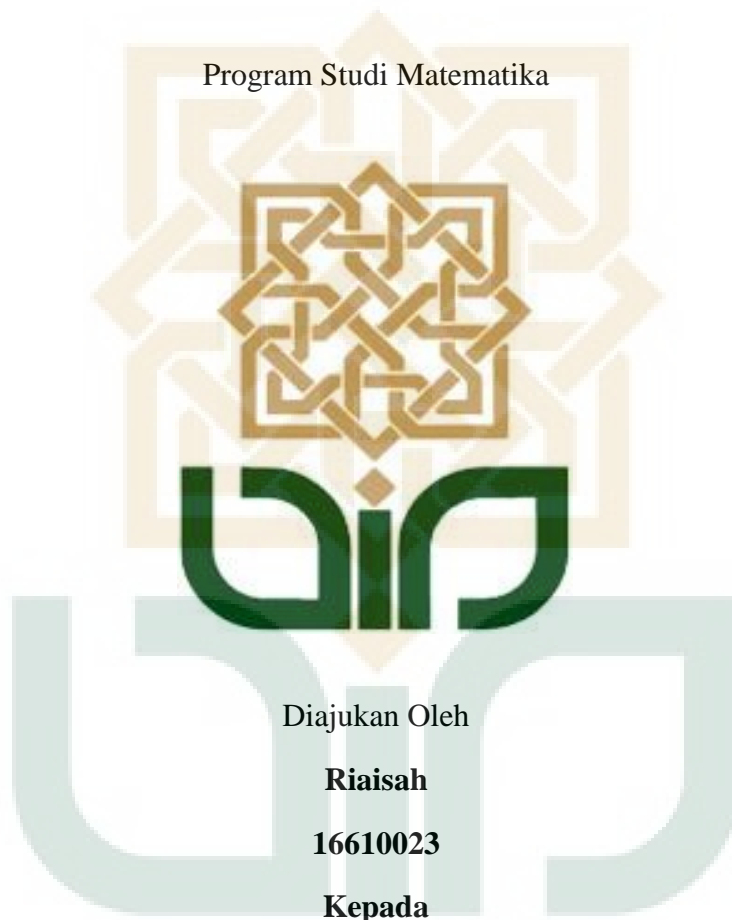


**IMPLEMENTASI *FIREFLY ALGORITHM* DALAM PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (CVRPTW)* PADA
PENDISTRIBUSIAN BARANG**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan guna memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan Oleh

Riaisah

16610023

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2020



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : 1 bendel skripsi

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalaamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Riisah

NIM : 16610023

Judul Skripsi : Implementasi *Firefly Algorithm* dalam Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW) pada Pendistribusian Barang

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalaamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 22 April 2020

Pembimbing

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom
NIP. 19720423 199903 1 003



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1018/Un.02/DST/PP.00.9/04/2020

Tugas Akhir dengan judul : Implementasi Firefly Algorithm dalam Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) pada Pendistribusian Barang

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIAISAH
Nomor Induk Mahasiswa : 16610023
Telah diujikan pada : Rabu, 29 April 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom
NIP. 19720423 199903 1 003

Penguji I

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si.
NIP. 19800402 200501 1 003

Penguji II

Dr. Sugiyanto, S.Si., M.Si
NIP. 19800505 200801 1 028

Yogyakarta, 29 April 2020

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riisah
NIM : 16610023
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 1 Juni 2020

Yang Menyatakan



Riisah

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya”.

(Qs. Al Baqarah :286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”.

(Qs. Al Insyirah :5)

“Tidak ada usaha yang sia-sia”



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “**Implementasi *Firefly Algorithm* dalam Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)* dalam Pendistribusian Barang**” dapat terselesaikan guna memenuhi syarat memperoleh gelar kesarjaan di Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti saat ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, M.Si., selaku Ketua Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penasihat Akademik.
4. Muchammad Abrori., S.Si., M.Kom., selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta memberikan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Segenap Dosen dan Staf Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Rasta, Mama Aminah, Mas Jono dan Putri yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis.
7. Bapak Bambang yang telah bersedia untuk memperbolehkan penulis dalam pengambilan data yang penulis butuhkan.
8. Teman-temanku, Yunida, Nurul, dan Fiki yang selalu memberikan dukungan, rasa semangatnya kepada penulis khususnya Mba Mardiyah, terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
9. Teman-teman Matematika angkatan 2016, teman-teman KKN Bibis, teman-teman Kos Asih yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu, yang menemani penulis selama menempuh pendidikan di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun semua pihak. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu berbagai pihak.

Yogyakarta, 15 April 2020

Penulis

Riaisah

NIM. 16610023

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk Almamater, teman-teman seperjuangan dan kedua orang tua yang sangat sabar dan kasih sayang kepada anak-anaknya dalam mendidik kami. Serta untuk kakak dan adik saya yang selalu memberi dukungan, semangat kepada saya tanpa henti.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
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.....	6
1.6 Tinjauan Pustaka	7
1.7 Metode Penelitian.....	10
1.8 Sistematika Penulisan.....	12

BAB II LANDASAN TEORI.....	13
2.1 Optimasi	13
2.2 Distribusi	15
2.3 Graf.....	16
2.4 <i>Travelling Salesman Problem (TSP)</i>	24
2.5 <i>Vehicle Rounting Problem (VRP)</i>	25
2.6 <i>Capacitated Vehicle Rounting Problem (CVRP)</i>	27
2.7 <i>Vehicle Rounting Problem with Time Windows (VRPTW)</i>	30
2.8 <i>Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows (CVRPTW)</i>	32
2.9 <i>Firefly Algorithm</i>	36
2.10 <i>C++ Programming</i>	42
BAB III PEMBAHASAN	43
3.1 Profil PD Surabaja <i>Food Industry</i>	43
3.2 Model <i>Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows (CVRPTW)</i> untuk Optimasi Rute Distribusi Saos Sambal Sedap Surabaja.	47
3.3 Konsep dan Cara Kerja <i>Firefly Algorithm</i> dalam Penyelesaian CVRPTW	49
BAB IV PENUTUP.....	82
4.1 Kesimpulan.....	82
4.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Skema Langkah Penelitian.....	11
Gambar 2.1 Jembatan Königsberg	17
Gambar 2.2 Graf Jembatan Königsberg	17
Gambar 2.3 Contoh Graf Bertetangga dan Bersisian	19
Gambar 2.4 Contoh Graf Terhubung.....	22
Gambar 2.5 Contoh Graf Tidak Terhubung	22
Gambar 2.6 Contoh Graf Berbobot.....	23
Gambar 2.7 Contoh Graf Berarah dan Berbobot	23
Gambar 2.8 Ilustasi Solusi CVRPTW	36
Gambar 3.1 <i>Flow Chart Firefly Algorithm</i>	51
Gambar 3.2 Prosedur <i>Firefly Algorithm</i>	54
Gambar 3.3 Prosedur Input Data dan Inisialisasi Parameter	56
Gambar 3.4 Prosedur Membangkitkan Populasi Awal	56
Gambar 3.5 Prosedur Mengurutkan Populasi Awal	57
Gambar 3.6 Prosedur Menentukan Rute CVRPTW dan Menghitung Nilai Fungsi Tujuan	61
Gambar 3.7 Prosedur Menghitung Intensitas Cahaya	61
Gambar 3.8 Prosedur <i>Movement</i> Kunang-Kunang i Menuju Kunang-Kunang j	63
Gambar 3.9 Prosedur Penentuan <i>G-Best</i>	65

Gambar 3.10 Prosedur *Random Movement* pada Kunang-Kunang Terbaik **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian	8
Tabel 3.1 Data Permintaan Konsumen Saos Sambal Sedap di Tiga Kecamatan di Kabupaten Brebes.	45
Tabel 3.2 Data Jarak antar Konsumen (satuan dalam km)	52
Tabel 3.3 Data Waktu Tempuh	53
Tabel 3.4 Membangkitkan Populasi Awal Kunang-Kunang	67
Tabel 3.5 Solusi dengan Bentuk Permutasi	68
Tabel 3.6 Jarak Populasi Awal	70
Tabel 3.7 Intensitas Cahaya Setiap Kunang-Kunang	71
Tabel 3.8 Posisi Baru Kunang-Kunang	73
Tabel 3.9 Proses Membandingkan Intensitas Cahaya Setiap Kunang-Kunang	75
Tabel 3.10 Jarak dari Kunang-Kunang yang Telah Bergerak	77
Tabel 3.11 Kunang-Kunang Terbaik dalam Iterasi 3	78
Tabel 3.12 Solusi Terbaik	79
Tabel 3.13 Nilai Fungsi Tujuan	80

**IMPLEMENTASI *FIREFLY ALGORITHM* DALAM PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (CVRPTW)* PADA
PENDISTRIBUSIAN BARANG**

ABSTRAK

Distribusi merupakan suatu kegiatan pengiriman barang dari produsen ke konsumen. Suatu pendistribusian pasti menginginkan biaya yang minimum dalam proses pendistribusian barangnya, sehingga produsen perlu mencari strategi untuk tercapainya tujuan tersebut. Untuk memenuhi tujuan tersebut, perlu dicari rute atau jalur transportasi terbaik yang dapat meminimalkan jarak. Permasalahan yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal untuk suatu kendaraan agar dapat melayani sejumlah konsumen disebut sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Salah satu jenis VRP yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*. CVRPTW merupakan permasalahan perindustrian yang bertujuan untuk memenuhi permintaan konsumen yang dilakukan secara bergantian dengan kendala kapasitas dan waktu pelayanan, sehingga diperoleh suatu rute yang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan permasalahan pada CVRPTW. *Firefly Algorithm* merupakan suatu algoritma yang terinspirasi oleh perilaku dari pola kedip kunang-kunang. Prosedur *Firefly Algorithm* yaitu menginputkan data dan inialisasi parameter, membangkitkan populasi awal, mengurutkan populasi awal, menentukan rute CVRPTW dan menghitung fungsi tujuan, menghitung intensitas cahaya setiap kunang-kunang, melakukan *movement*, menentukan dan *update G-Best*, dan *random movement* pada *G-Best*. Program yang digunakan untuk menyelesaikan CVRPTW dengan menggunakan *Firefly Algorithm* adalah *C++ Programming* dan diimplementasikan pada contoh kasus di PD Surabaja *Food Industry* dengan menggunakan data konsumen sebanyak 38. Sehingga menghasilkan nilai fungsi tujuan yaitu sebesar 229.38 km dan 6.13 jam. Hasil yang diperoleh dari output program menunjukkan bahwa semakin banyak kunang-kunang dan jumlah iterasi maka hasil nilai fungsi (total jarak tempuh dan total waktu tempuh) yang diperoleh cenderung lebih baik sehingga parameter tersebut dapat mempengaruhi nilai fungsi tujuan.

Kata Kunci: *Firefly Algorithm*, Industri, *Vehicle Routing Problem*, *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi merupakan suatu kegiatan pengiriman barang dari produsen ke konsumen. Masalah transportasi akan timbul ketika produsen mencoba untuk menentukan cara pendistribusian. Setiap kegiatan industri pasti menginginkan biaya yang minimum dalam proses pendistribusian barangnya, sehingga diperlukan suatu strategi untuk tercapainya tujuan tersebut yang akan menghasilkan hasil yang optimal. Adanya strategi ini dalam pendistribusian maka akan memperoleh peningkatan pendapatan karena mampu meminimalkan biaya transportasi dan permintaan konsumen juga dapat terpenuhi. Peningkatan efisiensi pengiriman barang dengan alat transportasi yang ada. Mengurangi biaya transportasi dan juga untuk meningkatkan pelayanan kepada konsumen, maka perlu di cari rute transportasi yang terbaik meminimalkan jarak. Permasalahan ini di dengan *Vehicle Rounting Problem* (VRP).

Permasalahan *Vehicle Rounting Problem* (VRP) merupakan permasalahan dalam perindustrian yang bertujuan untuk mencari rute yang optimal untuk sekelompok kendaraan yang sudah mengetahui tentang kapasitasnya, agar permintaan konsumen dapat terpenuhi dengan lokasi dan jumlah permintaan barang yang sudah diketahui. Suatu rute yang optimal adalah rute yang memiliki total jarak tempuh yang terpendek dalam memenuhi permintaan konsumen dengan menggunakan kendaraan yang terbatas. VRP dengan kendala kapasitas dan waktu pelayanan disebut *Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (CVRPTW).

CVRPTW merupakan salah satu jenis VRP yang merupakan kombinasi bentuk umum dari *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dan *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*. CVRPTW adalah suatu permasalahan industri yang bertujuan untuk memenuhi permintaan konsumen yang dilakukan secara bergantian dengan kendala kapasitas dan waktu pelayanan sehingga diperoleh suatu rute yang optimum (Ayuningrum & Fitriana, 2017). Pendistribusian hanya dapat dilakukan satu kali yaitu dari produsen ke setiap konsumen yang kemudian kembali lagi ke produsen. Sehingga, penelitian ini dapat dinyatakan ke dalam suatu graf. Graf yang digunakan dalam penelitian ini yaitu graf berarah berbobot dan juga graf Hamilton.

Graf berarah berbobot merupakan suatu graf yang memiliki orientasi arah dan setiap sisinya mempunyai harga atau bobot. Sedangkan graf Hamilton merupakan suatu graf yang melalui setiap simpulnya tepat satu kali. Graf Hamilton bisa disebut juga dengan sirkuit Hamilton.

Kriteria perusahaan yang dapat digunakan dalam permasalahan CVRPTW adalah terdiri dari produsen, konsumen, kendaraan dan pengemudi. Setiap konsumen memiliki jumlah permintaan yang beragam yang harus dilayani oleh perusahaan tanpa mengabaikan satu konsumenpun, dengan kendala kendaraan yang digunakan memiliki kapasitas daya angkut yang terbatas dan juga dengan kendala waktu pelayanan, sehingga permintaan konsumen pada setiap rutenya yang dilalui tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan dan waktu yang telah ditentukan, kendaraan hanya dapat mengunjungi konsumen satu kali serta perjalanan kendaraan berawal dari perusahaan dan berakhir juga di perusahaan. Algoritma yang bisa digunakan untuk permasalahan VRP diantaranya

adalah Algoritma Genetika, Algoritma *Sweep*, Algoritma *Heuristic*, *Firefly Algorithm* dan lain sebagainya.

Penelitian ini menggunakan *Firefly Algorithm* untuk menyelesaikan masalah CVRPTW. *Firefly Algorithm* merupakan algoritma yang terinspirasi oleh perilaku dan pola kedip kunang-kunang. *Firefly Algorithm* banyak digunakan dalam masalah-masalah pada bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Algoritma ini dapat dirumuskan menjadi tiga yaitu (1) semua kunang-kunang itu *unisex*, jadi suatu kunang-kunang akan tertarik kepada kunang-kunang yang lainnya. (2) daya tarik sebanding dengan tingkat kecerahan kunang-kunang, kunang-kunang dengan tingkat kecerahan yang lebih rendah akan tertarik dan bergerak ke kunang-kunang dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi, kecerahan dapat berkurang seiring dengan bertambahnya jarak dan adanya penyerapan cahaya akibat faktor udara. (3) kecerahan atau intensitas cahaya kunang-kunang ditentukan oleh nilai fungsi tujuan dari masalah yang diberikan. Untuk masalah maksimisasi, intensitas cahaya sebanding dengan nilai fungsi tujuan.

Menurut Mayo dkk (2018) cara terbaik untuk menyelesaikan permasalahan CVRP dengan ukuran sampel yang besar dan kecil adalah *Firefly Algorithm* yang secara signifikan meningkatkan total rute jarak dengan kendaraan yang berkapasitas tertentu. Tahapan dalam algoritma ini yaitu (1) inisialisasi parameter *Firefly Algorithm*. (2) membangkitkan secara acak populasi awal sebanyak m kunang-kunang. (3) menghitung total jarak yang dilalui oleh kendaraan yang akan menjadi nilai fungsi $f(x)$. (4) fungsi tujuan ditransformasikan menjadi intensitas cahaya dengan rumus $I(x) = 1/f(x)$. (5) membandingkan intensitas cahaya kunang-kunang yang ke- i dan ke- j . (6) menentukan *G-best* dari kunang-kunang dengan intensitas cahaya yang paling besar pada iterasi tersebut.

(7) meng-*update* *G-best* yaitu dengan membandingkan *G-best* pada iterasi sebelumnya dengan *G-best* pada iterasi saat itu, lalu dipilih yang paling besar intensitas cahayanya yang kemudian menjadi *G-best'*. (8) ketika iterasi maksimal belum terpenuhi, maka kunang-kunang yang menjadi *G-best'* melakukan *random movement*. (9) mengulangi proses ke-5 hingga maksimal itersi terpenuhi. (10) selanjutnya cek *G-best'* untuk menjadi solusi.

Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari salah satu depot PD Surabaja *Food Industry* yang berada di Kecamatan Kersana. Data yang digunakan yaitu data permintaan saos Sambal Sedap setiap konsumen, data jarak antara depot dengan konsumen maupun antara konsumen dengan konsumen, waktu pelayanan, kapasitas kendaraan, serta banyaknya kendaraan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan bantuan program *C++ Programming* dalam pengolahan data.

Penelitian ini akan membahas mengenai “Implementasi *Firefly Algorithm* dalam Penyelesaian *Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (CVRPTW) pada Pendistribusian Barang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi yang optimal pada permasalahan CVRPTW dengan menggunakan metode *Firefly Algorithm*, sehingga dapat meminimalkan jarak tempuh.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep dan langkah *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan CVRPTW?.

2. Bagaimana penerapan *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan kasus pendistribusian saos sambal di PD Surabaja *Food Industry*?
3. Bagaimana mengimplementasikan program *C++ Programming* pada kasus pendistribusian saos sambal di PD Surabaja *Food Industry* menggunakan *Firefly Algorithm*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menjelaskan konsep dan langkah *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan CVRPTW.
2. Untuk menerapkan *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan kasus pendistribusian saos sambal di PD Surabaja *Food Industry*.
3. Untuk mengimplementasikan program *C++ Programming* pada kasus pendistribusian saos sambal di PD Surabaja *Food Industry* menggunakan *Firefly Algorithm*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini akan dibahas tentang implementasi *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan permasalahan CVRPTW pada optimasi rute pendistribusian suatu produk dengan batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data permintaan konsumen dari PD Surabaja *Food Industry* yang bertempat di Gg. Surabaja, Kasugengan Kidul, Kec. Depok, Cirebon, Jawa Barat 45155.

2. Input permasalahan berupa letak *nodes*, jarak konsumen, permintaan tiap konsumen, kapasitas kendaraan dan waktu pelayanan.
3. Jumlah produsen terdiri dari satu unit.
4. Hasil berupa solusi urutan rute kunjungan, total jarak optimal, jumlah permintaan per rute dan total waktu perjalanan.
5. Permasalahan yang digunakan yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*.
6. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *Firefly Algorithm*.
7. Tidak terjadi kemacetan, kondisi jalan bagus (tidak rusak) dan kendaraan dalam kondisi baik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk memberikan dan menambah ilmu pengetahuan tentang bagaimana cara *Firefly Algorithm* dalam menyelesaikan permasalahan CVRPTW pada optimasi rute pendistribusian suatu barang.
2. Dapat mengetahui konsep dan cara kerja dari *Firefly Algorithm* serta pengaplikasiannya.
3. Dapat menjadi bahan bacaan, informasi dan referensi pada bidang matematika khususnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan tentang penyelesaian permasalahan industri menggunakan *Firefly Algorithm*.
4. Dapat digunakan oleh perusahaan tersebut guna mencari rute terpendek dalam pendistribusian sehingga dapat meminimalkan biaya transportasi suatu perusahaan tersebut.

1.6 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini menggunakan beberapa literatur yaitu: buku, skripsi, jurnal penelitian, serta referensi lainnya. Beberapa literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Jurnal yang berjudul “Implementasi Algoritma Genetika dengan Variasi *Crossover* dalam Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW) pada Pendistribusian Air Mineral” yang ditulis oleh Niken Lisca Aggyta Ayuningrum dan Fitriana Yuli Saptaningtyas pada tahun 2017. Penelitian ini membahas tentang penerapan Algoritma Genetika dalam menentukan rute optimal untuk meminimalkan waktu tempuh setiap kendaraan, sehingga dapat diperoleh total jarak, waktu tempuh, dan biaya penggunaan bahan bakar kendaraan yang paling minimum yang dihasilkan dari metode optimal, maka metode yang menghasilkan hasil optimal akan menjadi metode terpilih.

Skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma Kunang-Kunang pada *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP)” yang ditulis oleh Ihda Septiyafi mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga pada tahun 2018. Penelitian ini membahas tentang cara menyelesaikan OVRP menggunakan Algoritma Kunang-Kunang yang bertujuan untuk menghasilkan solusi yang optimal pada permasalahan OVRP untuk optimasi rute distribusi.

Skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma Kunang-Kunang (*Firefly Algorithm*) dalam *Knight Tour Problem* pada Papan Catur” yang ditulis oleh Wawan Nugraha Mahfud mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga pada tahun 2015.

Penelitian ini membahas tentang cara menyelesaikan perjalanan kuda pada papan catur yang berukuran $n \times n$ dengan menggunakan Algoritma Kunang-Kunang (*Firefly Algorithm*) yang bertujuan untuk menghasilkan solusi optimum pada permasalahan perjalanan kuda pada papan catur.

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan
1.	Niken Lisca Aggyta Ayuningrum dan Fitriana Yuli Saptaningtyas (2017)	Implementasi Algoritma Genetika dengan Variasi <i>Crossover</i> dalam Penyelesaian <i>Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows</i> (CVRPTW) pada Pendistribusian Air Mineral	Membahas tentang penerapan Algoritma Genetika dalam menentukan rute optimal untuk meminimalkan waktu tempuh setiap kendaraan.
2.	Ihda Septiyafi (2018)	Penerapan Algoritma Kunang-Kunang pada <i>Open Vehicle Rounting Problem</i> (OVRP)	Membahas tentang cara menyelesaikan OVRP menggunakan Algoritma Kunang-Kunang yang bertujuan untuk menghasilkan solusi yang optimal pada permasalahan OVRP untuk optimasi rute

			distribusi.
3.	Wawan Nugraha Mahfud (2015)	Penerapan Algoritma Kunang-Kunang (<i>Firefly Algorithm</i>) Dalam <i>Knight Tour Problem</i> Pada Papan Catur	Membahas tentang cara menyelesaikan perjalanan kuda pada papan catur yang berukuran $n \times n$ dengan menggunakan Algoritma Kunang-Kunang (<i>Firefly Algorithm</i>) yang bertujuan untuk menghasilkan solusi optimum pada permasalahan perjalanan kuda pada papan catur.
4.	Riaisah (2020)	Implementasi <i>Firefly Algorithm</i> dalam Penyelesaian <i>Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows</i> (CVRPTW) pada Pendistribusian Barang.	Membahas tentang cara menyelesaikan CVRPTW menggunakan <i>Firefly Algorithm</i> untuk menghasilkan solusi yang optimal pada permasalahan CVRPTW untuk optimasi rute distribusi beserta dengan pengimplementasian C++

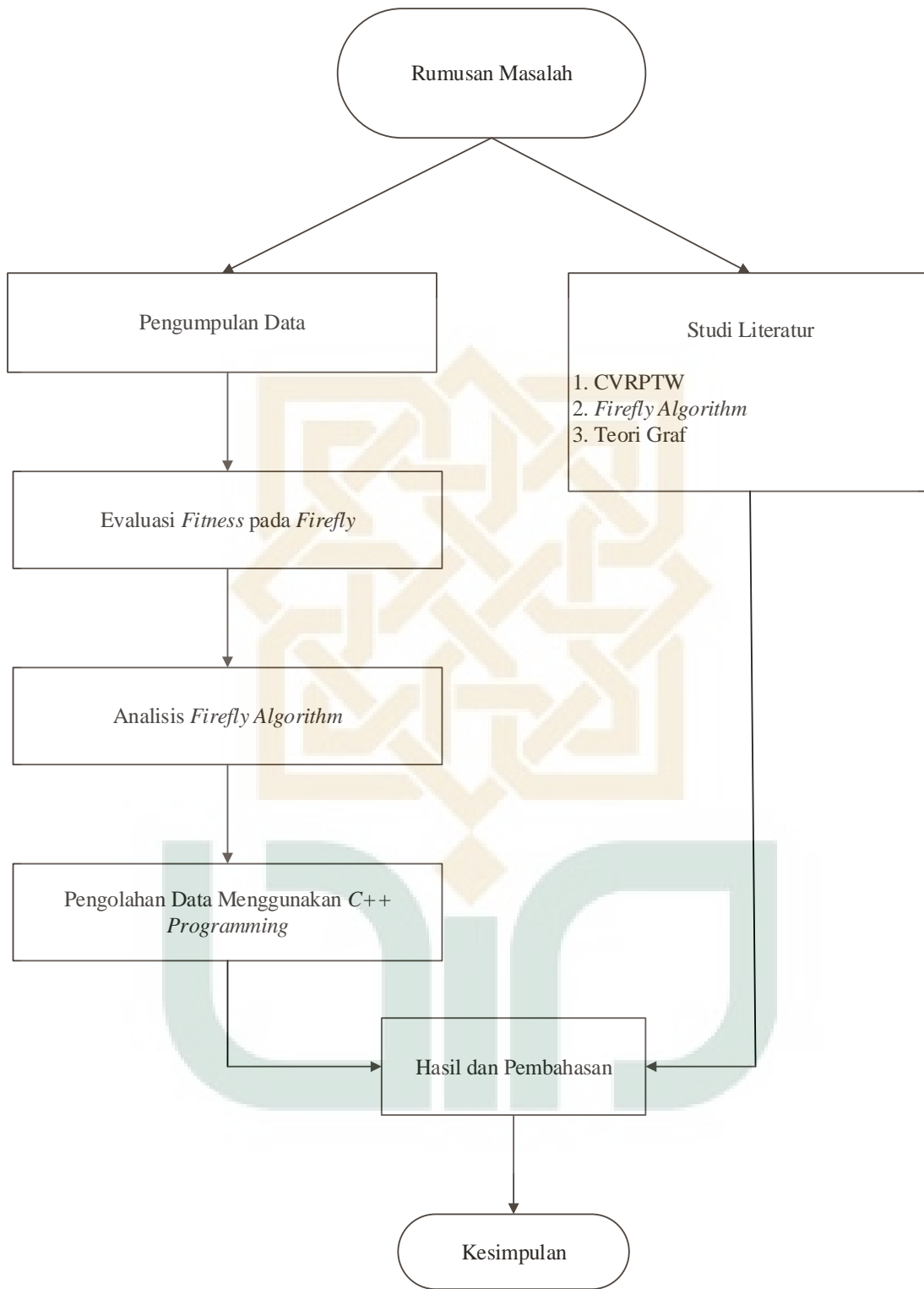
			<i>Programming</i> pada kasus tersebut.
--	--	--	---

Skripsi dengan judul “Implementasi *Firefly Algorithm* dalam Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW) pada Pendistribusian Barang”, menggunakan penelitian-penelitian tersebut sebagai acuan atau dasar untuk penelitian ini. Penelitian ini akan menyelesaikan CVRPTW menggunakan *Firefly Algorithm* dengan tujuan untuk menghasilkan solusi yang optimal pada permasalahan CVRPTW untuk optimasi rute distribusi serta mengimplementasikan program pada kasus tersebut.

1.7 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur yaitu penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data-data dan informasi dari berbagai buku, jurnal penelitian, skripsi sebagai referensi untuk penelitian. Penelitian ini juga menggunakan metode wawancara yang dilakukan dengan pihak yang bersangkutan untuk memperoleh data dari suatu perusahaan dengan pengambilan data secara primer, sehingga penelitian ini menggunakan pengambilan data yang bersifat kuantitatif.

Metode yang digunakan untuk pengolahan data dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Firefly Algorithm* yang merupakan salah satu metode *metaheuristik* untuk menentukan rute pengiriman barang yang optimal dengan pembahasan konsep metode tersebut dan cara kerjanya. Berikut skema langkah penelitian disajikan pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1. Skema Langkah Penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang suatu masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, sistematika penulisan, dan metode penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi mengenai konsep-konsep dan teori yang menjadi dasar dan mendukung dalam pembahasan seperti konsep dan teori graf, *Firefly Algorithm*, *Vehicle Rounting Problem* (VRP), *Capacitated Vehicle Rounting Problem* (CVRP), *Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (VRPTW), *Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (CVRPTW), dan *C++ Programming*.

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai pembahasan dari konsep dan cara kerja *Firefly Algorithm* dan masalah *Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (CVRPTW) yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah menggunakan *Firefly Algorithm* dan representasinya ke dalam bentuk graf.

BAB IV PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang membangun yaitu komentar peneliti mengenai beberapa hal yang belum dapat dikerjakan oleh peneliti karena keterbatasan dan kemampuan penelitian.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada BAB III maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Firefly Algorithm* dapat diterapkan untuk menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*. Langkah-langkah dalam menyelesaikan CVRPTW menggunakan *Firefly Algorithm* yaitu dengan menginputkan data dan inisialisasi parameter, membangkitkan populasi awal, mengurutkan populasi awal, menentukan rute yang akan dibentuk dengan menerapkan batasan yang berlaku, menghitung nilai fungsi tujuan, menghitung intensitas cahaya setiap kunang-kunang, membandingkan intensitas setiap kunang-kunang, melakukan *movement*, menentukan *G-Best* sementara, melakukan *random movement* untuk menjadi solusi.
2. Program yang digunakan dalam menyelesaikan CVRPTW dengan menggunakan *Firefly Algorithm* dapat dibuat dengan bahasa pemrograman C++ . Prosedur yang dibuat untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu prosedur menginputkan data dan inisialisasi parameter, prosedur membangkitkan populasi awal, prosedur mengurutkan populasi awal, prosedur menentukan rute CVRPTW dan menghitung fungsi tujuan, prosedur menghitung intensitas cahaya setiap kunang-kunang, prosedur *movement*, prosedur menentukan dan *update G-Best*, dan prosedur *random movement* pada *G-Best*.

3. Implementasi *C++ Programming* untuk menyelesaikan contoh kasus dengan menggunakan data konsumen sebanyak 38, kapasitas kendaraan 90, data jarak antar konsumen dan antara depot dengan konsumen, waktu tempuh antar depot dengan konsumen dan juga waktu tempuh antar konsumen dengan konsumen, serta dengan permintaan konsumen yang sudah diketahui sebelumnya. Sehingga menghasilkan nilai fungsi tujuan yaitu sebesar 229.38 km dan 6.13 jam. Dari hasil implementasi tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kunang-kunang dan jumlah iterasi maka hasil nilai fungsi (total jarak tempuh dan total waktu tempuh) yang diperoleh cenderung lebih baik sehingga parameter tersebut dapat mempengaruhi nilai fungsi tujuan.

4.2 Saran

Untuk mengetahui efektivitas penggunaan *Firefly Algorithm* dalam permasalahan distribusi yang lainnya, diharapkan dalam penelitian selanjutnya mampu mengembangkan topik *Capacitated Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (CVRPTW) seperti *Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (VRPTW), *Open Vehicle Rounting Problem with Time Windows* (OVRPTW). Serta diharapkan juga dapat melakukan penyelesaian masalah CVRPTW dengan menggunakan algoritma lain seperti *Algoritma Sweep*, *Algoritma Semut*, *Particle Swarm Optimization*, atau algoritma lainnya yang memungkinkan untuk mendapatkan solusi yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir, N. N. (2009). *Teori Graf Topik Dasar untuk Tugas Akhir/Skripsi*. Malang: UIN Malang Press.
- Astuti, S. (2012). *Aplikasi Algoritma Genetika Hibrida Pada Vehicle Rounting Problem with Time Windows*. Depok: Universitas Indonesia.
- Ayuningrum, N. L., & Fitriana, Y. S. (2017). implementasi algoritma genetika dengan variasi crossover dalam penyelesaian capacitated vehicle rounting problem with time windows(CVRPTW) pada pendistribusian air mineral. *Jurnal Matematika* .
- Chartrand, G., Lesniak, L., & Zhang, P. (2015). *Graphs and Diagraphs (6th ed.)*. California: CRC Press.
- J., W. R. (2010). *Pengantar Teori Graf, Edisi 5*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Joan, M. A., & Robin, J. W. (2004). *Graph and Application An Introduction Approach*. Great Britain: Springer.
- Laporte, G. (1992). The Travelling Salesman Problem : An overview of exact and approximate algorithms. *North Holland : European Journal of Operational Research* 59, 231-247.
- Meisaroh, B. (2017). *Penerapan Algoritma Genetika dalam Menentukan Rute Terpendek Perjalanan Wisata di Yogyakarta*. Yogyakarta: Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Rajulapudi, B. S., Dr. K., D. R., & Dr. P., V. (2018). Solution Vehicle Rounting Problem Using Heuristics and Firefly Algorithm. *International Journal og Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13*, 15247-15254.
- Rosen, K. H. (2012). *Discrete Mathematics and Its Application Seventh Edition*. New York: Mc-Graw-Hill.
- Wilson, R. J. (2010). *Pengantar Teori Graf, Edisi 5*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yang, X.-S. (2013). Firefly Algorithm: Recent Advances and Application. *International Journal of Swarm Intelligence 1.1*, 36-50.
- Yeun, L. C., Ismail, W. R., & Omar, K. M. (2008). Vehicle Rounting Problem:Model and Solution. *Journal of Measurment and Analysis*, 33.