

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri dan perdagangan modern, efisiensi distribusi logistik menjadi salah satu faktor kunci dalam meningkatkan daya saing perusahaan. Seiring berkembangnya teknologi informasi dan meningkatnya tuntutan pelanggan terhadap kecepatan dan keakuratan pengiriman, pengelolaan rute kendaraan dalam sistem distribusi menjadi tantangan yang semakin kompleks. Salah satu bentuk permasalahan dalam bidang ini adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), yaitu masalah penentuan rute optimal bagi armada kendaraan yang memiliki batasan kapasitas dalam melayani sejumlah pelanggan [2].

CVRP merupakan varian dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang telah banyak dikaji dalam bidang riset operasi dan komputasi [3]. CVRP termasuk dalam kategori masalah *NP-Hard*, yang artinya tingkat kesulitan dan waktu komputasi untuk menemukan solusi optimal meningkat secara eksponensial seiring bertambahnya jumlah pelanggan dan kendaraan [4]. Oleh karena itu, penyelesaian secara eksak dengan metode seperti *Branch and Bound* atau *Dynamic Programming* sering kali tidak efisien untuk skala besar. Hal ini mendorong berkembangnya berbagai pendekatan heuristik dan metaheuristik sebagai solusi alternatif.

Dalam dekade terakhir, algoritma metaheuristik seperti *Genetic Algorithm*, *Particle Swarm Optimization* (PSO), dan *Ant Colony Optimization* (ACO) telah banyak digunakan untuk menyelesaikan CVRP. Namun, tidak semua algoritma tersebut mampu menghindari jebakan local optimum, terutama ketika dihadapkan pada permukaan pencarian yang kompleks. Oleh karena itu, para peneliti terus mengembangkan algoritma baru maupun melakukan modifikasi terhadap algoritma yang ada. Salah satu algoritma yang berkembang pesat dalam konteks ini adalah *Flower Pollination Algorithm* (FPA) [4].

FPA diperkenalkan oleh Yang sebagai algoritma optimasi berbasis populasi yang terinspirasi dari proses penyerbukan bunga di alam. Mekanisme penyerbukan

global dalam FPA disimulasikan melalui Levy flight, sedangkan penyerbukan lokal dilakukan dengan modifikasi kecil pada posisi solusi[5]. FPA dikenal memiliki kemampuan eksplorasi yang baik, sehingga dapat menemukan solusi optimal dalam waktu relatif singkat. Namun, kelemahan dari algoritma ini adalah kecenderungan untuk mengalami premature convergence, yaitu terjebak dalam solusi lokal yang kurang optimal [6].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan hybrid mulai diperkenalkan dengan mengintegrasikan FPA dengan metode lain yang mampu memperbaiki eksplorasi dan eksploitasi. Salah satu metode yang cukup potensial adalah Teori Chaos. Teori ini dikenal memiliki sifat sensitivitas tinggi terhadap kondisi awal dan mampu menghasilkan distribusi solusi awal yang lebih merata dan acak secara terkontrol [7]. Dalam konteks optimasi, penggunaan peta chaos seperti *Circle Map* dapat memperkaya keberagaman populasi awal dan mencegah konvergensi prematur [5][8].

Selain itu, Frog Leaping Algorithm (FLA) juga menjadi pilihan tepat untuk memperbaiki eksploitasi solusi dalam algoritma FPA. FLA merupakan algoritma berbasis perilaku sosial katak dalam mencari makanan, yang bekerja dengan membagi populasi ke dalam beberapa kelompok kecil (memeplex), melakukan pencarian lokal dalam kelompok, dan melakukan shuffling antar kelompok [9]. Kombinasi antara FPA dan FLA memberikan keunggulan baik dari sisi eksplorasi maupun eksploitasi solusi [10].

Untuk lebih meningkatkan kinerja algoritma hybrid ini, salah satu parameter penting yang dapat ditambahkan adalah inertia weight. *Inertia weight* umumnya digunakan dalam PSO untuk mengatur keseimbangan antara kecepatan eksplorasi dan eksploitasi [11]. Dalam konteks FPA yang dimodifikasi, *inertia weight* diterapkan untuk menyesuaikan pola lompatan dalam *Levy flight*, sehingga memungkinkan transisi yang lebih adaptif antara fase eksplorasi dan eksploitasi [12].

Dengan menggabungkan Flower Pollination Algorithm, Teori Chaos (Circle Map), Frog Leaping Algorithm, dan bobot inersia, diharapkan diperoleh algoritma hybrid yang lebih tangguh dalam menyelesaikan permasalahan CVRP. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kualitas solusi dari sisi akurasi, tetapi juga menekan waktu komputasi, sehingga dapat menjadi solusi praktis untuk skenario dunia nyata dalam bidang logistik dan transportasi.

Penelitian ini menjadi relevan karena selain menawarkan kontribusi ilmiah dalam pengembangan algoritma metaheuristik, juga memiliki manfaat aplikatif

yang luas dalam industri. Optimalisasi rute kendaraan dapat menekan konsumsi bahan bakar, mempercepat pengiriman, dan mengurangi biaya operasional. Dalam jangka panjang, hal ini dapat meningkatkan efisiensi rantai pasok dan memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan yang menerapkannya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam tugas akhir ini yang merujuk pada latar belakang di atas, yaitu:

1. Bagaimana penerapan *Flower Pollination Algorithm* berbasis Teori *Chaos* dan *Frog Leaping* dapat meningkatkan efisiensi penyelesaian CVRP?
2. Bagaimana pengaruh parameter probabilitas penyerbukan, peta *Chaos*, dan mekanisme *Frog Leaping Algorithm* terhadap kinerja algoritma yang diusulkan?
3. Bagaimana efektivitas pendekatan yang diusulkan dalam meningkatkan kualitas solusi yang dihasilkan dalam penyelesaian CVRP, baik dari segi akurasi solusi maupun efisiensi waktu komputasi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam mengkaji tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada penyelesaian CVRP tanpa mempertimbangkan faktor dinamis seperti perubahan permintaan pelanggan secara real-time.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa benchmark dataset standar CVRP yang telah banyak digunakan dalam penelitian optimasi.
3. Implementasi dilakukan dalam lingkungan simulasi menggunakan Python dan CPLEX, tanpa pengujian langsung dalam skenario dunia nyata.
4. Evaluasi performa algoritma dilakukan dengan mengukur akurasi solusi dan waktu eksekusi berdasarkan implementasi metode yang diusulkan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode optimasi berbasis *Flower Pollination Algorithm* dengan integrasi Teori *Chaos* dan *Frog Leaping Algorithm* untuk menyelesaikan CVRP secara lebih efisien.
2. Mengkaji pengaruh parameter probabilitas penyerbukan, peta chaos dan mekanisme algoritma *Frog Leaping* terhadap kinerja algoritma *Flower Pollination*.
3. Mengevaluasi efektivitas pendekatan yang diusulkan dalam meningkatkan kualitas solusi CVRP, baik dari segi akurasi solusi maupun efisiensi waktu komputasi.

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan *Flower Pollination Algorithm*, Teori *Chaos*, dan *Frog Leaping Algorithm* untuk menyelesaikan CVRP secara lebih optimal, baik dari segi akurasi solusi maupun efisiensi waktu komputasi.
2. Memberikan solusi yang dapat diterapkan dalam industri logistik dan transportasi guna mengurangi biaya operasional, konsumsi bahan bakar, serta waktu tempuh dalam proses distribusi.
3. Menjadi kontribusi bagi penelitian di bidang optimasi metaheuristik, serta memberikan wawasan mengenai penerapan Teori *Chaos*, dan *Frog Leaping Algorithm* dalam meningkatkan performa algoritma optimasi.

1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, penulis mengumpulkan, memahami, serta mengkaji teori dan berbagai informasi mengenai *Flower Pollination Algorithm* (FPA), Teori *chaos* dan *Frog Leaping Algorithm*. Informasi yang dicari berasal dari berbagai sumber, mulai dari jurnal, tesis atau hal pendukung lainnya. Kemudian semuanya akan dijadikan sebagai acuan referensi pada proses penelitian.

2. Simulasi

Pada tahap ini penulis akan melakukan implementasi Teori *Chaos* dan *Frog Leaping Algorithm* pada *Flower Pollination Algorithm* dalam menyelesaikan Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Data CVRP yang digunakan diambil dari CVRPLIB (Capacitated Vehicle Routing Problem Library) yang berisi benchmark yang

beragam. Benchmark ini berisi sejumlah pelanggan yang memiliki permintaan tertentu dengan posisi dan jarak yang berbeda dan menyebar yang akan mengevaluasi kinerja DFPAPA dalam menyelesaikan masalah CVRP. Pada simulasi ini akan dilakukan pencarian parameter terbaik dari Algoritma *Flower Pollination* yang di modifikasi dalam menyelesaikan CVRP dan membandingkan solusi optimal yang dihasilkan dengan Algoritma *Flower Pollination* Standar.

3. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai bagaimana integrasi *Teori Chaos* dan algoritma *Frog Leaping* dapat meningkatkan performa algoritma *Flower Pollination* dalam menyelesaikan masalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Analisis dilakukan untuk memahami bagaimana pengaruh parameter yang digunakan serta bagaimana kombinasi algoritma ini dapat meningkatkan efisiensi pencarian solusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami isi dari penelitian ini secara menyeluruh, maka penulis menyusun sistematika penulisannya sebagai berikut.

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab pertama ini berisi pendahuluan yang terdiri dari beberapa bahasan, yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Pada bab kedua akan dibahas mengenai teori-teori yang menjadi landasan dalam membantu proses kajian studi literatur ini. Landasan teori mencakup beberapa teori yang berkaitan dengan kajian yang dilakukan, seperti *Flower Pollination Algorithm* (FPA), *Teori Chaos*, *Frog Leaping Algorithm*, dan implementasi FPA pada Salah Satu Contoh Kasus Diskrit yaitu *Traveling Salesman Problem* (TSP), dan *Capacitated Vehicle Routing Problem*.

BAB 3 : PENERAPAN ALGORITMA FLOWER POLLINATION BERBASIS TEORI CHAOS DAN FROG LEAPING UNTUK PENYELESAIAN MASALAH CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP)

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai *Flower Pollination Algorithm* yang di modifikasi berbasis *Teori Chaos* dan *Frog Leaping Algorithm* dan menjelaskan

bagaimana proses implementasi *Modified Flower Pollination Algorithm* (MFPA) dalam menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP).

BAB 4 : STUDI KASUS DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan mengenai proses implementasi algoritma yang telah dimodifikasi, yaitu *Modified Flower Pollination Algorithm* (MFPA) berbasis *Teori Chaos* dan *Frog Leaping Algorithm* dalam menyelesaikan permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Penjelasan meliputi deskripsi eksperimen, konfigurasi parameter, serta evaluasi kinerja algoritma berdasarkan hasil simulasi pada *dataset benchmark*. Bab ini juga membahas perbandingan hasil MFPA dengan algoritma lain dan menganalisis efektivitas pendekatan yang diusulkan dari aspek akurasi solusi serta efisiensi waktu komputasi.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir yaitu penutup akan dijelaskan mengenai hal-hal yang dapat disimpulkan dari penelitian serta beberapa saran yang dapat dilakukan sebagai kelanjutan/pengembangan penelitian.

