

**ANALISIS PENJADWALAN DISTRIBUSI PENGIRIMAN
OBAT-OBATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA
*PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)***

SKRIPSI

Oleh:

RENDY ERVANDO SARAGIH SUMBAYAK

198160049



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repositorv.uma.ac.id)27/12/24

**ANALISIS PENJADWALAN DISTRIBUSI PENGIRIMAN
OBAT-OBATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA
*PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)***

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted ⁱⁱ27/12/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan
menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*.

Nama : Rendy Ervando Saragih Sumbayak

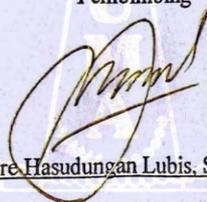
NPM : 198160049

Fakultas : Teknik

Prodi : Teknik Informatika

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing


Andre Hasudungan Lubis, S.Ti., M.Sc

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Informatika


Dr. Eng. Supriatno, ST., MT
NIDN 0102027402


Rizki Muliono, S.Kom., M.Kom
NIDN 0109038902

Tanggal Lulus : 22 Agustus 2024

iii

 Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan karya pribadi yang saya susun sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana. Adapun bagian-bagian tertentu yang saya ambil dari karya orang lain telah saya sertakan dengan jelas asal sumbernya, sesuai dengan norma dan etika penulisan ilmiah. Saya siap menerima konsekuensi akademik dan sanksi lainnya sesuai peraturan yang berlaku, jika di masa mendatang terbukti terdapat plagiatisme dalam skripsi ini.

Medan, 22 Agustus 2024



Rendy Ervando Saragih Sumbayak
198160049

iv

 Dipindai dengan CamScanner

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rendy Ervando Saragih Sumbayak
NPM : 198160049
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : *Analisis Penjadwalan Distribusi Pengiriman Obat-obatan Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)*.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 22 Agustus 2024

Yang Menyatakan



(Rendy Ervando Saragih Sumbayak)

198160049

v

 Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan distribusi obat menggunakan PSO, mengimplementasikan PSO dalam aplikasi penjadwalan otomatis berbasis web dan menghasilkan sistem penjadwalan optimal yang memudahkan kurir dalam mendistribusikan obat-obatan. Penelitian ini berfokus pada penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). Metode penelitian menggunakan pengumpulan data primer dari PT. Enseval Putera Megatrading Pekanbaru, di mana algoritma PSO digunakan untuk merancang penjadwalan. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu persiapan, pengumpulan data, pengembangan perangkat lunak, dan analisis hasil. PSO membantu menentukan rute pengiriman optimal dengan menggunakan pemrograman Python dan aplikasi berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penjadwalan berbasis PSO mampu mengurangi total jarak tempuh dan waktu pengiriman, serta meningkatkan efisiensi operasional distribusi obat. Sistem ini juga memungkinkan penjadwalan dilakukan secara otomatis sehingga membantu kurir dalam mengoptimalkan rute pengiriman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa algoritma PSO dapat diterapkan dengan efektif untuk penjadwalan distribusi obat-obatan, memberikan solusi optimal dengan beberapa iterasi. Sistem yang dikembangkan berhasil mempermudah proses distribusi dan meningkatkan efisiensi melalui aplikasi web yang mampu melakukan penjadwalan otomatis.

Kata Kunci : PSO, penjadwalan distribusi, obat-obatan, pemrograman Python, Aplikasi web.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the scheduling of drug distribution using PSO, implement PSO in a web-based automatic scheduling application, and produce an optimal scheduling system to assist couriers in distributing medications. This research focused on the scheduling of drug distribution using the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm. The research method included collecting primary data from PT. Enseval Putera Megatrading Pekanbaru, where the PSO algorithm was used to design scheduling. The research involved several stages, including preparation, data collection, software development, and result analysis. PSO helped determine the optimal delivery route using Python programming and a web-based application. The research results showed that the PSO-based scheduling system could reduce total travel distance and delivery time while improving operational efficiency in drug distribution. This system also allowed for automatic scheduling, thereby helping couriers optimize delivery routes. Thus, it was concluded that the PSO algorithm could be effectively applied to drug distribution scheduling, providing an optimal solution through several iterations. The developed system successfully facilitated the distribution process and improved efficiency through a web application capable of automatic scheduling.

Keywords: PSO, Distribution Scheduling, Medications, Python Programming, Web Application



RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah Rendy Ervando Saragih Sumbayak, Penulis lahir di Desa Simpang Sigodang pada tanggal 17 Februari 2001 anak dari Suryanto Saragih Sumbayak dan Ibu Monita Haloho. Penulis adalah anak pertama dari 2 (dua) bersaudara.

Penulis pertama kali mengenyam Pendidikan dibangku SD Negeri 091323 Merek Raya pada tahun 2007-2013, meneruskan Pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Panei Tongah diselesaikan pada tahun 2013-2016, Meneruskan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Raya pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019 penulis lulus dari SMKN 1 Raya dan pada 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Informatika Universitas Medan Area. Pada saat ini tahun 2024 penulis sedang menjalani semester 10 (Sepuluh) menyusun tugas akhir skripsi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Kuasa, karena berkat dan rahmatnya saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Penjadwalan Distribusi Pengiriman Obat-obatan Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)”**. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Rizki Muliono, S.Kom, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Informatika Universitas Medan Area.

4. Bapak Andre Hasudungan Lubis, S.Ti, M.Sc selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orangtua saya tercinta yang bernama Suryanto Saragih Sumbayak dan Monita Haloho serta adek saya yang bernama Dean Saragih Sumbayak yang telah mendoakan, memberikan dukungan dan memotivasi saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Informatika Universitas Medan Area.
7. Yang Tercinta Desi Rintawana Panjaitan, terima kasih telah menjadi salah satu penyemangat, pendengar keluh kesah dalam penulisan skripsi, penasehat yang baik dan senantiasa memberikan cinta.
8. Kepada sahabat baik Rahmad Syuhada, terimakasih senantiasa menemani penulis pada proses penulisan skripsi ini. Terimakasih senantiasa memberikan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik
9. Seluruh teman-teman yang sudah memberikan dukungannya selama penulisan skripsi ini, khususnya teman-teman Teknik Informatika angkatan 2019.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.
11. Semoga Tuhan Yesus Kristus menyertai kita semua dan memberi kasih karunia pribadi lepas pribadi. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi semoga

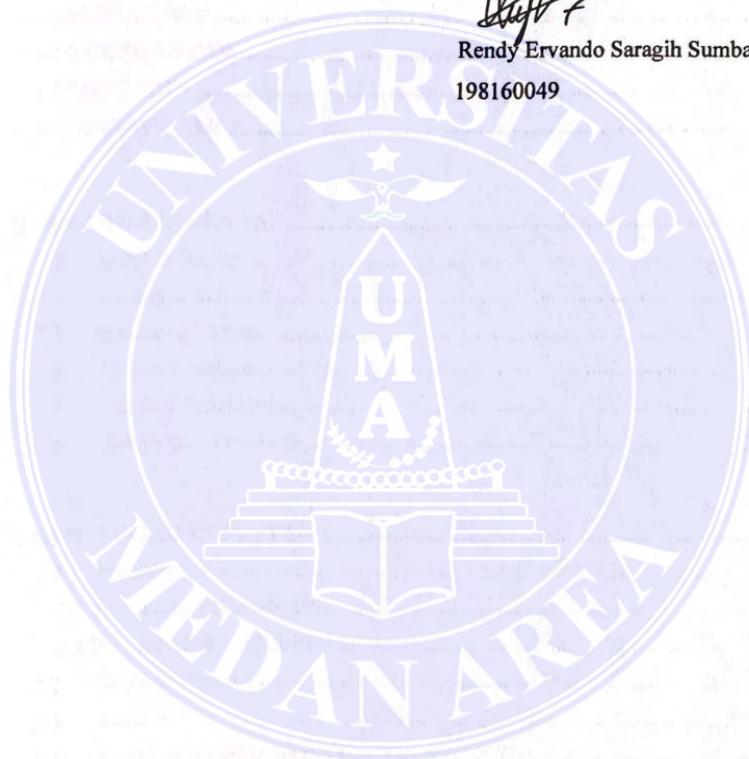
skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan keilmuan bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya, Amin.

Medan, 22 Agustus 2024



Rendy Ervando Saragih Sumbayak

198160049



xi

 Dipindai dengan CamScanner

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted ^{xi} 27/12/24

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI Error! Bookmark not defined.	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penjadwalan.....	7
2.1.1 Tujuan Penjadwalan.....	8
2.1.2 Manfaat Penjadwalan.....	9
2.2 Defenisi Distribusi	9
2.3 Analisis.....	10
2.4 <i>Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)</i>	10
2.4.1 Langkah-Langkah Algoritma <i>PSO</i>	13
2.5 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	18

3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	20
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.4.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	23
3.4.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	24
3.5	Analisis Kebutuhan Perancangan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Informasi Data.....	26
4.2	Hasil dan Pembahasan.....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		40



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 3. 1 Penjadwalan pengiriman obat-obatan.....	21
Tabel 4. 1 Daftar lokasi tujuan kurir pada hari senin.....	30
Tabel 4. 2 Daftar lokasi tujuan kurir pada hari selasa.....	34
Tabel 4. 3 Daftar lokasi tujuan kurir pada hari rabu.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi <i>PSO</i> dari Sekawanan Burung.....	12
Gambar 2. 2 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>PSO</i>	14
Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Penelitian.....	18
Gambar 4. 1 Rute Kurir dan Jarak Pada Hari Senin	27
Gambar 4. 2 Rute Kurir dan Jarak Pada Hari Selasa.....	31
Gambar 4. 3 Rute Kurir dan Jarak Pada Hari Rabu.....	34



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pelayanan kesehatan, obat merupakan bagian yang penting karena diperlukan dalam sebagian besar prosedur medis untuk meredakan gejala penyakit, dan bahkan obat juga bisa menjadi bagian penting dalam mencegah timbulnya penyakit (Musyarofah dkk., 2021). Dari bentuknya obat terdiri dari beberapa jenis contohnya pulvis, pulveres, tablet, pil, kapsul, kaplet, larutan, suspensi, emulsi, galenik, ekstrak, infusa, imunoserum, salep, suspositoria, obat tetes, dan injeksi (Nurchahyo, 2022). Sejumlah besar jenis obat yang diproduksi dan didistribusikan oleh para Pedagang Besar Farmasi (PBF), memungkinkan orang-orang yang berbeda dalam industri farmasi akan bersaing satu sama lain untuk menjual obat-obatan dengan cara yang laris dan manis dan bermanfaat bagi yang membutuhkannya. Hal ini memberikan suatu kewajiban terhadap instansi setempat tentang bagaimana *controlling* jumlah persediaan obat di masa mendatang sehingga penyalahgunaan obat oleh masyarakat dapat teratasi (Norma Sari, 2021).

Obat biasanya dijual dalam jumlah banyak melalui distributor yang tugasnya adalah memasarkan produk kepada konsumen (Sangadji dkk., 2022). Distributor obat sering disebut sebagai Pedagang Besar Farmasi (PBF) yang tugasnya adalah mendistribusikan obat secara kolektif. Tugas Pedagang Besar Farmasi (PBF) untuk melakukan pengadaan, penyimpanan, dan penyaluran perbekalan farmasi ke apotek, rumah sakit, atau unit pelayanan kesehatan lainnya yang di tetapkan menteri kesehatan, toko obat dan pengecer kesehatan lainnya

(Refindani dkk., 2022). Secara umum, Pedagang Besar Farmasi (PBF) terdiri dari empat bagian, yaitu: PBF umum, PBF bahan baku medis, PBF narkotika, dan PBF alat kesehatan. Pedagang Besar Farmasi (PBF) memerlukan pemrosesan data yang efisien dan efektif saat menjual obat-obatan untuk pengolahan data penjualan (Dila Farisa dkk., 2022).

Penjadwalan adalah salah satu aspek terpenting dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dalam peranannya dalam memutuskan produk mana yang akan dikerjakan terlebih dahulu (Widjaja dkk., 2022). Selain itu, penjadwalan adalah bagian dari pengendalian produksi di bidang manufaktur dan konstruksi. Dengan adanya penjadwalan yang dilakukan secara optimal maka biaya dan waktu produksi dapat juga dioptimalkan. Oleh karena itu, pembuatan jadwal harus dilakukan dengan benar dengan memperhatikan aspek-aspek yang relevan (Sudjito, dkk., 2021).

Permasalahan penjadwalan dalam bidang industri, terutama manufaktur menjadi menarik karena melibatkan deretan mesin yang akan digunakan untuk memproses segala operasi hingga produk-produk yang di inginkan dapat dihasilkan. Banyak permasalahan mengenai penjadwalan, salah satunya yaitu penjadwalan distribusi pengiriman obat (P. Lestari dkk., 2022). Penjadwalan distribusi pengiriman obat merupakan suatu masalah yang dapat di selesaikan. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, pada tahun 1995 Kennedy dan Eberthart mengembangkan sebuah algoritma untuk menyelesaikan masalah ini yaitu algoritma *PSO* (Kurniawan, 2022).

PSO merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Algoritma ini bekerja dengan perhitungan terus menerus

dengan menggunakan suatu acuan kualitas (Maulana dkk., 2021). Algoritma ini mengoptimalkan masalah dengan memindahkan partikel dalam mode masalah dengan fungsi tertentu (Astuti & Astuti, 2022).

Dengan konsep sederhana, implementasi sederhana dan konvergensi cepat, *PSO* Dapat diterapkan pada aplikasi yang berbeda di berbagai bidang berbeda untuk memecahkan masalah optimasi (Rathomi dkk., 2019). Implementasi *PSO* sangat sederhana dan lugas. Dibutuhkan beberapa baris kode dan tidak diperlukan operator matematika kompleks yang merampingkan perhitungan baik dari segi memori dan kecepatan yang dibutuhkan. *PSO*, seperti alat optimisasi yang dapat membantu menentukan parameter optimal. Tapi *PSO* menunjukkan ketergantungan sensitive pada parameter yang digunakan (Batoebara, 2020).

Dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih, Tidak diragukan lagi penyebaran teknologi komputer yang begitu cepat. Perhitungan dan pengolahan data distribusi juga menjadi lebih efektif dan efisien (Zamzami dkk., 2021). Di era teknologi yang semakin canggih, komputer merupakan salah satu teknologi yang memungkinkan dalam proses pengolahan data supaya lebih cepat dan tingkat kesalahannya lebih rendah (Fauzi dkk., 2023).

Dengan demikian, perencanaan distribusi pengiriman obat menggunakan algoritma *PSO* diharapkan dapat memudahkan pekerjaan semua orang yang terlibat, demi kelancaran semua pekerjaan menjadi lebih efisien, terutama dalam rencana pengiriman obatan (Salmiah dkk., 2020).

Algoritma *PSO* telah banyak digunakan diberbagai penelitian terdahulu. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Reynaldo & Prayogo, (2022),

algoritma *PSO* digunakan untuk memberikan usulan penjadwalan pekerjaan bagi karyawan PT. Kevindo Karya Baja. Adapun hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa algoritma *PSO* mampu mempermudah dan mempersingkat waktu bagi perusahaan untuk memperoleh penjadwalan yang optimum.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti membahas dan memfokuskan pada penelitian yang berjudul “Analisis penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat disimpulkan rumusan masalah yaitu:

1. Melakukan analisis penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan menggunakan *Particle Swarm Optimization (PSO)*.
2. Merancang sebuah program untuk menjadwalkan pembagian pengiriman yang dilakukan oleh kurir secara otomatis.

1.3 Batasan Masalah

Penulis membuat beberapa batasan masalah yang bisa dibuat agar dapat menjadi acuan pada penelitian ini:

1. Data yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian.
2. Data yang digunakan berjumlah 633 data.
3. Data yang digunakan berbentuk teks dengan format .xlxs.

4. Analisis menggunakan *Google Colab*.
5. Analisis menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang bisa dibuat penulis adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*.
2. Mengimplementasikan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)* pada permasalahan penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan.
3. Mendapatkan hasil akhir berupa penjadwalan pengiriman yang dilakukan oleh kurir.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat alternatif untuk menyelesaikan masalah penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*. Dengan demikian, algoritma tersebut dapat diimplementasikan ke dalam permasalahan yang sering terjadi pada proses pengiriman.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disajikan kepada para pembaca agar lebih mudah memahami isi penelitian ini. Berikut adalah garis besar metodologi penulisan penelitian ini, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka membahas hal-hal yang mendasar berisi teori-teori yang berkaitan dengan analisis metode *prediksi* dengan algoritma *Particle Swarm Optimization*

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini membahas tentang sumber data dan tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini serta gambaran umum sistem yang akan dikerjakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi analisis dan juga kerangka kerja dari hasil temuan penelitian dan merangkum gambaran umum objek penelitian dan implementasi kerangka kerja.

BAB V PENUTUP

Bagian ini merupakan akhir dari penyusunan skripsi, dimana berdasarkan gambaran yang dibicarakan, akan dinyatakan sebagai tujuan dan gagasan yang pasti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjadwalan

Penjadwalan memegang peran yang sangat penting dalam industri manufaktur dan jasa. Masalah penjadwalan merupakan masalah kombinatorial yang kompleks karena memiliki alternatif solusi yang luas dan banyak ditemukan solusi optimal (Dwimahendrawan, 2022).

Penjadwalan merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam penentuan waktu dan urutan kegiatan produksi (Khotimah dkk., 2021). Dengan adanya penjadwalan maka perusahaan akan mendapatkan gambaran mengenai kegiatan produksi yang dilaksanakan sehingga perusahaan akan dapat memperkirakan mengenai kebutuhan waktu penyelesaian produksi dan biaya yang dikeluarkan. Dengan demikian, perusahaan dapat menghindari sedini mungkin apabila selama proses produksi terjadi penyimpangan dan kesalahan dalam proses produksi maupun proses yang tidak direncanakan secara dini untuk mengurangi resiko (Fadillah, 2023).

Selanjutnya pendapat lain mengungkapkan bahwa penjadwalan merupakan kegiatan mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan (Sayuti dkk., 2020). Keterbatasan sumber daya yang dimiliki menimbulkan proses penjadwalan sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien (Christopher & Ginting, 2019). Unit-unit produksi (*resources*) dapat dimanfaatkan secara optimum dengan dilakukan pengurutan pekerjaan ini (Andreas Teddy Sirait & Rosnani Ginting, 2019).

Menurut Sidabutar dkk., (2019) penjadwalan merupakan pengaturan waktu sebuah proses organisasi, seleksi dan waktu penggunaan sumber daya yang ada menghasilkan hasil yang diharapkan dalam waktu yang diharapkan juga.

Pendapat lain juga mengungkapkan bahwa penjadwalan dapat didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk melakukan tugas-tugas tertentu dalam jangka waktu tertentu, dengan dua arti penting sebagai berikut: a) Penjadwalan merupakan fungsi yang menentukan untuk menyusun atau menetapkan jadwal; b) Penjadwalan adalah teori yang mencakup seperangkat prinsip dasar, model, teknik, dan kesimpulan logis dari proses pengambilan keputusan yang memungkinkan pemahaman tentang fungsi penjadwalan. Penjadwalan diperlukan untuk mengurangi penggunaan operator, mesin dan peralatan produksi, dan sebaliknya meningkatkan efisiensi. Hal ini sangat penting ketika mengambil keputusan dalam proses kelangsungan produksi (Gerald dkk., 2019).

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli diatas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa defenisi dari penjadwalan adalah suatu kegiatan perencanaan untuk mengalokasikan sumber daya baik mesin maupun tenaga kerja guna menjalankan sekumpulan tugas sesuai proses dalam jangka waktu tertentu.

2.1.1 Tujuan Penjadwalan

Menurut (Prisma, 2020) tujuan penjadwalan adalah untuk mencapai *trade-off* antar sasaran yang saling bertentangan, yang meliputi penggunaan yang efisien terhadap staf, peralatan, dan fasilitas secara efisien dan meminimalkan waktu

tunggu pelanggan, tingkat persediaan, dan waktu proses. Selanjutnya menurut Sidabutar dkk., (2019) beberapa tujuan yang ingin dicapai dengan dilaksanakannya penjadwalan produksi adalah: a) meningkatkan utilisasi mesin; b) menurunkan *Work in Process*; c) menyerahkan pesanan tepat waktu; d) meningkatkan keuntungan.

2.1.2 Manfaat Penjadwalan

Dalam Penjadwalan yang baik tentu saja terdapat manfaat yang menghasilkan keuntungan bagi perusahaan. Adapun manfaat penjadwalan adalah sebagai berikut:

- 1) Dengan jadwal yang efisien, perusahaan menggunakan asetnya dengan efektif dan menghasilkan kapasitas modal yang diinvestasikan menjadi lebih besar, yang sebaliknya akan mengurangi biaya.
- 2) *Scheduling* menambah kapasitas dan fleksibilitas yang terkait memberikan waktu pengiriman yang lebih cepat dan dengan demikian pelayanan kepada pelanggan menjadi baik.
- 3) Keuntungan yang ketiga dari bagusnya penjadwalan adalah keunggulan kompetitif dengan pengiriman yang bisa diandalkan (Prisma, 2020).

2.2 Defenisi Distribusi

Distribusi adalah kegiatan pemasaran yang bertujuan untuk memudahkan pengiriman produk dari produsen ke konsumen (Zulkarnaen dkk., 2020). Selanjutnya menurut Cahyadi, (2019) fungsi distribusi pada hal ini adalah untuk membentuk kegunaan dan peralihan kepemilikan daripada suatu produk. Oleh

karena itu, kegiatan pendistribusian merupakan aktivitas menciptakan nilai tambah pada barang dan jasa. Nilai tambah tersebut seperti nilai kegunaan, tempat dan waktu. Kegiatan pendistribusian menciptakan arus saluran pemasaran atau arus saluran distribusi. Pada sistem distribusi, terdapat berbagai lembaga pemasaran yang terbentuk dan adanya arus informasi.

2.3 Analisis

Analisis menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya) dan sebagainya (ALIFIA, 2024).

Analisis adalah kegiatan untuk mencari pola, atau cara berpikir berkaitan dengan pengujian secara sistematis terhadap sesuatu untuk menentukan bagian, hubungan antarbagian, serta hubungannya dengan keseluruhan (Pasha dkk., 2020).

2.4 Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Algoritma ini merupakan algoritma berbasis populasi yang mengeksplorasi individu dalam pencarian (Putro dkk., 2024). Dalam *PSO* populasi disebut swarm dan individu disebut particle. Tiap particle berpindah dengan kecepatan yang diadaptasi dari daerah pencarian dan menyimpan sebagai posisi terbaik yang pernah dicapai (Darmawan dkk., 2022).

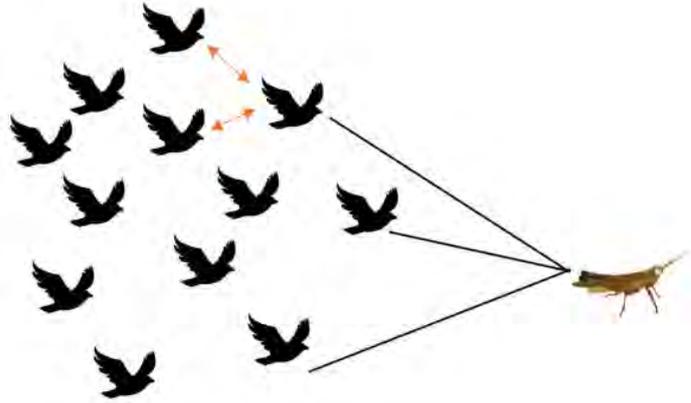
Menurut Lestari & Nasir, (2021) *PSO* adalah salah satu teknik komputer evolusioner dimana populasi *PSO* didasarkan pada algoritma pencarian dan dimulai dari populasi acak yang disebut partikel. Pendapat lain juga

mengungkapkan bahwa algoritma *PSO* diperkenalkan oleh Dr. Eberhart dan Dr. Kennedy pada tahun 1995, merupakan algoritma optimasi yang meniru proses yang terjadi dalam kehidupan populasi burung dan ikan dalam bertahan hidup. Sejak diperkenalkan pertama kali, algoritma *PSO* berkembang cukup pesat, baik dari sisi aplikasi maupun dari sisi pengembangan metode yang digunakan pada algoritma tersebut (Aeman dkk., 2021).

Algoritma *PSO* telah berkembang secara signifikan sejak diperkenalkan pertama kali, baik di aplikasi maupun di sisi pengembangan metode yang digunakan dalam algoritma. Hal ini disebabkan, karena algoritma *PSO* merupakan algoritma optimasi yang mudah dipahami, cukup sederhana, dan terbukti handal. Algoritma *PSO* bisa digunakan dalam berbagai masalah optimisasi, baik kontinyu maupun diskrit, linear dan non-linear (Ridhwan, 2021).

PSO memiliki kesamaan dengan algoritma genetika yang dimulai dengan populasi acak dalam bentuk matriks. Namun *PSO* tidak memiliki operator evolusi yaitu *crossover* dan mutasi seperti pada algoritma genetika (Juhardi dkk., 2019). Baris pada matriks disebut partikel atau dalam algoritma genetika sebagai kromosom, yang terdiri dari nilai suatu variabel. Setiap partikel berpindah dari posisi semula ke posisi yang lebih baik dengan kecepatan (Samudra, 2020).

Algoritma *PSO* dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Ilustrasi PSO dari Sekawanan Burung

Sumber: Al Falah dkk., 2021

Sejumlah burung terbang secara acak dan mencari makanan dalam suatu area yang luas. Semua burung tidak mengetahui dimana letak makanan, tetapi mereka mengetahui seberapa jauh mereka dalam setiap literasi. Ketika seekor burung mendekati target atau makanan (berdasarkan minimum atau maksimum suatu fungsi objektif) maka burung tersebut secara cepat mengirim informasi kepada burung-burung lain dalam kawanan tertentu, sehingga burung lain akan mengikuti arah menuju makanan secara tidak langsung (Aeman dkk., 2021).

Berdasarkan skenario kumpulan burung tersebut kemudian digunakan untuk memecahkan masalah optimasi. Nilai fitness disebut $Pbest$. Ketika partikel mengambil semua populasi sebagai tetangga topologinya, posisi terbaik adalah global terbaik yang disebut $Gbest$. Melalui $Pbest$ dan $Gbest$, partikel memperbarui diri untuk menghasilkan generasi berikutnya dari kawanan (Febrianti dkk., 2022).

2.4.1 Langkah-Langkah Algoritma PSO

Langkah-langkah algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)* dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Inisialisasi nilai posisi awal partikel dan membangkitkan kecepatan secara random. Setiap inisialisasi partikel, populasi awal (x) dibangkitkan berupa matriks partikel dikali dengan dimensi. Pembangkitan nilai kecepatan awal v_1 memiliki ukuran yang sama yaitu di atur sama dengan 0.
2. Evaluasi nilai fungsi tujuan untuk setiap partikel ((x_i^k)) dengan cara membandingkan nilai fitness.
3. Menentukan $Pbest$ dan $Gbest$ awal. Fitness terbaik untuk setiap individu ($Pbest$) adalah nilai ((x_{ik})) itu sendiri dimana $Pbest_i = (x_{ik})$. Sementara nilai fitness $Gbest$ adalah nilai minimum dari $Pbest$.
4. Memperbarui kecepatan (v_i^k) dan posisi partikel dari penjumlahan momentum dan pengalaman yang diambil dari $Gbest$ dan $Pbest$. Momentum didapatkan dengan cara mengkalikan bobot inersia dan kecepatan sebelumnya. Untuk menentukan nilai kecepatan yang diperbarui dapat dilihat dari persamaan sebagai berikut:

$$v_i^{k+1} = wv_i^k + c_1u_i(Pbest_i - x_i^k) + c_2u_i(Gbest_i - x_i^k) \quad 2.1$$

u_i = Nilai random pada interval

x_i^k = Posisi dimensi ke- i pada iterasi ke- k

$Pbest_i$ = Nilai $Pbest$ pada dimensi ke- I

$Gbest_i$ = Nilai $Gbest$ pada dimensi ke- i

Dimana fungsi perbarui bobot inersia:

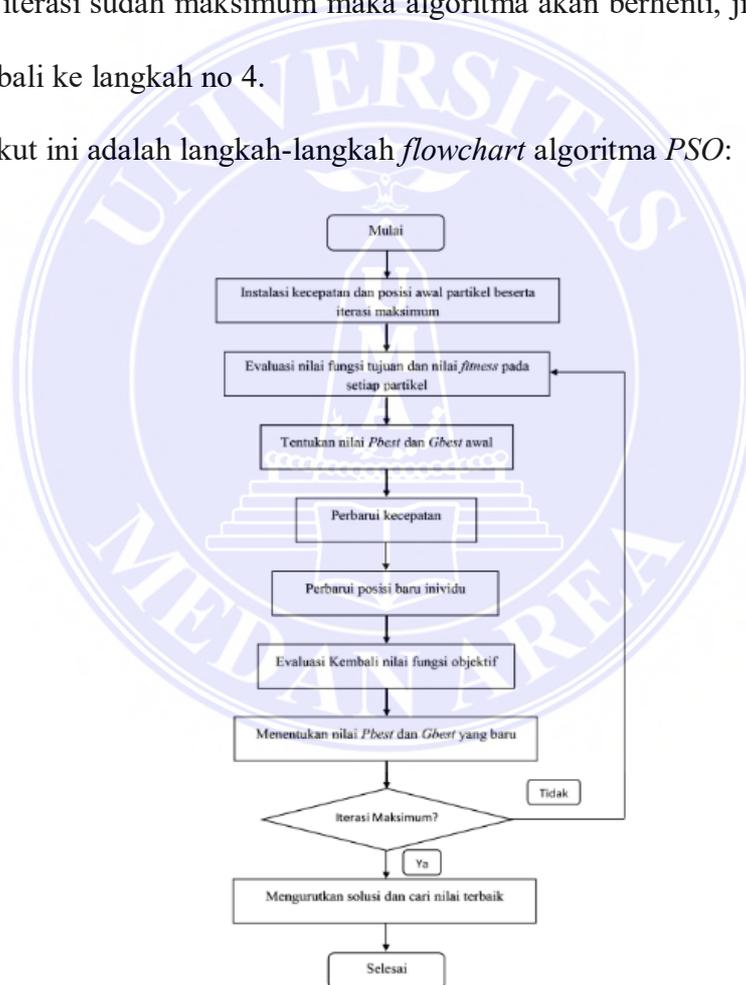
$$w = w_{max} - \frac{iterasi \cdot (w_{max} - w_{min})}{Maksimum\ iterasi} \quad 2.2$$

Perbarui posisi individu dengan persamaan:

$$X_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1} \quad 2.3$$

5. Evaluasi kembali $f(x_i^k)$, jika $f(x_i^k) \leq f(P\ best_i)$ maka $P\ best_i = x_i^k$, setelah mendapatkan $P\ best_i$ baru, maka didapatkan $f(P\ best_i)$ baru.
6. Jika iterasi sudah maksimum maka algoritma akan berhenti, jika belum, maka kembali ke langkah no 4.

Berikut ini adalah langkah-langkah *flowchart* algoritma *PSO*:



Gambar 2. 2 Flowchart Algoritma PSO

Sumber: Al Falah, 2021.

2.5 Penelitian Terdahulu

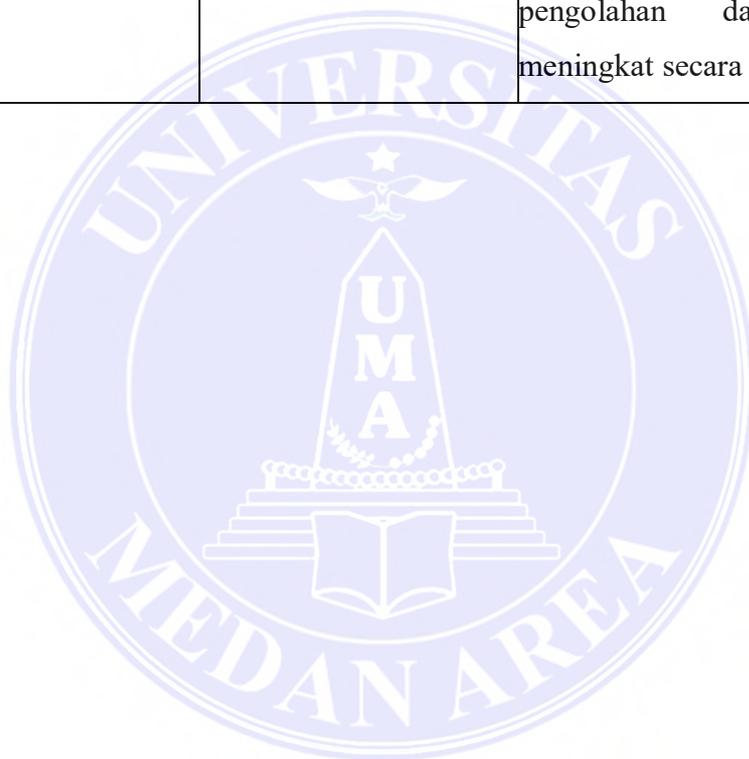
Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan algoritma *PSO* dan penggunaannya untuk tujuan penjadwalan objek tertentu. Penelitian-penelitian ini dijadikan sebagai referensi bagi penelitian ini dalam hal pemanfaatan atau penerapan algoritma *PSO* untuk penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan. Adapun penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Topik	Hasil
1.	Obit Ahmad Al Falah (2021)	Penggunaan Algoritma Particle Swarm Optimization Pada Pendugaan Parameter Distribusi Gamma Dua Parameter.	Berdasarkan hasil yang didapatkan dari data yang digunakan, PSO mendapatkan hasil yang mendekati hasil dari metode Newton-Raphson. Sehingga algoritma PSO efektif digunakan untuk melakukan pendugaan parameter distribusi gamma dua parameter.
2.	Rizki Habibi, Arie Candra Panjaitan, M. Huda Firdaus (2021).	Minimasi Makespan Pada Persoalan Penjadwalan Ordered Flowshop Menggunakan PSO.	Makespan minimum diperoleh sebagai hasil penjadwalan dengan PSO yang prosesnya berhenti pada n iterasi tertentu ketika dalam 10 iterasi terakhir tidak lagi terdapat perubahan nilai makespan yang lebih baik. Kinerja algoritma PSO efisien pada penjadwalan ordered flowshop dengan penggunaan

			iterasi yang terbanyak adalah 19 iterasi dan waktu eksekusi terlama yaitu selama 28.42 detik atau kurang dari setengah menit yaitu pada penjadwalan instance dengan ukuran jumlah mesin dan pekerjaan yang terbesar.
3.	Reynaldo & Prayogo (2022)	Usulan penjadwalan pekerjaan menggunakan metode Genetic Particle Swarm Optimization Algorithm (PSO-ga) untuk meminimalisir gap di PT. Kevindo Karya Baja.	Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa algoritma PSO mampu menyederhanakan dan juga mengurangi waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk merencanakan penjadwalan secara optimal.
4	Daniel Jeriko Panjaitan (2022)	Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Web menggunakan Algoritma Genetika pada SMK Negeri 3 Medan.	Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan MySQL untuk databasenya dengan bantuan <i>framework codeigneter</i> yaitu untuk mempermudah pembuatan website. Setelah implementasi selesai, hasilnya adalah memberikan laporan yang efektif kepada pihak sekolah.
5	Ridwan Aziz Muttaqin (2019)	Perancangan Sistem Informasi Distribusi Barang Pada CV. Putra Padjajaran	Metode yang mana digunakan pada proyek terakhir ini ada air terjun. Perubahan hidup adalah sebuah analisis membutuhkan, desain

		<p>sistem dan Perangkat lunak, paksaan dan tes unit sistem Informasi distribusi barang yang digunakan untuk lakukan saja untuk karyawan pemantauan kegiatan distribusi. Sistem informasi distribusi barang yang digunakan untuk melakukan pengolahan data distribusi meningkat secara efisien.</p>
--	--	--



BAB III

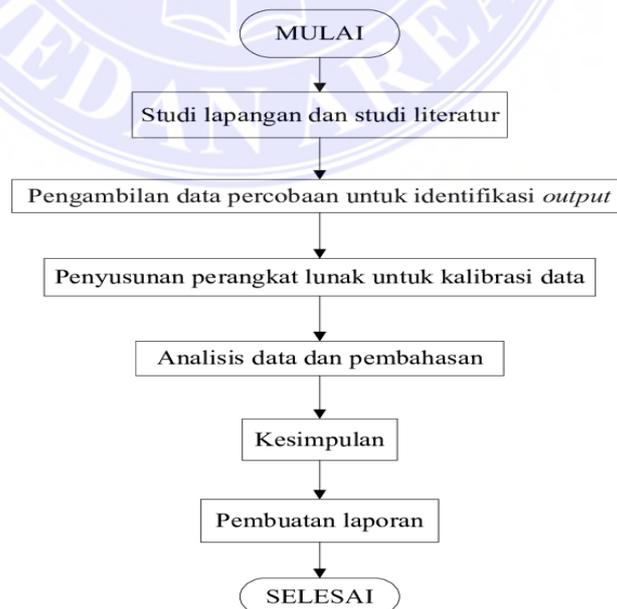
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Enseval putera Megatrading Pekanbaru yang beralamatkan di Jalan Bukit Barisan 1, RT. 001 RW. 007, No. 3 Tampan, Pekanbaru, Riau Tengkreng Timur, Tenayan Raya, Pekanbaru, Riau 28131. Penelitian ini dilakukan pada Tahun 2023.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan prosedur kerja yang meliputi beberapa prosedur yang di mulai dengan melakukan persiapan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data serta pengambilan keputusan data (analisa atau hasil) untuk lebih jelas, berikut ini tahapan penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Penelitian

Keterangan alur metode penelitian pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai

Penelitian dimulai dengan langkah persiapan dan perencanaan.

2. Studi lapangan dan studi literatur

Tahap ini melibatkan pengumpulan informasi dan data dari lapangan serta studi literatur terkait dengan distribusi pengiriman obat-obatan dan algoritma *PSO*. Studi literatur mencakup penelitian sebelumnya, teori, dan metode yang relevan.

3. Pengambilan data percobaan untuk identifikasi output

Data percobaan diambil untuk mengidentifikasi variabel *output* yang relevan dalam penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan. Data ini mencakup informasi seperti waktu pengiriman, kuantitas obat, rute distribusi, dan parameter lain yang diperlukan untuk model *PSO*.

4. Penyusunan perangkat lunak untuk kalibrasi data

Pada tahap ini, perangkat lunak dikembangkan untuk memproses dan mengkalibrasi data yang telah diambil. Perangkat lunak ini akan digunakan untuk mengimplementasikan algoritma *PSO* dalam penjadwalan distribusi.

5. Analisis data dan pembahasan

Data yang telah dikalibrasi dianalisis menggunakan algoritma *PSO*. Hasil analisis kemudian dibahas untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan yang dihasilkan oleh algoritma *PSO*.

6. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, kesimpulan ditarik mengenai keberhasilan dan manfaat penggunaan algoritma *PSO* dalam penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan.

7. Pembuatan laporan

Laporan penelitian disusun yang mencakup seluruh tahapan penelitian, analisis, hasil, dan kesimpulan. Laporan ini akan menjadi dokumentasi resmi dari penelitian yang telah dilakukan.

8. Selesai

Penelitian berakhir setelah laporan selesai dibuat dan disusun dengan baik.

a. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Kuswanto, (2020) data primer merupakan data yang diperoleh ataupun dikumpulkan langsung dari lapangan oleh si peneliti dari orang yang bersangkutan.

Data primer biasanya dalam bentuk mentah lengkap dan harus kembali bekerja. Namun, peneliti biasanya lebih tepat saat mengumpulkan data yang diperlukan karena mereka mencarinya disumber utama (Zakariahetal.,2020). Oleh karena itu, peneliti dapat menyesuaikan pemilihan sumber untuk memungkinkan mereka melakukan hal ini dapatkan informasi yang anda butuhkan (Zakariah dkk., 2020).

Berikut ini contoh data penjadwalan pengiriman obat-obatan pada PT. Enseval Putera Megatrading.

Tabel 3. 1 Penjadwalan pengiriman obat-obatan

Chec Ker	Name	Tgl Dokumen	Costumer	Ship To	Addres	Plan Koter
61236	M. Rizal Kurniawan	26-MAY-2023	1069563	Pkb-Ap. Shakira	368975 1	Jl.Suka Karya Komp.Graha Rawa Bangun Pekanbaru
54095	Yusuf Mustafa	27-MAY-2023	1575265	Pkb-Ap. Keluarga	426903 1	Jl. Hr Subrantas No. 297b Rt. 001 Rw. 003, Sidomulyo Barat,Tampan Pekanbaru
61236	M. Rizal Kurniawan	27-MAY-2023	1156190	Pkb-Pt. Keluarga Sukses Mulia	379859 5	Jl. Hr. Soebrantas No. 297 Rt. 005 Rw. 004 Sidomulyo Barat Tampan Kota Pekanbaru
35679	Janrizal	27-MAY-2023	1575265	Pkb-Ap. Keluarga	426903 1	Jl. Hr Subrantas No. 297b Rt. 001 Rw. 003, Sidomulyo Barat,Tampan Pekanbaru
61236	M. Rizal Kurniawan	27-May-2023	1575265	Pkb-Ap. Keluarga	426903 1	Jl. Hr Subrantas No. 297b Rt. 001

	wan					Rw. 003, Sidomulyo Barat,Tampan Pekanbaru
35679	Janriza 1	27-May- 2023	1575265	Pkb-Ap. Keluarg a	426903 1	Jl. Hr Subrantas No. 297b Rt. 001 Rw. 003, Sidomulyo Barat,Tampan Pekanbaru
61236	M. Rizal Kurnia wan	27-May- 2023	1156190	Pkb-Pt. Keluarg a Sukses Mulia	379859 5	Jl. Hr. Soebrantas No. 297 Rt. 005 Rw. 004 Sidomulyo Barat Tampan Kota Pekanbaru
54095	Yusuf Mustaf a	27-May- 2023	1156190	Pkb-Pt. Keluarg a Sukses Mulia	379859 5	Jl. Hr. Soebrantas No. 297 Rt. 005 Rw. 004 Sidomulyo Barat Tampan Kota Pekanbaru
35679	Janriza 1	27-May- 2023	1156190	Pkb-Pt. Keluarg a Sukses Mulia	379859 5	Jl. Hr. Soebrantas No. 297 Rt. 005 Rw. 004 Sidomulyo

						Barat Tampan Kota Pekanbaru
35679	Janriza 1	27-May- 2023	1156190	Pkb-Pt. Keluarg a Sukses Mulia	379859 5	Jl. Hr. Soebrantas No. 297 Rt. 005 Rw. 004 Sidomulyo Barat Tampan Kota Pekanbaru

Sumber : PT. Enseval putera Megatrading Pekanbaru

b. Alat dan Bahan Penelitian

Tahapan dalam menyelesaikan perancangan tentu membutuhkan alat maupun sistem pendukung. Berikut ini adalah alat dan sistem yang dipakai dalam melakukan penelitian ini.

- **Perangkat Keras (*Hardware*)**

Perangkat keras merupakan komponen-komponen yang akan digunakan untuk penerapan metode dalam melakukan analisis. Berikut ini merupakan perangkat keras yang akan dipakai beserta spesifikasinya, sebagai berikut:

Laptop : ASUS X441N

Processor : Intel 2Core N3350

Memory : 2 GB

HDD : 500 GB

- **Perangkat Lunak (*Software*)**

Perangkat lunak adalah kumpulan perintah yang dijalankan oleh program untuk menjalankan komputer atau alat. Maka dari itu, perangkat lunak yang akan dipakai untuk membuat rancangan program analisis ini, adalah sebagai berikut:

- 1) *Microsoft Excel*
- 2) *Google Colab*
- 3) *Python 3.11*
- 4) *Windows 11*

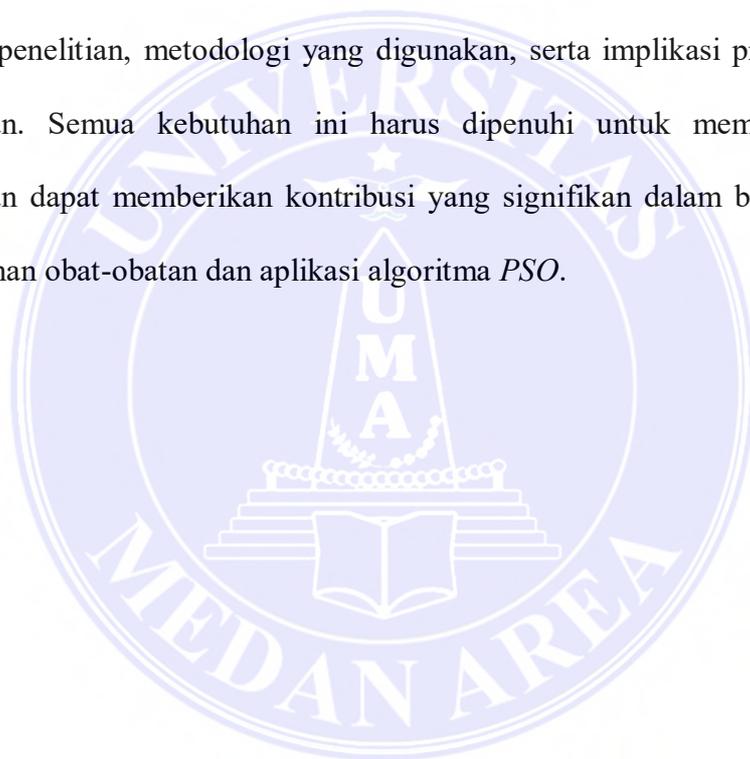
c. Analisis Kebutuhan Perancangan

Dalam perancangan penelitian "Analisis Penjadwalan Distribusi Pengiriman Obat-obatan Menggunakan Algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*," beberapa kebutuhan utama harus dipenuhi untuk memastikan hasil yang akurat dan efektif. Pertama, diperlukan pemahaman mendalam tentang distribusi pengiriman obat-obatan, termasuk faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pengiriman, rute optimal, dan kebutuhan penyimpanan. Studi literatur yang komprehensif diperlukan untuk mengidentifikasi metode-metode yang telah digunakan sebelumnya dan menemukan celah penelitian yang dapat diisi oleh penggunaan *PSO*. Selanjutnya, pengumpulan data percobaan menjadi krusial; data ini mencakup informasi logistik, seperti jumlah obat yang dikirim, frekuensi pengiriman, tujuan, dan kondisi perjalanan.

Perangkat lunak harus dirancang untuk mengimplementasikan algoritma *PSO*, yang memerlukan pemahaman tentang pemrograman dan pengoptimalan. Algoritma harus dikalibrasi dengan baik agar dapat menangani variabilitas dalam data pengiriman dan menghasilkan solusi penjadwalan yang optimal. Selain itu,

perlu ada mekanisme untuk menguji dan memvalidasi model yang dikembangkan, memastikan bahwa algoritma bekerja dengan benar dalam berbagai skenario distribusi.

Analisis data yang kuat diperlukan untuk mengevaluasi kinerja algoritma *PSO* dibandingkan dengan metode penjadwalan lainnya. Hal ini mencakup pengukuran efisiensi waktu, biaya, dan kehandalan pengiriman. Terakhir, dokumentasi dan pelaporan yang rinci harus disiapkan untuk mengkomunikasikan temuan penelitian, metodologi yang digunakan, serta implikasi praktis dari hasil penelitian. Semua kebutuhan ini harus dipenuhi untuk memastikan bahwa penelitian dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang distribusi pengiriman obat-obatan dan aplikasi algoritma *PSO*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses pengiriman barang oleh kurir di beberapa rute berbeda memiliki karakteristik dan pola yang unik. Setiap kurir mengikuti jalur yang ditentukan berdasarkan lokasi farmasi dan rumah sakit dengan koordinat longitude dan latitude tertentu. Perbedaan rute ini memberikan variasi dalam hal jarak tempuh dan efisiensi waktu. Dari analisis rute yang ditempuh oleh kurir, terlihat bahwa kurir yang menempuh jalur lebih terfokus dan dekat cenderung memiliki waktu pengiriman yang lebih singkat dibandingkan dengan kurir yang melalui rute yang lebih tersebar. Misalnya, rute kurir RISKI yang cenderung lebih pendek dan fokus pada titik-titik yang lebih berdekatan menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan rute AMAL dan DONI yang mencakup area lebih luas. yang tersebar dan tidak optimal berpotensi meningkatkan waktu pengiriman dan biaya operasional. Kurir yang menempuh jarak lebih jauh dengan tujuan yang tersebar membutuhkan waktu dan sumber daya yang lebih besar dibandingkan dengan rute yang lebih efisien.

Penggunaan Algoritma *PSO* pada penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)* dapat digunakan secara efektif dalam penjadwalan distribusi pengiriman obat-obatan. Dengan algoritma ini, total jarak tempuh pengiriman dapat diminimalkan dan memberikan solusi optimal dalam beberapa iterasi.

Penerapan berbasis *web* yang dikembangkan dalam penelitian ini memungkinkan pelaksanaan penjadwalan pengiriman secara otomatis, yang diharapkan mempermudah proses distribusi obat dan meningkatkan efisiensi dalam operasional distribusi.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh peneliti demi kelanjutan dan pengembangan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya dapat mempertimbangkan untuk melakukan eksperimen lanjutan dengan menyesuaikan parameter-parameter dalam algoritma PSO, seperti jumlah partikel dan koefisien pembelajaran, guna mendapatkan distribusi beban tugas yang lebih merata antar kurir.
2. Perlu dikembangkan model penjadwalan yang lebih dinamis dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti waktu pengiriman, prioritas pengiriman, kondisi lalu lintas, dan urgensi pesanan sehingga sistem dapat lebih fleksibel dan responsif terhadap perubahan situasi di lapangan.
3. Tambahkan lebih banyak kurir untuk mempercepat proses distribusi obat-obatan.
4. Integrasikan system *GPS real-time* agar rute pengiriman bisa lebih akurat dan efisien.
5. Lakukan evaluasi rutin untuk memastikan algoritma PSO terus memberikan hasil optimal dalam berbagai situasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeman, M. I., Latuconsina, R., & Setianingsih, C. (2021). Sistem Penjadwalan Anggota Pada Aplikasi Event Management Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization Berbasis Web. *EProceedings of Engineering*, 8(5).
- ALIFIA, H. N. (2024). *ANALISIS KEMAMPUAN PENALARAN ADAPTIF MATEMATIS DALAM MENYELESAIKAN SOAL HOTS DITINJAU DARI ADVERSITY QUOTIENT (AQ)*. Universitas Siliwangi.
- Andreas Teddy Sirait, & Rosnani Ginting. (2019). Penjadwalan Produksi Flowshop Dengan Menggunakan Metode Tabu Search Di PT. Jaya Beton Indonesia. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.745>
- Astuti, T., & Astuti, Y. (2022). Analisis Sentimen Review Produk Skincare Dengan Naive Bayes Classifier Berbasis Particle Swarm Optimization (PSO). *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 6(4), 1806–1815.
- Batoebara, M. U. (2020). *Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. Undhar Press.
- Cahyadi, R. (2019). *KOLABORASI ALGORITMA HARMONY SEARCH DENGAN SIMPLE ADDITIVE WEIGHT PENENTUAN DISTRIBUSI MAKANAN RINGAN (STUDY KASUS UKM SAHARA KAB. BANTUL)*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Christopher, W., & Ginting, R. (2019). Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Bee Colony Optimization. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3).
- Darmawan, R., Surahmat, A., & others. (2022). Optimalisasi Support Vector Machine (SVM) Berbasis Particle Swarm Optimization (PSO) Pada Analisis Sentimen Terhadap Official Account Ruang Guru di Twitter. *Jurnal Kajian Ilmiah*, 22(2), 143–152.
- Detia Wilian Refindani, D. W. R., Elita Yulianti Sembiring, E. Y. S., ELLA GUSTINA YANTI, E. G. Y., & Eza Permata Sari, E. P. S. (2022). *LAPORAN PRAKTEK KERJA PROFESI APOTEKER BIDANG PEDAGANG BESAR FARMASI (PBF) PT. LIMA JAYA FARMATAMA*.

Universitas perintis indonesia.

Dila Farisa, D. F., Dina Safira, D. S., Gita Florida, G. F., Umami Isnaini, U. I., Vera Tri Andalusi, V. T. A., & Winda Tri Andini, W. T. A. (2022). *LAPORAN AKHIR PRAKTEK KERJA PROFESI APOTEKER (PKPA) APOTEK WD FARMA*. UPERTIS.

Fadillah, M. D. (2023). *Analisis Penjadwalan Produk Aquascape Pada Nickz Aquascape Di Tangerang Selatan*. UPN Veteran Jawa Timur.

Fauzi, A. A., Kom, S., Kom, M., Budi Harto, S. E., Mm, P. I. A., Mulyanto, M. E., Dulame, I. M., Pramuditha, P., Sudipa, I. G. I., Kom, S., & others. (2023). *Pemanfaatan Teknologi Informasi di Berbagai Sektor Pada Masa Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

FEBRIANTI, V., Rini, D. P., & Rodiah, D. (2022). *PREDIKSI JUMLAH PENDUDUK DI SUMATRA SELATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY TIME SERIES DAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*. Sriwijaya University.

Gerald, J., Suhada, K., & Liputra, D. T. (2019). Usulan Algoritma Penjadwalan Pengiriman Produk Di PT Ultra Jaya Milk Industry \& Trading Company Tbk. *Journal of Integrated System*, 2(1), 1–20.

Juhardi, U., & others. (2019). Optimalisasi Penjualan Motor Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). *Jurnal Media Infotama*, 15(2).

Khotimah, I., Wijayanti, H., & Setyaningsih, S. (2021). Penjadwalan Integer Linear Programming pada Penjadwalan Produksi Tipe Flowshop dan Program Optimasi Waktu dengan Metode Branch and Bound. *JMT: Jurnal Matematika Dan Terapan*, 3(1), 44–51.

Kurniawan, I. (2022). *Analisis Sentimen Vaksin Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Algoritma Naive Bayes Berbasis Particle Swarm Optimization*. Universitas Hasanuddin.

Kuswanto, J. (2020). Upaya Meningkatkan Kinerja Guru Dengan Mengimplementasikan Construction Supervision Di SMK PP Negeri Jambi. *EDU RESEARCH*, 1(3), 51–59.

Lestari, D., & Nasir, M. (2021). Penerapan Metode C4.5 Berbasis Particle Swarm

- Optimization Untuk Memprediksi Penjualan Obat Pada Apotek Bunda Azka. *Jurnal Pengembangan Sistem Informasi Dan Informatika*, 2(3), 174–187. <https://doi.org/10.47747/jpsii.v2i3.554>
- Lestari, P., Hasibuan, A., & Harahap, B. (2022). Analisis Penentuan Rute Distribusi menggunakan Metode Nearest Neighbor di PT Medan Juta Rasa Tanjung Morawa. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 1(1), 26–32.
- Maulana, A., Nugroho, A., & Romli, I. (2021). Optimalisasi Support Vector Machine Menggunakan Particle Swarm Optimization Untuk Mendiagnosa Penyakit Kanker Payudara. *Journal of Practical Computer Science*, 1(2), 1–11.
- Musyarofah, M., Fajarini, H., Balfas, R. F., & Dence, E. (2021). Pengaruh Implementasi Pelayanan Informasi Obat Terhadap Tingkat Kepuasan Pasien Di Apotek. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal Of Pharmacy UMUS*, 2(02), 1–9.
- Norma Sari, S. H. (2021). *Perlindungan Konsumen Obat: Tinjauan Umum Peraturan Perundang-undangan di Indonesia*. UAD PRESS.
- Nurchayyo, H. (2022). *Farmasetika: Dasar Terapan (Vol. 1)*. Zahira Media Publisher.
- Pasha, D., thyo Priandika, A., & Indonesian, Y. (2020). Analisis Tata Kelola It Dengan Domain Dss Pada Instansi Xyz Menggunakan Cobit 5. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, 1(1), 7–12.
- Prisma, R. (2020). *Prosedur Pembuatan Schedule Kedatangan dan Keberangkatan Kapal Container pada PT. Salam Pacific Indonesia Lines Jakarta*. Karya Tulis.
- Putro, D. P., Suryani, P. E., & Wahyusari, R. (2024). Application of a Combination of Genetic Algorithm (GA) and Bees Algorithm (BA) for Scheduling Practical Courses. *JIIFKOM (Jurnal Ilmiah Informatika Dan Komputer)*, 3(2), 27–33.
- Rathomi, M. R., Ritha, N., & Chahyadi, F. (2019). Implementasi Paralel PSO dalam Melatih JST untuk Memprediksi Ketinggian Gelombang Laut. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 8(2), 91–96.

- Reynaldo, A. M. J., & Prayogo, D. (2022). PENERAPAN MULTI-OBJECTIVE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK OPTIMASI FINANCE-BASED SCHEDULING PADA PROYEK SOHO X DI SURABAYA. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 9(1), 18–29.
- Ridhwan, M. (2021). *Optimal Reactive Power Dispatch (ORPD) Menggunakan Particle Swarm Optimization Based On Individual Difference Evolution Algorithm (IDE-PSO)*. UNIVERSITAS HASANUDDIN.
- Salmiah, S., Fajrillah, F., Sudirman, A., Siregar, M. N. H., Simarmata, J., Suleman, A. R., Saragih, L. M., Hasibuan, A., Sudarso, A., Hasibuan, A. F. H., & others. (2020). *Online Marketing*. Yayasan Kita Menulis.
- Samudra, A. P. D. (2020). *Algoritma particle swarm optimization untuk pembangkitan data test secara otomatis pada pengujian perangkat lunak*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sangadji, E. M., & others. (2022). *Salesmanship (kepenjualan)*. Bumi Aksara.
- Sayuti, M., Lambas, A., & others. (2020). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Di Pt. Xyz). *Industry Xplore*, 5(2), 69–77.
- Sidabutar, S. N. S., Amin, M., & Putri, A. (2019). Penjadwalan Operasi Mesin Produksi Dengan Metode CDS (Campbell Dudek Smith) Di PT Tjokro Bersaudara Balikpapanindo. *Proton*, 11(2), 53–61.
- SUDJITO, H. W., & others. (2021). *PENGARUH EFEKTIFITAS KERJA TERHADAP KELANCARAN DAN KETEPATAN WAKTU PROYEK SERTA BIAYA YANG DIKELUARKAN PT. PRAMBANAN DWIPAKA*. Universitas Narotama.
- Warkianto Widjaja, M. T., Abdul Munim, S. E., Sutaguna, I. N. T., Par, S. S. T., Par, M., Aghivirwiati, G. A., SH, M. M., Khasanah, S. P., Kom, M., Dhiana Ekowati, S. E., & others. (2022). *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. H. M. (2020). *METODOLOGI PENELITIAN KUALITATIF, KUANTITATIF, ACTION RESEARCH, RESEARCH AND DEVELOPMENT (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.

Zamzami, F., Nusa, N. D., & Faiz, I. A. (2021). *Sistem Informasi Akuntansi*. Ugm Press.

Zulkarnaen, W., Fitriani, I. D., & Yuningsih, N. (2020). Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human Resources Competency Development Di KPU Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 222–243.



Lampiran 2. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian

PT. Enseval Putera Megatrading Pekanbaru

Alamat : Jln. Bukit Barisan 1, RT.001 RW 007, No. 3 Tampan Pekanbaru Riau
Email :- Telp/No. :-

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

Nomor 652/FT.6/01.10/VIII/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama *Anggiat Martuah Haloho*
Jabatan *Kepala Ekspedisi*
Alamat Jln. Bukit Barisan 1, RT.001 RW. 007, No. 3 Tampan Pekanbaru Riau

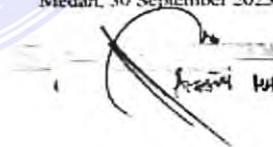
Dengan ini menyatakan bahwa Mahasiswa yang beridentitas

Nama Rendy Erwando Saragih Sumbayak
NIM 198160049
Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik
Universitas Universitas Medan Area

Telah selesai melakukan penelitian di PT. Enseval Putera Megatrading Pekanbaru, Jln. Bukit Barisan 1, RT.001 RW 007, No. 3 Tampan Pekanbaru Riau selama 30 hari terhitung mulai tanggal 30 Agustus 2023 s/d 30 September 2023 untuk memperoleh data dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul "ANALISIS PENJADWALAN DISTRIBUSI PENGIRIMAN OBAT-OBATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)".

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sepenuhnya.

Medan, 30 September 2023



Lampiran 3. Hasil Bebas Turnitin

PAPER NAME	AUTHOR
SKRIPSI RENDY ERVANDO SUMBAYAK_ UpzL70C1sXwewwecdLvUHImMkw7Yvk ZTLpADXJzB.pdf	RENDY ERVANDO SARAGIH SUMBAYAK

WORD COUNT	CHARACTER COUNT
6133 Words	37235 Characters

PAGE COUNT	FILE SIZE
37 Pages	1.0MB

SUBMISSION DATE	REPORT DATE
Oct 10, 2024 3:18 PM GMT+7	Oct 10, 2024 3:19 PM GMT+7

● **21% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 21% Internet database
- 5% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 10% Submitted Works database

● **Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Cited material
- Abstract
- Small Matches (Less than 15 words)

Lampiran 4. Coding Rute Kurir dan Jarak

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Data
couriers = ["AMAL", "DONI", "RISKI"]
destinations = ["PKB-PT. KELUARGA SUKSES MULIA", "PKB-AP. ASEAN 123", "PKB-AP. KLINIK UTAMA PURI CLINIC", "PKB-AP. RAYYANKA", "PKB-AP. MAJDIRI JAYA", "PKB-RS. AL
distances = [30, 23, 25, 28, 32, 31, 27, 29]

# Example coordinates for destinations (x, y) for visualization
coordinates = {
    "PKB-PT. KELUARGA SUKSES MULIA": (47.8, 51.7),
    "PKB-AP. ASEAN 123": (51.3, 21.1),
    "PKB-AP. KLINIK UTAMA PURI CLINIC": (50.5, 41.0),
    "PKB-AP. RAYYANKA": (54.1, 25.8),
    "PKB-AP. MAJDIRI JAYA": (50.3, 37.8),
    "PKB-RS. AMAL BROS PANAM": (51.1, 21.4),
    "PKB-AP. DEAN TIGANO": (32.0, 16.9),
    "PKB-AP. MAMA": (32.3, 21.9),
    "PKB-AP. KASIH": (50.2, 24.9),
    "PKB-AP. HIDRAH MULIA": (13.5, 16.1)
}

# Distance matrix (example: symmetric matrix for distances between destinations)
distance_matrix = np.array([
    [0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70], # distances from destination 0
    [10, 0, 15, 25, 35, 45, 55, 65], # distances from destination 1
    [20, 15, 0, 20, 30, 40, 50, 60], # distances from destination 2
    [30, 25, 20, 0, 15, 25, 35, 45], # distances from destination 3
    [40, 35, 30, 15, 0, 20, 30, 40], # distances from destination 4
    [50, 45, 40, 25, 20, 0, 10, 20], # distances from destination 5
])
    
```

```

# Distance matrix (example: symmetric matrix for distances between destinations)
distance_matrix = np.array([
    [0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70], # distances from destination 0
    [10, 0, 15, 25, 35, 45, 55, 65], # distances from destination 1
    [20, 15, 0, 20, 30, 40, 50, 60], # distances from destination 2
    [30, 25, 20, 0, 15, 25, 35, 45], # distances from destination 3
    [40, 35, 30, 15, 0, 20, 30, 40], # distances from destination 4
    [50, 45, 40, 25, 20, 0, 10, 20], # distances from destination 5
    [60, 55, 50, 35, 30, 10, 0, 10], # distances from destination 6
    [70, 65, 60, 45, 40, 20, 10, 0], # distances from destination 7
])

num_couriers = len(couriers)
num_destinations = len(destinations)
num_particles = 20
num_iterations = 100
w = 0.5 # Inertia weight
c1 = 1.0 # Cognitive coefficient
c2 = 1.0 # Social coefficient

# Initialize particles and velocities
particles = np.random.randint(0, num_couriers, size=(num_particles, num_destinations))
velocities = np.zeros_like(particles)

# Define objective function
def objective_function(schedule):
    total_distance = 0
    # Calculate distance for each courier
    for i in range(num_couriers):
        courier_destinations = np.where(schedule == i)[0]
    
```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSnxK5b10T9Sq_9edhVniylrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
RAM Disk Gemini
# Define objective function
def objective_function(schedule):
    total_distance = 0
    # Calculate distance for each courier
    for i in range(num_couriers):
        courier_destinations = np.where(schedule == i)[0]
        if len(courier_destinations) > 1:
            for j in range(len(courier_destinations) - 1):
                dest1 = courier_destinations[j]
                dest2 = courier_destinations[j + 1]
                total_distance += distance_matrix[dest1][dest2]

    # Calculate penalty for imbalance in the number of destinations
    max_destinations = np.max([np.sum(schedule == i) for i in range(num_couriers)])
    min_destinations = np.min([np.sum(schedule == i) for i in range(num_couriers)])
    balance_penalty = num_destinations * abs(max_destinations - min_destinations) * 10 # Adjust penalty weight as needed

    return total_distance + balance_penalty

# Define a function to get the delivery info for each courier
def get_courier_info(schedule):
    courier_info = {courier: {'destinations': [], 'distances': [], 'total_distance': 0} for courier in couriers}

    for i in range(num_destinations):
        courier_id = schedule[i]
        courier_info[couriers[courier_id]]['destinations'].append(destinations[i])

    # Calculate distance from office (assuming office is destination 0)
    if len(courier_info[couriers[courier_id]]['destinations']) == 1:
        office_distance = distance_matrix[0][i]

```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSnxK5b10T9Sq_9edhVniylrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
RAM Disk Gemini
# Define a function to get the delivery info for each courier
def get_courier_info(schedule):
    courier_info = {courier: {'destinations': [], 'distances': [], 'total_distance': 0} for courier in couriers}

    for i in range(num_destinations):
        courier_id = schedule[i]
        courier_info[couriers[courier_id]]['destinations'].append(destinations[i])

    # Calculate distance from office (assuming office is destination 0)
    if len(courier_info[couriers[courier_id]]['destinations']) == 1:
        office_distance = distance_matrix[0][i]
        courier_info[couriers[courier_id]]['distances'].append(office_distance)
        courier_info[couriers[courier_id]]['total_distance'] += office_distance
    else:
        prev_dest = destinations.index(courier_info[couriers[courier_id]]['destinations'][-2])
        curr_dest = destinations.index(destinations[i])
        distance = distance_matrix[prev_dest][curr_dest]
        courier_info[couriers[courier_id]]['distances'].append(distance)
        courier_info[couriers[courier_id]]['total_distance'] += distance

    # Also add distance from last destination back to office
    for courier in courier_info:
        last_dest = courier_info[courier]['destinations'][-1]
        last_dest_index = destinations.index(last_dest)
        back_to_office_distance = distance_matrix[last_dest_index][0] # Distance back to office
        courier_info[courier]['distances'].append(back_to_office_distance)
        courier_info[courier]['total_distance'] += back_to_office_distance

    return courier_info

```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSnx5b10T9Sq_9edhVniyrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
# Initialize best positions
personal_best_positions = np.copy(particles)
personal_best_scores = np.array([objective_function(p) for p in personal_best_positions])
global_best_position = personal_best_positions[np.argmin(personal_best_scores)]
global_best_score = min(personal_best_scores)

# PSO Algorithm
for iteration in range(num_iterations):
    for i in range(num_particles):
        # Update velocity and position
        r1 = np.random.rand(num_destinations)
        r2 = np.random.rand(num_destinations)
        velocities[i] = (w * velocities[i] +
                        c1 * r1 * (personal_best_positions[i] - particles[i]) +
                        c2 * r2 * (global_best_position - particles[i]))
        particles[i] = np.clip(particles[i] + velocities[i], 0, num_couriers - 1).astype(int)

        # Evaluate and update personal best
        current_score = objective_function(particles[i])
        if current_score < personal_best_scores[i]:
            personal_best_scores[i] = current_score
            personal_best_positions[i] = np.copy(particles[i])

    # Update global best
    min_score_index = np.argmin(personal_best_scores)
    if personal_best_scores[min_score_index] < global_best_score:
        global_best_score = personal_best_scores[min_score_index]
        global_best_position = np.copy(personal_best_positions[min_score_index])

    print(f"Iteration {iteration + 1}/{num_iterations}, Best Score: {global_best_score}")
    
```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSnx5b10T9Sq_9edhVniyrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
# Update global best
min_score_index = np.argmin(personal_best_scores)
if personal_best_scores[min_score_index] < global_best_score:
    global_best_score = personal_best_scores[min_score_index]
    global_best_position = np.copy(personal_best_positions[min_score_index])

    print(f"Iteration {iteration + 1}/{num_iterations}, Best Score: {global_best_score}")

# Output the best schedule
courier_info = get_courier_info(global_best_position)
print("\nBest Schedule:")
for courier, info in courier_info.items():
    destinations_str = ', '.join(info["destinations"])
    distances_str = ', '.join(map(str, info["distances"]))
    print(f"Courier {courier}: {destinations_str} (Distances: [{distances_str}], Total Distance: {info['total_distance']})")

print(f"\nGlobal Best Score (Total Distance with Balance Penalty): {global_best_score}")

# Visualization
plt.figure(figsize=(12, 8))

for courier, info in courier_info.items():
    # Extract coordinates for each destination
    route_coords = [coordinates[dest] for dest in info["destinations"]]
    route_coords.append(coordinates[info["destinations"][0]]) # Close the loop back to start

    # Plotting the route
    route_x, route_y = zip(*route_coords)
    plt.plot(route_x, route_y, marker='o', label=f'{courier} Route')
    for i, dest in enumerate(info["destinations"]):
    
```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSvx5b10T9Sq_9edhVnylrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
# Update global best
min_score_index = np.argmin(personal_best_scores)
if personal_best_scores[min_score_index] < global_best_score:
    global_best_score = personal_best_scores[min_score_index]
    global_best_position = np.copy(personal_best_positions[min_score_index])

print(f"Iteration {iteration + 1}/{num_iterations}, Best Score: {global_best_score}")

# Output the best Schedule
courier_info = get_courier_info(global_best_position)
print("\nBest Schedule:")
for courier, info in courier_info.items():
    destinations_str = ', '.join(info["destinations"])
    distances_str = ', '.join(map(str, info["distances"]))
    print(f"Courier {courier}: {destinations_str} (Distances: [{distances_str}], Total Distance: {info['total_distance']}")

print(f"\nGlobal Best Score (Total Distance with Balance Penalty): {global_best_score}")

# Visualization
plt.figure(figsize=(12, 8))

for courier, info in courier_info.items():
    # Extract coordinates for each destination
    route_coords = [coordinates[dest] for dest in info["destinations"]]
    route_coords.append(coordinates[info["destinations"][0]]) # Close the loop back to start

    # Plotting the route
    route_x, route_y = zip(*route_coords)
    plt.plot(route_x, route_y, marker='o', label=f'{courier} Route')
    for i, dest in enumerate(info["destinations"]):
        plt.text(route_coords[i][0], route_coords[i][1], f'{dest}', fontsize=12, ha='right')

plt.title('Courier Routes and Distances')
plt.xlabel('X Coordinate')
plt.ylabel('Y Coordinate')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt

```

```

colab.research.google.com/drive/1TxSvx5b10T9Sq_9edhVnylrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
# Output the best schedule
courier_info = get_courier_info(global_best_position)
print("\nBest Schedule:")
for courier, info in courier_info.items():
    destinations_str = ', '.join(info["destinations"])
    distances_str = ', '.join(map(str, info["distances"]))
    print(f"Courier {courier}: {destinations_str} (Distances: [{distances_str}], Total Distance: {info['total_distance']}")

print(f"\nGlobal Best Score (Total Distance with Balance Penalty): {global_best_score}")

# Visualization
plt.figure(figsize=(12, 8))

for courier, info in courier_info.items():
    # Extract coordinates for each destination
    route_coords = [coordinates[dest] for dest in info["destinations"]]
    route_coords.append(coordinates[info["destinations"][0]]) # Close the loop back to start

    # Plotting the route
    route_x, route_y = zip(*route_coords)
    plt.plot(route_x, route_y, marker='o', label=f'{courier} Route')
    for i, dest in enumerate(info["destinations"]):
        plt.text(route_coords[i][0], route_coords[i][1], f'{dest}', fontsize=12, ha='right')

plt.title('Courier Routes and Distances')
plt.xlabel('X Coordinate')
plt.ylabel('Y Coordinate')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt

```

```
colab.research.google.com/drive/1TxSmx5b10T9Sq_9edhVniylrskbeez
+ Kode + Teks Semua perubahan telah disimpan
plt.plot(route_x, route_y, marker='o', label=f'{courier} Route')
for i, dest in enumerate(info["destinations"]):
    plt.text(route_coords[i][0], route_coords[i][1], f'{dest}', fontsize=12, ha='right')

plt.title('Courier Routes and Distances')
plt.xlabel('X Coordinate')
plt.ylabel('Y Coordinate')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt

Iteration 87/100, Best Score: 175
Iteration 88/100, Best Score: 175
Iteration 89/100, Best Score: 175
Iteration 90/100, Best Score: 175
Iteration 91/100, Best Score: 175
Iteration 92/100, Best Score: 175
Iteration 93/100, Best Score: 175
Iteration 94/100, Best Score: 175
Iteration 95/100, Best Score: 175
Iteration 96/100, Best Score: 175
Iteration 97/100, Best Score: 175
Iteration 98/100, Best Score: 175
Iteration 99/100, Best Score: 175
Iteration 100/100, Best Score: 175

Best Schedule:
Courier AMAL: PKB-AP, ASEAN 123, PKB-AP, KLINIK UTAMA PURI CLINIC, PKB-AP, MANDIRI JAVA (Distances: [10, 15, 30, 40], Total Distance: 95)
Courier DONI: PKB-RS, AMAL BROS PANAM, PKB-AP, DEAN TIGANO, PKB-AP, MAMA (Distances: [50, 10, 10, 70], Total Distance: 140)
Courier RISKI: PKB-PT, KELUARGA SUKSES MULIA, PKB-AP, RAYYANKA (Distances: [0, 30, 30], Total Distance: 60)

Global Best Score (Total Distance with Balance Penalty): 175
<module 'matplotlib.pyplot' from '/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/matplotlib/pyplot.py'>
Tehubung ke backend Google Compute Engine Python 3
```