

**OPTIMISASI *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(CVRP) MENGGUNAKAN *K-MEANS CLUSTERING* DAN
*ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika
Program Studi Matematika



Oleh

Adam Siswanto

2003917

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

**OPTIMISASI *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(CVRP) MENGGUNAKAN *K-MEANS CLUSTERING* DAN
ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (PSO)**

Oleh

Adam Siswanto

2003917

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Adam Siswanto 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

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

LEMBAR PENGESAHAN

Adam Siswanto

2003917

**OPTIMISASI *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* (CVRP)
MENGUNAKAN *K-MEANS CLUSTERING* DAN ALGORITMA *PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION* (PSO)**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I

acc 13/08/2025



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

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II



Ririn Sispiyati, S.Si., M.Si

NIP. 198106282005012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

OPTIMISASI *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* (CVRP) MENGUNAKAN *K-MEANS CLUSTERING* DAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (PSO)

Oleh:

Adam Siswanto

2003917

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) adalah permasalahan optimasi dalam pendistribusian logistik, di mana sejumlah kendaraan dengan batas kapasitas tertentu harus melakukan perjalanan dari depot ke sejumlah pelanggan lalu kembali ke depot. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute terpendek perjalanan kendaraan dalam pendistribusian es krim di Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan gabungan metode *K-Means Clustering* dan algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan fungsi tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan. Penelitian ini menggunakan data sekunder pada penelitian terdahulu. Proses dimulai dengan pengelompokan pelanggan menjadi beberapa kluster berdasarkan letak geografis menggunakan *K-Means Clustering*. Selanjutnya, algoritma *Particle Swarm Optimization* berbasis *swap* digunakan untuk menentukan rute optimal pada setiap kluster. Setelah *Particle Swarm Optimization* dilakukan pada setiap kluster, rute yang terbentuk pada setiap kluster kemudian digabungkan dan menjadi rute akhir yang optimal. Uji parameter dilakukan terhadap jumlah kluster, jumlah partikel, iterasi maksimal, dan parameter PSO lainnya untuk mendapatkan konfigurasi terbaik. Pada skenario optimal, total jarak minimum yang diperoleh adalah 185,889 km dengan menggunakan kombinasi parameter PSO yang optimal, yaitu jumlah kluster sebanyak 5, jumlah partikel sebesar 50 partikel, iterasi maksimal sebanyak 200, nilai koefisien c_1 dan c_2 keduanya 2, nilai momen inersia w sebesar 0,7. Hasil implementasi menunjukkan bahwa gabungan metode *K-Means Clustering* dan algoritma *Particle Swarm Optimization* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pendistribusian es krim di Kota Bandung dengan menghasilkan rute distribusi yang optimal.

Kata kunci: *Capacitated Vehicle Routing Problem*, *K-Means Clustering*, optimisasi rute, distribusi

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) USING K-MEANS CLUSTERING AND PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM

By:

Adam Siswanto

2003917

The Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) is an optimization problem in logistics distribution, where a number of vehicles with specific capacity limits must travel from a depot to several customers and then return to the depot. This study aims to determine the shortest vehicle route for ice cream distribution in the city of Bandung. This study employs a combination of the K-Means Clustering method and the Particle Swarm Optimization algorithm with an objective function to minimize the total distance traveled by vehicles. The study utilizes secondary data from previous research. The process begins with clustering customers into several groups based on their geographical locations using K-Means Clustering. Next, the swap-based Particle Swarm Optimization algorithm is used to determine the optimal route for each cluster. After Particle Swarm Optimization is performed on each cluster, the routes formed in each cluster are then combined to form the final optimal route. Parameter testing is conducted on the number of clusters, number of particles, maximum iterations, and other PSO parameters to obtain the best configuration. In the optimal scenario, the minimum total distance achieved is 185,889 km using the optimal combination of PSO parameters, namely 5 clusters, 50 particles, a maximum of 200 iterations, c_1 and c_2 coefficients both set to 2, and a moment of inertia w value of 0.7. The implementation results show that the combination of the K-Means Clustering method and the Particle Swarm Optimization algorithm can be used to solve the ice cream distribution problem in Bandung City by generating an optimal distribution route.

Keywords: *Capacitated Vehicle Routing Problem, K-Means Clustering, route optimization, distribution*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
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.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Vehicle Routing Problem (VRP).....	5
2.2 Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)	6
2.3 Graf.....	6
2.4 K-Means Clustering	7
2.5 Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.1 Deskripsi Masalah	9
3.2 Tahapan Penelitian	9
3.3 Model CVRP	11
3.4 Teknik Penyelesaian CVRP	13
3.4.1 K-Means Clustering.....	13
3.4.2 Particle Swarm Optimization.....	14
BAB IV IMPLEMENTASI	18
4.1 Contoh Kasus CVRP dan Penyelesaiannya.....	18
4.2 Implementasi	30

4.2.1 Data Penelitian.....	30
4.2.2 Model Optimasi	32
4.2.3 Validasi	33
4.2.4 Tahap Implementasi.....	33
4.2.5 Uji Inisialisasi Parameter	37
4.2.6 Hasil Implementasi	39
4.2.7 Analisis Parameter	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Koordinat Depot dan Pelanggan serta Permintaan Setiap Pelanggan...	18
Tabel 4.2 Kordinat <i>centroid</i>	19
Tabel 4.3 Data jarak pelanggan terhadap <i>centroid</i> 1.....	19
Tabel 4.4 Data jarak pelanggan terhadap <i>centroid</i> 2.....	19
Tabel 4.5 Data jarak pelanggan terhadap <i>centroid</i> 3.....	20
Tabel 4.6 Data hasil klusterisasi.....	20
Tabel 4.7 Data <i>centroid</i> baru.....	21
Tabel 4.8 Data jarak pelanggan terhadap c_1'	21
Tabel 4.9 Data jarak pelanggan terhadap c_2'	22
Tabel 4.10 Data jarak pelanggan terhadap c_3'	22
Tabel 4.11 Data hasil klusterisasi baru	23
Tabel 4.12 Data Kluster Pelanggan.....	24
Tabel 4.13 Matriks jarak c_1	24
Tabel 4.14 Matriks jarak c_2	24
Tabel 4.15 Matriks jarak c_3	25
Table 4.16 inisialisasi populasi awal.....	25
Tabel 4.17 Iterasi ke-0 (inisialisasi populasi awal).....	27
Tabel 4.18 Iterasi pada C_1	29
Tabel 4.19 Iterasi pada C_2	29
Tabel 4.20 Iterasi pada C_3	29
Tabel 4.21 Rute akhir keseluruhan.....	30
Tabel 4.22 Lokasi dan permintaan	31
Tabel 4.23 Hasil uji parameter jumlah klaster	37
Tabel 4.24 Hasil uji parameter jumlah partikel.....	37
Tabel 4.25 Hasil uji parameter iterasi maksimal.....	38
Tabel 4.26 Hasil uji nilai koefisien C_1 dan C_2	38
Tabel 4.27 Hasil uji nilai w	38
Tabel 4.28 Rute akhir pendistribusian	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Graf	7
Gambar 3.1 <i>Flowchart K-Means Clustering</i> dan algoritma PSO	17
Gambar 4.1 Hasil klasterisasi pada contoh kasus	33
Gambar 4.2 Solusi akhir hasil perhitungan program pada contoh kasus	33
Gambar 4.3 kode program <i>input</i> data lokasi depot dan pelanggan	34
Gambar 4.4 kode program <i>input</i> jumlah permintaan setiap pelanggan	34
Gambar 4.5 kode program <i>input</i> sejumlah k klaster	34
Gambar 4.6 kode program Persamaan <i>Euclidean</i>	35
Gambar 4.7 Kode program pembentukan klaster	35
Gambar 4.8 Kode program inisialisasi parameter PSO	35
Gambar 4.9 Kode program inisialisasi populasi awal.....	35
Gambar 4.10 Kode program fungsi <i>fitness</i>	36
Gambar 4.11 Kode program penentuan kecepatan dan posisi	36
Gambar 4.12 Kode program pembaruan kecepatan dan posisi.....	36
Gambar 4.13 Kode program penentuan solusi optimal.....	37
Gambar 4.13 Grafik iterasi pada Klaster 1.....	40
Gambar 4.14 Grafik iterasi pada Klaster 2.....	41
Gambar 4.15 Grafik iterasi pada Klaster 3.....	41
Gambar 4.16 Grafik iterasi pada Klaster 4.....	42
Gambar 4.17 Grafik iterasi pada Klaster 5.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Lokasi Depot dan Pelanggan.....	48
Lampiran 2 Rute Optimal Pendistribusian Es Krim di Kota Bandung	49
Lampiran 3 Hasil Perhitungan Uji Parameter Jumlah Klaster	50
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Uji Parameter Jumlah Partikel	50
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Uji Parameter Maksimum Iterasi.....	51
Lampiran 6 Hasil Perhitungan Uji Parameter Nilai Koefisien C_1 dan C_2	51
Lampiran 7 Hasil Perhitungan Uji Parameter Momen Inersia w	52
Lampiran 8 <i>Coding Program</i>	52

DAFTAR PUSTAKA

- Alesiani, F., Ambrosino, D., Festa, P., & Maurelli, G. (2022). *A clustering-based approach for solving the capacitated vehicle routing problem*. *Computers & Operations Research*, 139, 105651.
- Alfiyatin, A. N., Mahmudy, W. F., & Anggodo, Y. P. (2018). *K-Means clustering and genetic algorithm to solve vehicle routing problem with time windows problem*. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 11 (2), 462–468.
- Braekers, K., Janssens, G. K., & Caris, A. (2016). *Vehicle routing problems in logistics: A survey on recent developments and implementations*. *European Journal of Operational Research*, 257 (3), 641–662.
- Clerc, M. (2004). *Discrete Particle swarm optimization, illustrated by the Traveling Salesman Problem*. Dalam *New Optimization Techniques in Engineering* (hal. 219-239). Springer.
- Dinov, I. D. (2018). *K-Means clustering*. In I. D. Dinov, *Data science and predictive analytics* (pp. 443–473). Springer International Publishing.
- Firmansyah, Y. (2020). *Penyelesaian capacitated vehicle routing problem dengan menggunakan gabungan algoritma genetika dan simulated annealing* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia].
- Fuadiyah, S. F., Dewi, N. L. P. S., & Pratiwi, R. (2018). *Optimasi penjadwalan distribusi dengan algoritma particle swarm optimization*. *Jurnal Matematika dan Statistika*, 18 (2), 89–98.
- Iswari, T., & Asih, A. M. S. (2018). *Comparing genetic algorithm and particle swarm optimization for solving capacitated vehicle routing problem*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337, 012004.
- Kusuma, H., & Kallista, D. (2021). *Optimalisasi rute pengiriman pada kendaraan distribusi dengan metode k-means dan algoritma genetika*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9 (3), 183–188.
- Maab, H. M., Rahman, R. A., & Hussin, B. (2017). *A hybrid algorithm of saving matrix and nearest neighbor for capacitated vehicle routing problem*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226, 012130.

- Marinakis, Y., Marinaki, M., & Migdalas, A. (2018). *Particle swarm optimization for the vehicle routing problem: A survey and a comparative analysis*. In R. Martí, P. M. Pardalos, & M. G. C. Resende (Eds.), *Handbook of heuristics* (pp. 1163–1196). Springer International Publishing.
- Prana, G. A. (2007). *Optimisasi perutean kendaraan dengan kendala kapasitas menggunakan algoritma heuristik* [Skripsi, Universitas Gadjah Mada].
- Rautela, A., Sharma, S. K., & Bhardwaj, P. (2019). *Distribution planning using capacitated clustering and vehicle routing problem: A case of Indian cooperative dairy*. *Journal of Advances in Management Research*, 16 (5), 781–795.
- Rizki, M., & Nurlaili, A. (2021). *Particle swarm optimization untuk penjadwalan produksi dengan mempertimbangkan due date*. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 9 (2), 123–131.
- Rostianingsih, S., & Handojo, A. (n.d.). *Sistem optimalisasi rute model capacitated vehicle routing problem with time windows menggunakan algoritma metaheuristic particle swarm optimization pada perusahaan kantong plastik HDPE PT XYZ*.
- Setiawan, F., Huda, N., & Maulana, H. (2019). *Penyelesaian capacitated vehicle routing problem menggunakan metode particle swarm optimization*. *Jurnal Gaussian*, 8 (4), 573–584.
- Shahab, N. F., & Irawan, D. (2015). *Penerapan algoritma genetika untuk optimasi rute distribusi pada capacitated vehicle routing problem*. *Jurnal Informatika*, 9 (1), 45–54.
- Silalahi, B. P., Fatihin, K., Supriyo, P. T., & Guritman, S. (2020). *Algoritme sweep dan particle swarm optimization dalam optimisasi rute kendaraan dengan kapasitas*. *Jurnal Matematika Integratif*, 16 (1), 29–36. <https://doi.org/10.24198/jmi.v16i1.27474>
- Siriapichart, S. (n.d.). *Model for vehicle routing problem with loaded distance by clustering algorithm*.