dapat ditemukan jika nilai parameter kontrol mutasi dan rekombinasi bernilai 0,4 dan 0,5 sehingga menghasilkan rute kendaraan paling minimum. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter kontrol sangat berpengaruh terhadap hasil akhir dari penelitian.

Kata Kunci: CVRPTW, Algoritma *Differential Evolution*, parameter kontrol, distribusi, optimal

ABSTRACT

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) is a vehicle route optimization problem with limited time windows and capacity which aims to minimize vehicle travel routes, total distribution time, number of missed customers, and distribution costs. In this research, the Differential Evolution Algorithm was implemented to solve CVRPTW. Implementation is carried out by applying five steps in the DE Algorithm, that are determining control parameters, mutation, recombination, selection and termination. The research results show that the optimal solution can be found if the mutation and recombination control parameter values are 0.4 and 0.5 and it results in the minimum vehicle route. These results show that the control parameter values greatly influence the final results of the research.

Keywords: CVRPTW, Differential Evolution Algorithm, control parameters, distribution, optimal

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT sebab atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* Menggunakan Algoritma *Differential Evolution*”. Skripsi ini disusun tidak hanya untuk memenuhi syarat menyelesaikan program Sarjana (S1), tetapi juga sebagai sarana bagi penulis untuk menuangkan ide dan ilmu yang telah dipelajari selama kuliah.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa bantuan, petunjuk, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca di masa mendatang. Pada penyusunan skripsi ini, tidak lepas dari banyaknya dukungan, doa, dan motivasi untuk penulis dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang terhormat:

1. Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd. selaku wali dosen yang telah membimbing dan memberi dukungan, pengarahan serta ilmu pengetahuan bagi penulis sejak awal kuliah sampai akhir.
2. Dr. Kartika Yulianti, M.Si. selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang selalu memberikan semangat, informasi, dan pengarahan kepada seluruh mahasiswa Matematika dengan penuh kesabaran.
3. Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, bantuan, bimbingan, motivasi, dan semangat kepada penulis sejak penyusunan proposal hingga proses penyusunan skripsi.
4. Dr. Sumanang Muhtar Gozali, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bantuan, bimbingan, motivasi, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika yang telah mengajar dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua penulis, Papa Asep Nugraha, S.E. dan Mama Lucy Theresia, S.E. serta adik penulis Azriel Cahya Ramadhan yang senantiasa

Decynta Putry, 2024

IMPLEMENTASI ALGORITMA DIFFERENTIAL EVOLUTION PADA PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

menemani penulis sejak awal perkuliahan hingga akhir dengan selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, dan bantuan baik materi maupun fisik.

7. Teman-teman dekat penulis, Alivia Melvina, Alifiani Azkiyah, Sarry Shafina Saraswati, Siska Amelia, Syifa Nada Muslimah, Theadi Yanuar Kristie, Zalfa Nurjihan yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan terutama saat penulis memasuki fase *down* pada penyusunan skripsi.
8. Teman-teman di kelas Matematika C 2020 yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan studi agar memperoleh Sarjana Matematika.
9. Semua pihak dan teman-teman yang telah memberikan dukungan namun tidak dapat disebutkan satu per satu, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB II <u>L</u> ANDASAN TEORI	5
2.1 Vehicle Routing Problem (VRP)	5
2.2 Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)	7
2.3 Differential Evolution Algorithm (DEA)	9
BAB III <u>M</u> ETODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Deskripsi Masalah	11
3.2 Tahapan Penelitian	11
3.3 Penyelesaian Model Optimisasi menggunakan DEA	13
BAB IV <u>H</u> ASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Model Optimisasi	18

4.2	Contoh Kasus	22
4.3	Validasi	25
4.4	Implementasi	25
4.4.1	Model Optimisasi	28
4.4.2	Tahapan Implementasi	29
4.5.	Hasil Implementasi	33
4.6.	Analisis Hasil	35
4.6.1	Jumlah Kendaraan Bervariasi	37
4.6.2	Jumlah Lokasi Bervariasi	37
KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Contoh Rekombinasi	16
Gambar 3. 2. Alur Kerja Algoritma <i>Differential Evolution</i>	17
Gambar 4. 1. Hasil <i>Running</i> Program Validasi.....	25
Gambar 4. 2. Hasil <i>Running</i> Program Pada Iterasi ke-7	34
Gambar 4. 3. Hasil <i>Running</i> Dengan 15 Kendaraan	37
Gambar 4. 4. Hasil <i>Running</i> Dengan 11 Data	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Rute Perjalanan Berdasarkan Kapasitas Kendaraan <i>Dummy</i>	22
Tabel 4. 2. Matriks Jarak	23
Tabel 4. 3. Parameter Kontrol	23
Tabel 4. 4. Matriks Populasi Target.....	23
Tabel 4. 5. Populasi Mutan.....	24
Tabel 4. 6. Solusi <i>Trial</i>	24
Tabel 4. 7. Urutan Solusi <i>Trial</i>	25
Tabel 4. 8. Permintaan dan <i>Time Windows</i> Setiap Pelanggan	26
Tabel 4. 9. Hasil Percobaan Parameter Kontrol	29
Tabel 4. 10. Hasil Iterasi	32
Tabel 4. 11. Hasil <i>Running</i> Program	33

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningrum, N. L. (2017). Implementasi Algoritma Genetika dengan Variasi Crossover dalam Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) pada Pendistribusian Air Mineral. *Jurnal Matematika*, 6(3), 62-72.
- Fajarwati, I. A. (2012). Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-Up. *Jurnal Teknik ITS*, 391-396.
- Firmansyah, Y. S. (2021). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *Jurnal EurekaMatika*, 9(2), 107-116.
- Hasani-Goodarzi, A. &-M. (2012). Capacitated Vehicle Routing Problem for Multi-Product Cross-Docking with Split Deliveries and Pickups. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1360-1365.
- Kamphukaew, R. S. (2018). Differential Evolution Algorithm with Local Search for the Multi-Products Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows: A Case Study of the Ice Industry. *Engineering and Applied Science Research*, 45(4), 273-281.
- Kuo, R. J. (2012). Hybrid Particle Swarm Optimization with Genetic Algorithm for Solving Capacitated Vehicle Routing Problem with Fuzzy Demand - A Case Study on Garbage Collection System. *Applied Mathematics and Computation*, 219(5), 2574-2588.
- Lai, E. C. (2007). An Improved Differential Evolution for the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-up Service. *Third International Conference on Natural Computation*.
- Ozaydin, E. (2003). Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows.
- Paillin, D. B. (2019). Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

(Studi Kasus: PT Paris Jaya Mandiri). *Seminar Nasional "ARCHIPELAGO ENGINEERING"*, 147-153.

Pratama, Y. D. (2013). Optimasi Penjadwalan Produksi Melalui Penerapan Algoritma Differential Evolution di PT. PAN PANEL Palembang. *Prosiding Indonesia Statistical Analysis Conference* (pp. 10-15). Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.

Saputra, I. W. (2018). Optimization of Distribution Channel Vehicle Routing Problem with Time Windows using Differential Evolution Algorithm: A Case Study in Newspaper Industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 3917-3204.

Song, L. &. (2018). An Improved Differential Evolution Algorithm with Local Search for Capacitated Vehicle Routing Problem. *Tenth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI)*, 801-806.

Storn, R. &. (1997). Differential Evolution: A Simple Evolution Strategy for Fast Optimization. *Dr. Dobb's Journal*, 18-24.

Tanel, A. (2022). Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*.

Zhang, H. G. (2022). Review of Vehicle Routing Problems: Models, Classification and Solving Algorithms. *Arch Computat Methods Eng* 29, 195-221.