

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY* DALAM
MENYELESAIKAN *MULTI-CRITERIA TRAVELLING SALESMAN
PROBLEM* (STUDI KASUS: JARINGAN J&T EXPRESS SUKABUMI)**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Matematika Program Studi Matematika*



Oleh :

Muhammad Aqil Nizamuddin

2003695

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

2024

LEMBAR HAK CIPTA

IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY* DALAM MENYELESAIKAN *MULTI-CRITERIA TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (STUDI KASUS: JARINGAN J&T EXPRESS SUKABUMI)

Oleh
Muhammad Aqil Nizamuddin

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

© Muhammad Aqil Nizamuddin 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Desember 2024

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

LEMBAR PENGESAHAN

MUHAMMAD AQIL NIZAMUDDIN

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY* DALAM
MENYELESAIKAN *MULTI-CRITERIA TRAVELLING SALESMAN
PROBLEM* (STUDI KASUS: JARINGAN J&T EXPRESS SUKABUMI)**

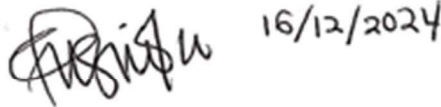
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Lukman, M. Si
NIP. 196801281994021001

Pembimbing II



Isnje Yusnitha, Ph. D.
NIP. 198506092012122002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Implementasi Algoritma Artificial Bee Colony dalam Menyelesaikan Multi-Criteria Travelling Salesman Problem (Studi Kasus: Jaringan J&T Express Sukabumi)**” beserta seluruh isinya benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan ataupun pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2024

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Aqil Nizamuddin

2003695

KATA PENGANTAR

Segala puji hanyalah milik Allah SWT, Tuhan semesta alam yang senantiasa menjaga langit dan bumi beserta isinya meliputi manusia dan semua pemikiran manusia. Dia-lah Allah yang Maha Mengetahui segala ilmu, atas berkat rahmat dan hidayahnya tentu saja penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Solawat beserta salam juga tak lupa penulis curahkan kepada junjungan alam, Nabi Muhammad Saw, kepada keluarganya, sahabatnya dan kepada kita selaku umatnya hingga akhir jaman. Penulis dalam tulisan ini membahas penelitian dengan judul **“Implementasi Algoritma Artificial Bee Colony dalam Menyelesaikan Multi-Criteria Travelling Salesman Problem (Studi Kasus: Jaringan J&T Express Sukabumi)”** dengan tujuan untuk mengetahui apakah algoritma *Artificial Bee Colony* dalam diimplementasikan dalam menyelesaikan *Multi-Criteria Travelling Salesman Problem*.

Penelitian ini dapat membantu banyak pihak yang ingin mengetahui penerapan algoritma *Artificial Bee Colony*, khususnya dalam penyelesaian masalah penentuan rute seperti *Multi-Criteria Travelling Salesman Problem*. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk seluruh elemen masyarakat khususnya yang terlibat atau sedang mengalami permasalahan dalam menentukan rute optimal. Hasil penelitian ini pun tidak menutup kemungkinan untuk bisa dikembangkan dikemudian hari dan tentu saja hal tersebut merupakan langkah yang baik bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Harapannya, akan ada penyempurnaan dan perluasan penelitian yang lebih baik lagi kedepannya karena tidak dapat dipungkiri juga bahwa dalam penelitian ini masih banyak kesalahan yang penulis buat dalam menyusun dan menyajikan hasil penelitian. Hal ini tentu saja tidak terlepas dari sifat penulis yang lupa dan tidak sempurna. Untuk itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada pada tulisan ini. Hasil tulisan ini menjadi atas ikhtiar nyata yang dilakukan penulis sebagai manusia untuk bisa bermanfaat bagi orang lain di masyarakat.

Bandung, Desember 2024

Muhammad Aqil Nizamuddin

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan rasa syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa Allah SWT yang telah membimbing penulis melewati segala masalah yang tentu saja ada solusinya. Allah yang menggerakkan hati dan pikiran hamba melalui semua ciptaan yang patut penulis pikirkan setiap saat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh rasa syukur, sabar, dan ikhlas. Tiada daya dan upaya yang bisa penulis lakukan dalam menyelesaikan penelitian ini jika tanpa bantuan dari Allah Yang Mulia. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu tercinta Siti Napsiah, Ayah tercinta Imam Musyapak, kakak tercinta Muhamad Hilman Fii Aunillah, adik tercinta Ibrahim Ahmad Idhofi dan Moch Naufal Haris Ubaidillah yang selalu mendukung penulis baik dalam doa, nasehat, materi serta selalu memberi motivasi untuk terus berjuang menyelesaikan pendidikan.
2. Ibu Prof. Siti Fatimah, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing dan mendampingi penulis selama berkuliah di Universitas Pendidikan Indonesia
3. Bapak Dr. Lukman, M. Si, selaku dosen pembimbing I penulis yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan bagi penulis dengan penuh kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara maksimal.
4. Ibu Isnie Yusnitha, Ph. D, selaku dosen pembimbing II penulis yang selalu memberikan bimbingan, perluasan berpikir dan juga masukan bagi penulis dengan penuh dedikasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara maksimal.
5. Seluruh dosen dan staf akademisi di Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama penulis berkuliah dan menimba ilmu.
6. Seluruh rekan satu angkatan yang sama-sama berjuang dari fase kuliah covid hingga bisa lulus dari Program Studi Matematika, terkhusus bagi rekan-rekan seperjuangan yaitu Teguh, Fadil, Reksa, dan Fachri.

7. Rekan seperjuangan dari Cianjur Adika, Bintang, dan Zaki yang telah mendukung dan menemani selama masa perkuliahan.
8. Semua pihak yang ikut terlibat dalam penelitian ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Bandung, Desember 2024
Muhammad Aqil Nizamuddin

ABSTRAK

Dalam pendistribusian paket kiriman pada suatu jaringan gudang logistik terdapat suatu kendala di mana rute yang digunakan harus dapat mengoptimalkan beberapa aspek sekaligus seperti jarak dan waktu tempuh perjalanan. Permasalahan ini dapat dipandang sebagai *Multi-Criteria Travelling Salesman Problem* (MCTSP). Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) untuk menyelesaikan MCTSP dalam menentukan rute paling optimal pada jaringan J&T Express Sukabumi. Algoritma ABC merupakan algoritma yang terinspirasi dari strategi lebah madu dalam pencarian sumber makanan terbaik. Algoritma ini terdiri dari empat tahapan utama yaitu inisialisasi, *employed bee*, *onlooker bee*, dan *scout bee*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma ABC dapat menghasilkan solusi yang efektif dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma ABC dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan MCTSP untuk menghasilkan rute terpendek dan tercepat pada jaringan J&T Express Sukabumi.

Kata Kunci: Rute Optimal, Algoritma *Artificial Bee Colony*, *Multi-Criteria Travelling Salesman Problem*

ABSTRACT

In the distribution of delivery packages within a logistics warehouse network, there is a challenge where the routes used must optimize multiple aspects simultaneously, such as travel distance and time. This issue can be categorized as a Multi-Criteria Travelling Salesman Problem (MCTSP). This study aims to implement the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm to solve the MCTSP by determining the most optimal route for the J&T Express network in Sukabumi. The ABC algorithm is inspired by the foraging strategies of honeybees in searching for the best food sources. This algorithm consists of four main stages: initialization, employed bee, onlooker bee, and scout bee. The simulation results show that the ABC algorithm can produce effective solutions with a relatively high success rate. This research demonstrates that the ABC algorithm can be applied to solve MCTSP problems to generate the shortest and fastest routes within the J&T Express network in Sukabumi.

Keywords: *Optimal route, Artificial Bee Colony Algorithm, Multi-Criteria Travelling Salesman Problem*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Travelling Salesman Problem (TSP).....	4
2.2 Multi-Criteria TSP (MCTSP)	5
2.3 <i>Artificial Bee Colony</i> (ABC).....	6
2.3.1 Perilaku Lebah di Alam	6
2.3.2 Algoritma Artificial Bee Colony (ABC)	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Deskripsi Masalah.....	10
3.2 Model Optimasi untuk <i>Multi-Criteria Travelling Salesman Problem</i> (MCTSP)	10
3.3 Penyelesaian Model dengan Algoritma Artificial Bee Colony (ABC)	13
3.3.1 Penentuan Parameter	14
3.3.2 Fase Inisialisasi	15
3.3.3 Fase <i>Employed Bee</i>	15
3.3.4 Fase <i>Onlooker Bee</i>	17
3.3.5 Fase Scout Bee	18
3.3.6 Kriteria Pemberhentian	19
3.4 Contoh Penyelesaian <i>Multi-Criteria Travelling Salesman Problem</i> Menggunakan Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	19
3.4.1 Penentuan Parameter	20
3.4.2 Fase Inisialisasi	21
3.4.3 Fase <i>Employed Bee</i>	21
3.4.4 Fase <i>Onlooker Bee</i>	23
3.4.5 Fase <i>Scout Bee</i>	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Data Penelitian	28
4.1.1 Data Lokasi.....	28
4.1.2 Data Jarak dan Waktu Tempuh	29

4.2 Model Matematika	30
4.3 Validasi	31
4.4 Hasil Implementasi	31
4.5 Konvergensi Algoritma	35
BAB V KESIMPULAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
LAMPIRAN.....	39
Lampiran 1 : Kode Program Simulasi Phyton	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Algoritmik dari Algoritma ABC.....	8
Gambar 3. 1 Tahapan Algoritma ABC.....	13
Gambar 3. 2 Ilustrasi <i>Swap Operator</i>	16
Gambar 3. 3 Ilustrasi <i>Insert Operator</i>	18
Gambar 4. 1 Hasil Program Simulasi Python.....	31
Gambar 4. 2 Rute Hasil Penelitian.....	32
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian <i>Colony Size</i>	34
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian <i>Limit</i>	35
Gambar 4. 5 Grafik Iterasi - Nilai <i>Fitness</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jarak Tempuh Antar Gudang	19
Tabel 3. 2 Waktu Tempuh Antar Gudang	20
Tabel 3. 3 Tabel Hasil Normalisasi Data Jarak Tempuh	20
Tabel 3. 4 Tabel Hasil Normalisasi Data Waktu Tempuh.....	21
Tabel 3. 5 Hasil Inisialisasi	21
Tabel 3. 6 Hasil <i>Swap Operator</i>	22
Tabel 3. 7 Perbandingan Hasil Inisialisasi dan Hasil <i>Swap Operator</i>	22
Tabel 3. 8 Hasil Evaluasi <i>Swap Operator</i>	22
Tabel 3. 9 Hasil Evaluasi <i>Swap Operator</i>	23
Tabel 3. 10 Perbandingan Hasil <i>Swap Operator</i> dan <i>Swap Sequence</i>	23
Tabel 3. 11 Hasil Evaluasi <i>Swap Sequence</i>	23
Tabel 3. 12 Nilai Probabilitas dan Probabilitas Kumulatif Setiap Individu	24
Tabel 3. 13 Hasil <i>Roulette Wheel Selection</i>	24
Tabel 3. 14 Hasil <i>Insert Operator</i>	24
Tabel 3. 15 Perbandingan Hasil <i>Roulette Wheel Selection</i> dan Hasil <i>Insert Operator</i>	25
Tabel 3. 16 Hasil Evaluasi <i>Insert Operator</i>	25
Tabel 3. 17 Hasil <i>Insert Sequence</i>	25
Tabel 3. 18 Perbandingan Hasil <i>Insert Operator</i> dan <i>Insert Sequence</i>	26
Tabel 3. 19 Hasil Evaluasi <i>Insert Sequence</i>	26
Tabel 3. 20 Hasil Evaluasi <i>Scout Bee</i>	27
Tabel 4. 1 Lokasi Gudang J&T Express.....	28
Tabel 4. 2 Data Jarak (km).....	30
Tabel 4. 3 Data Waktu (menit).....	30
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Pengujian	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Program Simulasi Phyton.....	43
--	----

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, F., Nababan, E. B., & Syahputra, M. F. (2012). Artificial Bee Colony Algorithm untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem. *Jurnal Dunia Teknologi Informasi*, 1(1), 8–13.
- de Giovani, L., Di Summa, M., & Zambelli, G. (2018). Methods and Models for Combinatorial Optimization. *Notes*, 9(6), 849–859.
- Fauzi. (2019). *Tahap dan Proses Pengiriman Paket JNE*. TEKNOISD. <https://www.teknosid.com/info-pilihan/tahap-dan-proses-pengiriman-paket-jne>
- Kaml, B. S., & Ibrahim, M. S. (2018). Solving the Multi-Objective Travelling Salesman Problem with Real Data Application. *Journal of Al-Nahrain University of Science*, 21(3), 146–161. <https://doi.org/10.22401/jnus.21.3.18>
- Karaboga, D., & Basturk, B. (2007). A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: Artificial bee colony (ABC) algorithm. *Journal of Global Optimization*, 39(3), 459–471. <https://doi.org/10.1007/s10898-007-9149-x>
- Manthey, B. (2009). On Approximating Multi-Criteria TSP. *Symposium on Theoretical Aspect of Computer Science*, 3, 637–648. www.stacs-conf.org
- Prawiro, C. E., Setyawan, M. Y. H., & Pane, S. F. (2021). Studi Komparasi Metode Entropy dan ROC dalam Menentukan Bobot Kriteria. *Jurnal Tekno Insentif*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.36787/jti.v15i1.353>
- Rosadi, D. (2021). *Riset Sirclo & KIC: 74,5 % Konsumen Lebih Banyak Berbelanja Online*. Katadata.Co.Id. <https://katadata.co.id/digital/teknologi/617251e47c94c/riset-sirclo-kic-74-5-konsumen-lebih-banyak-berbelanja-online>
- Sai, N. V., & Babu, K. P. (2017). An Integrated approach using VIKOR and ENTROPY methods for a Supplier selection problem. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 8(3), 1–9. <https://doi.org/10.21172/ijiet.83.001>