

**PENYELESAIAN *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM*  
MENGUNAKAN ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Penentuan Rute Distribusi Air Mineral di  
Kabupaten Bandung)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Matematika



Oleh:  
Regita Choirun Nisa  
1908533

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**PENYELESAIAN *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM*  
MENGUNAKAN ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Penentuan Rute Distribusi Air Mineral di  
Kabupaten Bandung)**

Oleh:  
Regita Choirun Nisa  
1908533

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

© Regita Choirun Nisa 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Desember 2023

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

REGITA CHOIRUN NISA

PENYELESAIAN *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM*  
MENGUNAKAN ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Penentuan Rute Distribusi Air Mineral di Kabupaten Bandung)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,

  
Acc 11/12 - 2023

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

**NIP. 197711282008122001**

Pembimbing II,



**Dr. Cece Kustiawan, M. Si.**

**NIP. 196612131992031001**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika,



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

**NIP. 198207282005012001**

# **PENYELESAIAN *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM* MENGUNAKAN ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION***

**(Studi Kasus: Penentuan Rute Distribusi Air Mineral di  
Kabupaten Bandung)**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini membahas *Split Delivery Vehicle Routing Problem* (SDVRP), yaitu masalah penentuan rute distribusi bagi kendaraan di mana pelanggan dapat dikunjungi atau dilayani oleh lebih dari satu kendaraan. Tujuan penyelesaian SDVRP adalah untuk menentukan rute pendistribusian dengan total jarak terpendek. Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan SDVRP. Cara kerja ACO diadaptasi dari proses semut mencari makan, yaitu bahwa setiap semut akan meninggalkan feromon sebagai sinyal bagi semut lainnya sehingga dapat menghasilkan rute terpendek ke sumber makanan. Algoritma ini bekerja dengan cara melakukan inisialisasi, mengonstruksi rute, memperbarui feromon dan evaluasi. Hasil implementasi model SDVRP dengan menggunakan ACO pada kasus pendistribusian air mineral suatu Perusahaan di Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa ACO berhasil diimplementasikan dengan memberikan solusi yang cukup baik. Seluruh permintaan pelanggan dapat dipenuhi, di mana rute pendistribusian memuat split delivery dan mampu meminimumkan banyaknya kendaraan yang dibutuhkan untuk distribusi.

**Kata Kunci:** *Split Delivery, Ant Colony Optimization, Vehicle routing problem, Rute*

***SOLVING SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEMS USING  
ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM***

***(A Case Study: Determining Mineral Water Distribution Routes in  
Bandung Regency)***

***ABSTRACT***

*This research studies a Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP) emerging, that is a problem to determine distribution routes of vehicles, where customers can be served by more than one vehicle. The problem is solved to determine the distribution route with the shortest total distance. Ant Colony Optimization (ACO) algorithm is used to solve the problem. ACO is inspired by the foraging behavior of ants. At the core of this behavior is the indirect communication between the ants with the help of chemical pheromone trails, which enables them to find short paths between their nest and food sources. This algorithm works by initializing, constructing routes, updating pheromones, and evaluating. The computational results show that ACO can be well implemented for solving mineral water distribution problem and it gives good solutions. All demands can be fulfilled, where the distribution route includes split deliveries and it is able to minimize the number of vehicles needed for distribution.*

***Key words:*** *Split Delivery, Ant Colony Optimization, vehicle routing problem, Route.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Graf .....	4
2.2 Vehicle Routing Problem.....	4
2.3 Split Delivery Vehicle Routing Problem .....	8
2.4 Ant Colony Optimization .....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	13
3.1 Deskripsi Masalah.....	13
3.2 Tahapan Penelitian .....	13
3.3 Model Optimisasi .....	14
3.4 Penyelesaian Model dengan Menggunakan Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> .....	17
3.5 Contoh Kasus dan Penyelesaiannya .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Data Penelitian .....	31
4.2 Model Optimisasi .....	31
4.3 Tahapan Implementasi .....	32

<b>4.4</b>	<b>Validasi</b> .....	33
<b>4.5</b>	<b>Hasil Implementasi</b> .....	34
<b>4.6</b>	<b>Analisis Parameter ACO</b> .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		38
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan</b> .....	38
<b>5.2</b>	<b>Saran</b> .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		40
<b>LAMPIRAN</b> .....		42

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Koordinat Depot dan Pelanggan serta Permintaan Pelanggan. ...	23
Tabel 3. 2 Jarak antar lokasi.....	24
Tabel 3. 3 Nilai Visibilitas. ....	25
Tabel 3. 4 Probabilitas Semut Memilih Pelanggan.....	26
Tabel 3. 5 Probabilitas Kumulatif Semut Memilih Pelanggan. ....	26
Tabel 3. 6 Feromon Baru. ....	30
Tabel 4. 1 Hasil Implementasi Algoritma ACO. ....	34



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kasus pendistribusian barang untuk SDVRP.....	9
Gambar 2. 2 Solusi kasus pendistribusian barang untuk SDVRP.....	9
Gambar 3. 1 Diagram Alir ACO untuk SDVRP.....	22
Gambar 4. 1 Output Python .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Depot, Pelanggan dan Jumlah Permintaan.....	42
Lampiran 2. Data Jarak (dalam km).....	44
Lampiran 3. Pengaruh Intensitas Jejak Feromon Terhadap Total Jarak .....	45
Lampiran 4. Pengaruh Tetapan Pengendali Intensitas Jejak Semut Terhadap Total Jarak .....	46
Lampiran 5. Pengaruh Tetapan Pengendali Visibilitas Terhadap Total Jarak.....	47
Lampiran 6. Pengaruh Jumlah Semut Terhadap Total Jarak .....	48
Lampiran 7. Pengaruh Tetapan Penguapan Jejak Feromon Terhadap Total Jarak	49
Lampiran 8. Pengaruh Iterasi Terhadap Total Jarak .....	50
Lampiran 9. sourcecode python .....	51

## DAFTAR PUSTAKA

- Archetti, C., Bianchessi, N., & Speranza, M. G. (2011). A Column Generation Approach for the Split Delivery Vehicle Routing Problem. *Networks*, 58(4), 241–254. <https://doi.org/10.1002/net.20467>
- Archetti, C., & Speranza, M. G. (2012). Vehicle Routing Problems with Split Deliveries. *International Transactions in Operational Research*, 19(1–2), 3–22. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2011.00811.x>
- Blum, C. (2005). Ant colony optimization: Introduction and recent trends. *Physics of Life reviews*, 2(4), 353–373.
- Chu, A. (2009). Ant Colony Optimization Method and Split-Delivery Vehicle Routing Problem. *Communications - Scientific letters of the University of Zilina*, 11(4), 38–42. <https://doi.org/10.26552/com.C.2009.4.38-42>
- Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 53–66. <https://doi.org/10.1109/4235.585892>
- Fallo, D. Y. (2018). Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 1(1), 28–32. <https://doi.org/10.37792/jukanti.v1i1.8>
- Fallo, D. Y. A. (2015). Perbandingan Algoritma Ant Colony dan Algoritma Genetika untuk Pencarian Jarak Terpendek dalam Pengangkutan Hasil Tambang. *S2 Thesis, UAJY*. <http://e-journal.uajy.ac.id/8669/>
- Karjono, K., Moedjiono, M., & Kurniawan, D. (2016). Ant colony optimization. *Jurnal Ticom*, 4(3), 93603.
- Lin, C., Choy, K. L., Ho, G. T. S., Chung, S. H., & Lam, H. Y. (2014). Survey of Green Vehicle Routing Problem: Past and Future Trends. *Expert Systems with Applications*, 41(4), 1118–1138. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.107>
- Munir, R. (2010). Matematika Diskrit Revisi Keempat. *Informatika Bandung, Bandung*.

- Ochelska-Mierzejewska, J. (2020). Ant Colony Optimization Algorithm for Split Delivery Vehicle Routing Problem. *Advanced Information Networking and Applications: Proceedings of the 34th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2020)*, 758–767. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44041-1\\_67](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44041-1_67)
- Rajappa, G. P., Wilck, J. H., & Bell, J. E. (2016). An Ant Colony Optimization and Hybrid Metaheuristics Algorithm to Solve the Split Delivery Vehicle Routing Problem. *International Journal of Applied Industrial Engineering (IJAIE)*, 3(1), 55–73.
- Stützle, T., & Dorigo, M. (2004). *Ant Colony Optimization*. <https://www.researchgate.net/publication/36146886>
- Suhendra, T., & Priyambodo, T. K. (2017). Analisis Perbandingan Algoritma Perencanaan Jalur Robot Bergerak Pada Lingkungan Dinamis. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 11(1), 21–30.
- Sulistiyono, E. S. (2022). Model Rute Perjalanan Minimal Dengan Menggunakan Vehicle Routing Problem Pada PT X. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 4(2), 293–299. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v4i2.497>
- Toth, P., & Vigo, D. (1998). Exact Solution of the Vehicle Routing Problem. Dalam *Fleet Management and Logistics* (hlm. 1–31). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5755-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5755-5_1)
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. SIAM.
- Wilck IV, J. H., & Cavalier, T. M. (2012). A Construction Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem. *American Journal of Operations Research*, 02(02), 153–162. <https://doi.org/10.4236/ajor.2012.22018>
- Wulandari, S., Kusriani, K., & Arief, M. R. (2019). Penerapan Algoritma Palgunadi pada Split Delivery Vehicle Routing Problem untuk Pendistribusian Multi Produk. *Informasi Interaktif*, 4(1), 23–30.
- Yuniarti, R., & Astuti, M. (2013). Penerapan Metode Saving Matrix dalam Penjadwalan dan Penentuan Rute Distribusi Premium di SPBU Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(1), 17–26.