

SKRIPSI

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM DAN TABU SEARCH
UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING
PROBLEM WITH FUZZY TIME WINDOWS (VRPFTW)***



SINTIA PRATAMA PUTRI

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

SKRIPSI

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM DAN TABU SEARCH
UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING
PROBLEM WITH FUZZY TIME WINDOWS (VRPFTW)***



SINTIA PRATAMA PUTRI

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**HYBRID FIREFLY ALGORITHM DAN TABU SEARCH UNTUK
MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH FUZZY TIME
WINDOWS (VRPFTW)**

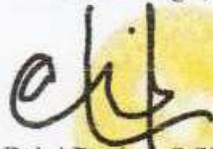
SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

**Sintia Pratama Putri
NIM. 081811233114**

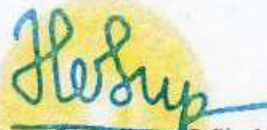
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si.
NIP. 198312222012122001

Pembimbing II,



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.
NIP. 196804041994031020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Hybrid Firefly Algorithm dan Tabu Search untuk
Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time
Windows (VRPFTW)

Penyusun : Sintia Pratama Putri

Nim : 081811233114

Pembimbing I : Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si.

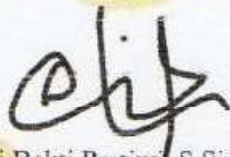
Pembimbing II : Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

Tanggal Seminar : 24 Agustus 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II



Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si.
NIP. 198312222012122001



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
NIP. 196804041994031020

Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
NIP. 196804041994031020

iii

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. **Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Sintia Pratama Putri

NIM : 081811233114

Program Studi : S-1 Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S-1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM DAN TABU SEARCH UNTUK
MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH FUZZY
TIME WINDOWS (VRPFTW)***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 26 Agustus 2022



Sintia Pratama Putri

NIM. 081811233114

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirabbilalamin, rasa syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada seluruh umat. Tak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin sekaligus sebaik-baiknya suri tauladan bagi kehidupan umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “*HYBRID FIREFLY ALGORITHM DAN TABU SEARCH UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH FUZZY TIME WINDOWS (VRPFTW)* ”. Pada penyusunan skripsi ini tak lepas dari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Moh Nasih, SE., M.T., Ak., CMA. selaku rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada penyusun untuk belajar di lingkungan Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan sebagai dosen pembimbing II yang penuh sabar memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Abdulloh Jaelani S.Si., M.Pd., M.Si. selaku dosen wali selama menjadi mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang banyak memberikan nasihat dan arahan demi kesuksesan penulis.
5. Asri Bkti Pratiwi, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa penuh kesabaran dalam memberikan saran berupa arahan dan masukan kepada penulis.

6. Seluruh Dosen S1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberi banyak pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.
7. Untuk diri saya sendiri yang tidak menyerah dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Meskipun datang berbagai hambatan namun tetap kuat dan tegar dalam menjalankan kewajiban.
8. Yang tercinta kepada kedua orang tua penulis yaitu Azimar dan Ratna Dewi yang sangat luar biasa dalam memberikan doa, nasihat, dan motivasi. Tidak lupa terima kasih juga untuk adik tersayang Rahmat Abdullah dan Arif Firjatullah yang menjadi motivasi penulis dalam penulisan proposal skripsi ini.
9. Yang tersayang kepada nenek penulis yaitu Rasmi yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta merawat penulis dari kecil hingga sekarang.
10. Untuk om dan tante yaitu M. Syapardi Azwar dan Sugianti terima kasih telah memberikan dukungan motivasi serta fasilitas penulis dari kecil hingga saat ini dan juga kepada Cece, Dede dan Gendut yang sudah menghibur penulis setiap saat.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambahan informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar skripsi ini lebih baik lagi.

Surabaya, 26 Agustus 2022

Penyusun,

Sintia Pratama Putri

Sintia Pratama Putri, 2022, *Hybrid Firefly Algorithm dan Tabu Search Untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW)*, Skripsi ini dibawah bimbingan Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si. dan Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si., Prodi S-1 Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW) merupakan permasalahan VRP dengan meminimalkan jarak perjalanan dan memaksimalkan jumlah tingkat layanan semua pelanggan dengan menggunakan *fuzzy* pada *time window*-nya. *Firefly Algorithm* adalah sebuah algoritma yang terinspirasi dari perilaku berkedipnya kunang-kunang yang membuat kunang-kunang lain tertarik. *Tabu Search* merupakan proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah ditelusuri. *Hybrid Firefly Algorithm* dan *Tabu Search* merupakan gabungan dari dua algoritma dengan cara memproses *Firefly Algorithm* yang didalamnya dikombinasi dengan *Tabu Search*. Proses *hybrid firefly algorithm* dan *tabu search* dimulai dengan inisialisasi parameter, membangkitkan populasi awal *firefly*, menghitung fungsi tujuan, menghitung intensitas cahaya, membandingkan intensitas cahaya, memilih solusi awal *tabu list*, modifikasi *tabu list*, menentukan *G-best*, solusi acak *best* dan cek kondisi berhenti. Program *hybrid firefly algorithm* dan *tabu search* untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW)* dibuat dalam Bahasa pemrograman C++ yang diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data kecil, data sedang dan data besar yang masing-masing 25 pelanggan, 50 pelanggan dan 100 pelanggan. Dari hasil *running* program, diperoleh solusi terbaik untuk data kecil, data sedang dan data besar secara berturut-turut yaitu 344.876, 1078.17 dan 2017.44. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah *firefly* yang dibangkitkan, semakin banyak modifikasi *tabu list* dan jumlah iterasi dilakukan maka solusi yang dihasilkan semakin baik.

Kata Kunci: *Firefly Algorithm, Tabu Search, Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW)*.

Sintia Pratama Putri, 2022, *Hybrid Firefly Algorithm dan Tabu Search Untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem With Fuzzy Time Windows (VRPFTW)*, Skripsi ini dibawah bimbingan Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si. dan Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si., Prodi S-1 Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW) is a VRP problem with objective function to minimizing distance and maximizing the total level of service of all customers using fuzzy on the time window. *Firefly Algorithm* is an algorithm that is inspired by the flashing behavior of fireflies which attracts other fireflies. *Tabu Search* is one of the high-level procedures for solving combinatorial optimization problem. *Hybrid Firefly Algorithm dan Tabu Search* is a combination of two algorithm by processing *Firefly Algorithm* which is combined with *Tabu Search* on the inside. The process *hybrid firefly algorithm* and *tabu search* start with initialization parameters, generate initial population firefly, calculate the objective function, calculate light intensity, compare light intensity, choose initial solution tabu list, modification tabu list, determine G-best, random solution best and checking stop conditions. The *hybrid firefly algorithm* and *tabu search* program for solving *Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW)* was created in the C++ programming language which was implemented in three case examples, names small data, medium data and big data, each data is 25 customers, 50 customers and 100 customers. From the results of the running program, the best solution is obtained for small data, medium data and big data in a row is 344.876, 1078.17 and 2017.44. According to the result, it can be concluded that bigger number of generated fireflies results in more tabu list modifications. Meanwhile, more number of iterations makes better solutions.

Kata Kunci: *Firefly Algorithm, Tabu Search, Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW).*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SRIPSI.....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.2 <i>Vehicle Routing Problem with Time Windows</i> (VRPTW)	5
2.3 <i>Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows</i> (VRPFTW)	7
2.4 <i>Firefly</i> Algorithm	9
2.4.1 Jarak	10
2.4.2 Keatraktifan (β)	11
2.4.3 Pergerakan Kupu-Kupu (<i>Movement</i>).....	11
2.5 <i>Tabu Search</i>	12
2.6 <i>Hybrid</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
BAB IV PEMBAHASAN.....	17
4.1 <i>Hybrid Firefly Algorithm</i> dan <i>Tabu Search</i> (FA-TS) untuk menyelesaikan <i>Vehicle routing Problem with Fuzzy Time Windows</i> (VRPFTW)	17
4.1.1 Input Data dan Inisialisasi Parameter	18
4.1.2 Membangkitkan Populasi Awal <i>Firefly</i>	19
4.1.3 Menghitung Nilai Fungsi Tujuan	20
4.1.4 Menghitung Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	20
4.1.5 Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	21
4.1.6 Memilih Solusi Awal untuk <i>Tabu Search</i>	21
4.1.7 Modifikasi <i>Tabu List</i>	22
4.1.8 Menentukan G-Best.....	22
4.1.9 Melakukan <i>Movement</i> Pada <i>Firefly</i> Terbaik	23
4.2 Data	24

4.3 Penyelesaian VRPFTW secara manual dengan Hybrid FA-TS	24
Langkah 1: Input dan Inisialisasi Parameter	24
Langkah 2: Membangkitkan Populasi Awal <i>Firefly</i>	25
Langkah 3: Menghitung Nilai Fungsi Tujuan	26
Langkah 4: Menghitung Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	29
Langkah 5: Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	29
Langkah 6: Memilih Solusi Awal untuk <i>Tabu Search</i>	33
Langkah 7: Modifikasi <i>Tabu List</i>	34
Langkah 8: Menentukan Solusi akhir <i>G-Best</i>	35
Langkah 9: Melakukan Movement pada <i>Firefly</i> Terbaik.....	36
4.4 Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem with Fuzzy Time Windows (VRPFTW) Menggunakan Program	36
4.4.1 Implementasi Program pada Contoh Kasus VRPFTW	36
a). Implementasi Pada Data Kecil	37
b). Implementasi Data Sedang	38
c). Implementasi Data Besar.....	39
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Populasi Awal <i>Firefly</i>	25
4.2	Populasi Awal <i>Firefly</i> dalam Bilangan Bulat Posistif	25
4.3	Hasil Perhitungan EET_i dan ELT_i	26
4.4	Hasil Perhitungan Fungsi Tujuan Setiap <i>Firefly</i>	28
4.5	Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	29
4.6	Proses Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>	30
4.7	Solusi Baru dalam Bilangan Bulat Positif	32
4.8	Perhitungan Nilai Fungsi Tujuan dari Posisi Baru <i>Firefly</i>	32
4.9	Intensitas Cahaya <i>Firefly</i> yang Bergerak	33
4.10	Pemilihan Solusi Awal untuk <i>Tabu Search</i>	33
4.11	Proses Mutasi Inversi	34
4.12	Penggabungan Seluruh Solusi	35
4.13	Hasil <i>Running</i> Data Kecil (25 Pelanggan)	37
4.14	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Kecil	37
4.15	Hasil <i>Running</i> Data Sedang (50 Pelanggan)	38
4.16	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Sedang	39
4.17	Hasil <i>Running</i> Data Besar (100 Pelanggan)	40
4.18	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Besar	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Contoh VRPTW dengan 8 pelanggan dan 3 kendaraan	6
2.2	Fungsi tingkat pelayanan dengan <i>fuzzy time windows</i>	7
4.1	Prosedur <i>hybrid</i> FA-TS untuk menyelesaikan VRPFTW	18
4.2	Prosedur Input Data	18
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	19
4.4	Prosedur Membangkitkan Populasi Awal <i>Firefly</i>	19
4.5	Prosedur Merubah Bilangan Real Menjadi Bilangan Positif	20
4.6	Prosedur Intensitas Cahaya	21
4.7	Prosedur Memilih Solusi Awal untuk <i>Tabu Search</i>	22
4.8	Prosedur Menentukan <i>G-Best</i>	23
4.9	Prosedur Melakukan Movement Pada <i>Firefly</i> Terbaik	23

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	<i>Flowchart Hybrid FA - TS</i>
2.	Prosedur Menghitung Nilai Fungsi Tujuan
3.	Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>
4.	Modifikasi <i>Tabu List</i>
5.	Data Manual
6.	Data Kecil
7.	Data Sedang
8.	Data Besar
9.	Proses Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap <i>Firefly</i>
10.	<i>Source Code</i>
11.	Output program