

**OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir di Kelurahan Andir Bandung)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar  
Sarjana Matematika



Oleh :  
Widia Ayu Sugandi  
1900979

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

## LEMBAR HAK CIPTA

**OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir Di Kelurahan Andir Bandung)**

Disusun oleh:

Widia Ayu Sugandi

NIM 1900979

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

© Widia Ayu Sugandi 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

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**

WIDIA AYU SUGANDI

OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION*  
(Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir Di Kelurahan Andir Bandung)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



**Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 198207282005012001

Pembimbing II,



**Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si.**  
NIP. 196612131992031001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika



**Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 198207282005012001

# OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN ALGORITMA *IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION*

(Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir Di Kelurahan Andir Bandung)

WIDIA AYU SUGANDI

## ABSTRAK

Perencanaan rute evakuasi merupakan salah satu solusi yang berfungsi untuk mobilisasi penduduk dari ancaman bahaya ke tempat yang lebih aman ketika terjadi bencana. Tujuan dari penyelesaian masalah evakuasi adalah meminimumkan waktu tempuh yang dibutuhkan untuk mengevakuasi dan memaksimalkan jumlah orang yang dapat dievakuasi pada sebuah kawasan dalam waktu tertentu. *Minimum Cost Maximum Flow* (MCMF) adalah salah satu model permasalahan optimasi untuk menentukan *maximum flow* dengan *cost* terkecil yang memungkinkan. Penelitian ini membahas penyelesaian model MCMF pada masalah rute evakuasi bencana banjir di Kelurahan Andir Bandung yang diselesaikan dengan algoritma *Improved Ant Colony Optimization* (IACO). dalam penyelesaiannya terdapat 5 tahapan Algoritma IACO, yaitu inisialisasi, konstruksi rute, mutasi, *Local search*, dan *update pheromone*. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari jaringan jalan kawasan penelitian, yang meliputi panjang jalan, lebar jalan, waktu tempuh, dan kapasitas jalan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa solusi optimal yang diperoleh adalah waktu tempuh minimum sebesar 295 menit dan jumlah penduduk maksimum yang dapat dievakuasi adalah sebanyak 1700 orang.

**Kata kunci:** *Improved Ant Colony Optimization*, *Minimum Cost Maximum Flow* (MCMF), Rute Evakuasi, Jaringan Jalan

**OPTIMIZATION OF THE FLOOD EVACUATION ROUTE USING  
IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM**

*(Case study: Flood Evacuation Route in Andir Bandung)*

**WIDIA AYU SUGANDI**

**ABSTRACT**

*Planning evacuation routes is a solution for mobilizing the population from the threat of danger towards a safer place. The purpose of solving the evacuation problem is minimize the travel time required to evacuate and maximize the number of people that can be evacuated in an area in certain time. Minimum Cost Maximum Flow (MCMF) is an optimization problem to determine maximum flow with the smallest possible cost. The purpose of this research is to resolve MCMF model for the problem of flood disaster evacuation routes in Andir urban village, Bandung using an Improved Ant Colony Optimization algorithm. In its completion, there are five steps of the IACO algorithm, namely parameter initiation, route construction, mutation, local search, and update pheromone. The data used in this study is a road network research area that includes length, width, travel time, and road capacity. The implementation result show that the minimum travel time is 295 minutes and the maximum number of people that can be evacuated is 1700 people*

**Keywords:** *Improved Ant Colony Optimization, Minimum Cost Maximum Flow (MCMF), Evacuation Route, Road Network*

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| LEMBAR HAK CIPTA .....                                   | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                  | ii   |
| SURAT PERNYATAAN .....                                   | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                     | iv   |
| ABSTRAK .....  | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                    | vii  |
| DAFTAR ISI .....   | viii |
| DAFTAR TABEL .....                                       | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                      | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                    | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                 | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                              | 5    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                | 5    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                             | 5    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                          | 5    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                              | 7    |
| 2.1 Graf .....   | 7    |
| 2.2 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i> .....           | 11   |
| 2.3 <i>Improved Ant Colony Optimization (IACO)</i> ..... | 14   |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....                      | 18   |
| 3.1 Data Penelitian .....                                | 18   |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.2 Representasi Graf.....   | 20        |
| 3.3 Model Evakuasi Masalah MCMF.....                                   | 20        |
| 3.4 Metode Penyelesaian model MCMF menggunakan Algoritma IACO.....     | 21        |
| 3.4.1 Inisialisasi.....  | 21        |
| 3.4.2 Konstruksi Rute.....   | 22        |
| 3.4.3 Mutasi.....  | 22        |
| 3.4.4 <i>Local Search</i> .....  | 23        |
| 3.4.5 <i>Update Pheromone</i> .....                                    | 24        |
| 3.5 Validasi.....  | 24        |
| 3.6 Penarikan Kesimpulan.....  | 24        |
| 3.7 Ilustrasi Penyelesaian Masalah MCMF Menggunakan Algoritma IACO ... | 24        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                | <b>34</b> |
| 4.1 Data Penelitian.....   | 34        |
| 4.2 Tahapan Implementasi.....  | 35        |
| 4.2.1. Inisialisasi Parameter.....                                     | 39        |
| 4.2.2. Kontruksi Rute.....   | 39        |
| 4.2.3. Mutasi.....   | 46        |
| 4.2.4. <i>Local Search</i> .....                                       | 48        |
| 4.2.5. <i>Update Pheromone</i> .....                                   | 50        |
| 4.3 Analisis Parameter Algoritma IACO.....                             | 51        |
| 4.4 Hasil Nilai Optimal.....   | 52        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                 | <b>55</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 55        |
| 5.2 Saran.....   | 56        |





## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, E. W. (2017). *Modifikasi Algoritma Semut untuk Optimasi Probabilitas Pemilihan Node dalam Penentuan Jalur Terpendek*. STRING.
- Amires. (2022, September 22). *Amires: Puncak Musim Hujan Sekitar Januari-Februari 2023*. Retrieved September 24, 2022, from KAPOL.ID: <https://kapol.id/amires-puncak-musim-hujan-sekitar-januari-februari-2023/>
- Atmojo, P. S., & Sachro, S. S. (2017). *Disaster Management: Selections of Evacuation Routes Due to Flood Disaster*. Procedia Engineering.
- Bin, Y., Zhong-Zhen, Y., & Baozhen, Y. (2009). *An Improved Ant Colony Optimization for Vehicle Routing Problem*. European Journal of Operational Research, 171-176.
- Bkm Amanah Ummah Andir. (2011, November 03). *Topografi Kelurahan Andir*. Retrieved 04 28, 2023, from Bkm Amanah Ummah: [bkmamanahummah.blogspot.com/2011/11/topografi-kelurahan-andir.html?m=1](http://bkmamanahummah.blogspot.com/2011/11/topografi-kelurahan-andir.html?m=1)
- BNPB. (2022, November). *Geoportal Data Bencana Indonesia*. Retrieved November 2022, from gis bnpb: <https://gis.bnpb.go.id>
- Bo, W., Lin, G., Jibiao, Z., Danjuan, H., Pawęska, M., Šimák, L., et al. (2019, desember). *Emergency Evacuation Route Choice Based on Improved Ant Colony Algorithm*, 44, 33-37.
- Bondy, J. A. (1977). *Graph Theory With Applications*. London: The Macmillan Press LTD.
- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2022). *Teori Graf dan Aplikasinya*. Makassar: LSQ.
- De-Shuang, H., Wunsch, D. C., Levine, S. D., & Hyun Jo, K. (2008). *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications: With Aspects of Contemporary Intelligent Computing Techniques*. Shanghai, China: Springer.

- Ding Q, Hu X, Sun L, & Wang, Y. (2012). *An Improved Ant Colony Optimization and Its Application to Vehicle Routing Problem With Time Windows*. Neurocomputing.
- Erdiwansyah, & Gani, T. A. (2016). *Analisis Perbandingan Metode Local Search dan Population Based dalam Algoritma Berevolusi untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP)*. Jurnal Serambi Engineering, 2-3.
- Fajrin, A. A., & Meldra, D. (2019). *Optimasi Rute Panduan Informasi Lokasi Wisata Menggunakan Ant Colony System pada Kota Batam*. Jurnal Teknologi dan Open Source.
- Fanrong, X., Yuchen, J., & Renan, J. (2012). *Algorithm for Minimum Cost Maximum Flow in Transportation Network*. Journal of Convergence Information Technology (JCIT).
- Guo, L., Lijun, Z., & Zhaohua, W. (2014). *Optimization and Planning of Emergency Evacuation Routes Considering Traffic Control*. The Scientific World Journal, 2014.
- Harun Ar Rosyid, M., Suprajitno, H., & Miswanto. (2012). *Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) dengan Mutasi dan Local Search Untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem*. Jurnal Matematika-FST Unair.
- Helderop, E., & Grubestic, T. H. (2019). *Flood Evacuation and Rescue: The Identification of Critical Road Segments Using Whole-Landscape Features*. Transportations Research Interdisciplinary Perspective.
- Hongguang, W., Yuelin, G., Wanting, W., & Ziyu, Z. (2021). *A Hybrid Ant Colony Algorithm Based on Multiple Strategies for The Vehicle Routing Problem With Time Windows*. Complex & Intelligent Systems.
- Irsyad, H. A., & Hitoshi, N. (2022). *Flood Disaster Evacuation Route Choice in Indonesian Urban Riverbank Kampong: Exploring The Role of Individual Characteristics, Path Risk Elementa, and Path Network Configuration*. International Journal of Disaster Risk Reduction.
- Jin, Y., Xiaoming, Y., & Sheng, L. (2021). *Ant Colony Algorithm Based on Magnetic Neighborhood and Filtering Recommendation*. Soft Computing.

Widia Ayu Sugandi, 2023

**OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN ALGORITMA IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION (Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir di Kelurahan Andir Bandung)**

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

- Khalilpourazari, S., & Pasandideh, S. H. (2021). *Designing Emergency Flood Evacuation Plans Using Robust Optimization and Artificial Intelligence*. Journal of Combinatorial Optimization .
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. ANDI.
- Kumiawan, L., Yunus, R., Jefrizal, R., & Mulyadi, T. (2021). *Pedoman Penyusunan Rencana Evakuasi Bencana Banjir Tingkat Desa/Kelurahan*. Kedeputan Bidang Pencegahan Badan Nasional Penanggulangan Bencana Graha BNPB Jl. Pramuka Kav.38 Jakarta Timur.
- Lei, C., Chuangbai, X., Xueliang, L., Zhenli, W., & Shoudong, H. (2018). *A Seismic Fault Recognition Method Based on Ant Colony Optimization* . Journal of Applied Geophysics.
- Lei, X., Kai, H., Jiepeng, L., Dongsheng, L., & Frank, C. Y. (2022). *Intelligent Planning of Fire Evacuation Routes Using An Improved Ant Colony Optimization Algorithm*, 61.
- Munir, R. (2001). *Buku Teks Ilmu Komputer Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Munir, R. (2005). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Mutakhirroh, I., Indrato, & Hidayat, T. (2007). *Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut*. SNATI.
- Risqiyanti, V., Yasin, H., & Santoso, R. (2019). *Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Metode Algoritma "Ant Colony Optimization" pada Gui Matlab (Studi Kasus: PT Distriversa Buana Mas cabang Purwokerto)*. Jurnal Gaussian.
- Shengbin, L., Tongtong, J., Wencai, D., & Shenming, Q. (2021). *An Improved Ant Colony Optimization Algorithm Based on Context for Tourism Route Planning*. PLoS ONE.
- Stützle, T. (1998). *Local Search Algorithms for Combinatorial Problems*. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.
- Wallis, W. D. (2007). *A Beginner's Guide to Graph Theory*. Boston: Birkhäuser.

Widia Ayu Sugandi, 2023

*OPTIMASI RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN ALGORITMA IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION (Studi Kasus: Rute Evakuasi Bencana Banjir di Kelurahan Andir Bandung)*

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

- Yongbo, L., Soleimani, H., & Zohal, M. (2019, Agustus). *An Improved Ant Colony Optimization Algorithm for The Multi-Depot Green Vehicle Routing Problem With Multiple Objectives*, 227, 1161-1172.
- Zarman, A., Irfan, M., & Uriawan, W. (2016). *Implementasi Algoritma Ant Colony Optimization pada Aplikasi Pencarian Lokasi Tempat Ibadah Terdekat di Kota Bandung*. JOIN.
- Zheng, X., Zhenan, W., Deng, L., & Hui, W. (2022). *A Path Planning Algorithm for Pcb Surface Quality Automatic Inspection*. *Journal of Intelligent Manufacturing*.