

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pentingnya optimasi terlihat dalam mendesain sistem di berbagai bidang ilmu. Dengan menggunakan teknik optimasi, kita dapat mencari solusi terbaik untuk memaksimalkan berbagai parameter atau kriteria yang diinginkan. Ini berarti dapat memberikan berbagai keuntungan seperti pengurangan biaya, jarak tempuh, atau peningkatan keuntungan[1]. Dalam bisnis, optimasi sangat membantu dalam perencanaan produksi, manajemen rantai pasokan, alokasi sumber daya, dan perencanaan rute pengiriman yang efisien. Di bidang transportasi, optimasi digunakan untuk mencari rute terpendek atau waktu tempuh tercepat. Sedangkan di bidang keuangan, optimasi digunakan untuk mengelola portofolio investasi atau merencanakan strategi pemasaran yang optimal. salah satu permasalahan yang sering dihadapi sehari-hari adalah penentuan rute perjalanan. Sebagai contoh, seorang sales harus mencari rute mana yang paling ekonomis untuk mengunjungi sejumlah daerah. Contohnya, seorang *salesman* memiliki daftar daerah yang harus dikunjungi dalam waktu yang terbatas. Tugasnya adalah mencari rute perjalanan yang meminimalkan biaya yang dikeluarkan, seperti biaya bahan bakar atau biaya transportasi lainnya. Dalam hal ini, optimasi dapat digunakan untuk mencari solusi terbaik yang memenuhi kriteria tersebut. Permasalahan tersebut dikenal sebagai *Traveling Salesman Problem (TSP)* yaitu mencari rute terpendek dengan syarat kendaraan berawal dan berakhir di depo yang sama dan setiap kota dikunjungi tepat satu kali.

Masalah *Traveling Salesman* termasuk kelas *non-deterministic polynomial-time hardness (NPHard)*, *NP-hard* adalah kelas masalah yang termasuk dalam kelas yang paling sulit dalam ilmu komputer. Ini adalah kelas masalah yang sulit untuk dipecahkan secara efisien, dan tidak ada algoritma yang diketahui dapat memecahkan semua masalah dalam kelas *NP-hard* dengan waktu yang pasti dibatasi, sehingga sangat sulit untuk diselesaikan menggunakan algoritma eksak. Terdapat dua pendekatan yang dapat dipertimbangkan dalam menyelesaikan

masalah optimasi, yaitu metode eksak dan metode heuristik. Metode eksak menjamin bahwa solusi optimal akan ditemukan dalam waktu terbatas. Sementara itu, metode heuristik mampu memberikan solusi yang mendekati solusi terbaik dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode eksak. Algoritma metaheuristik, sebagai bagian dari algoritma optimasi heuristik, memiliki kemampuan untuk menjelajahi daerah-daerah yang menjanjikan dalam ruang pencarian solusi. Meta-heuristik menggunakan teknik pencarian heuristik yang berulang untuk mengoptimalkan solusi secara iteratif. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi sebanyak mungkin solusi dalam ruang pencarian melewati kemungkinan solusi yang tidak efisien dan mencapai solusi yang lebih baik. Beberapa contoh meta-heuristik yang populer termasuk Algoritma Genetika, *particle swarm optimization* (PSO) PSO Optimisasi Semut (ACO) Optimisasi Aliran Fluida (SA) dan banyak lagi. Hal ini memungkinkan algoritma tersebut untuk menemukan solusi yang lebih baik atau mendekati solusi optimal. Mereka dapat mengatasi keterbatasan algoritma heuristik tradisional dan dapat diterapkan pada berbagai masalah optimasi yang kompleks. *Swarm Intelligent* (SI) merupakan bagian dari metode metaheuristik yang terinspirasi oleh perilaku kelompok makhluk hidup di alam semesta. Salah satu contoh penerapan *Swarm Intelligent* (SI) adalah algoritma berbasis koloni atau yang disebut dengan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), algoritma ini terinspirasi dari perilaku semut dalam mencari makanan. Algoritma ini pernah diimplementasikan pada permasalahan *Travelling Salesman Problem* dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma ACO memiliki cara kerja yang sederhana, mudah diselesaikan, dan memberikan hasil optimasi yang baik [2].

Algoritma *Ant Colony Optimization* ini terinspirasi dari perilaku koloni semut dalam mencari makanan dengan menemukan jarak terpendek antara sarang mereka dan sumber makanan [3]. Feromon adalah substansi kimia yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin dan digunakan oleh organisme lain untuk mengenali sesama, individu lain, atau kelompok. Ketika semut bergerak, mereka melepaskan sejumlah feromon di jalur yang mereka lalui. Setiap semut cenderung memilih jalur yang memiliki jumlah feromon yang lebih tinggi. Dalam aktivitasnya, semut meninggalkan jejak feromon yang berfungsi sebagai alat komunikasi kimia antar

individu. Feromon ini menjadi petunjuk bagi semut lain untuk mengenali jalur yang telah dilalui oleh semut sebelumnya. Semut cenderung memilih jalur yang memiliki konsentrasi feromon yang lebih tinggi, karena hal ini menunjukkan bahwa jalur tersebut telah dilalui oleh semut lain dan mungkin merupakan jalur yang lebih efisien atau mengarah ke sumber makanan. Dengan demikian, feromon berperan penting dalam komunikasi dan pengambilan keputusan kelompok semut. Semut secara kolektif menciptakan jejak feromon yang mempengaruhi preferensi mereka dalam memilih jalur perjalanan. Hal ini memungkinkan semut untuk menemukan jalur optimal atau yang paling efisien berdasarkan konsentrasi feromon yang ditinggalkan oleh semut lain.

Terdapat beberapa publikasi penelitian mengenai penyelesaian TSP dengan menggunakan algoritma ACO dan menghasilkan keluaran yang optimal [4], [5], [6]. Namun, masih terdapat beberapa kekurangan yang ada pada algoritma tersebut, seperti waktu pencarian yang terlalu lama dan dapat dengan mudah melompat ke solusi optimal lokal [7]. Marco Dorigo telah melakukan modifikasi pada algoritma ACO dengan memperkenalkan sistem *elitist*, di mana semut yang menemukan solusi terbaik akan mendapatkan peningkatan konsentrasi feromon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi ini dapat menghasilkan keluaran yang lebih baik. Selain itu, banyak peneliti lain yang juga telah memodifikasi algoritma ACO dengan tujuan untuk menghasilkan solusi yang lebih baik dan menghindari jatuh ke dalam solusi lokal yang *suboptimal*. Salah satu modifikasi tersebut dilakukan oleh Yahia dan rekan-rekannya pada tahun 2020. Mereka memodifikasi algoritma ACO dengan menggabungkan algoritma *Neighbour Joining* dalam proses penentuan rute berikutnya yang akan dipilih oleh semut. Dalam modifikasi ini, algoritma ACO ditingkatkan dengan memanfaatkan algoritma *Neighbour Joining* yang biasanya digunakan dalam analisis filogenetik untuk menggabungkan informasi jarak antara elemen-elemen dalam sistem. Dengan mengintegrasikan algoritma ini, semut dapat memilih rute berikutnya berdasarkan informasi jarak yang lebih lengkap dan akurat, yang pada gilirannya membantu dalam mendapatkan solusi yang lebih optimal. Dalam penelitian ini, modifikasi algoritma ACO dengan pendekatan *Neighbour Joining* telah terbukti memberikan hasil yang optimal, menunjukkan efektivitas

modifikasi dalam meningkatkan kinerja algoritma dan menghasilkan solusi yang lebih baik[8].

Pada penelitian skripsi ini, penulis tertarik untuk menerapkan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan sistem EAS (*Elitist Ant System*). Modifikasi ini akan melibatkan pembaharuan feromon berdasarkan solusi terbaik yang ditemukan oleh semut terpilih. Selain itu, penulis juga akan menambahkan algoritma *Neighbour Joining* sebagai bagian dari proses penentuan rute berikutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja solusi yang dihasilkan oleh kedua modifikasi tersebut. Penulis akan melihat bagaimana penggunaan sistem EAS dalam pembaharuan feromon dapat mempengaruhi kualitas solusi yang ditemukan. Selain itu, dengan mengintegrasikan algoritma *Neighbour Joining*, penulis ingin melihat apakah peningkatan informasi jarak dapat membantu dalam mencapai solusi yang lebih optimal. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat menggabungkan kedua modifikasi tersebut untuk meningkatkan kemampuan algoritma ACO dalam menyelesaikan permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP adalah permasalahan yang sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, di mana kita perlu mencari rute terpendek untuk mengunjungi sejumlah kota. Dengan menerapkan modifikasi pada algoritma ACO, penulis berharap dapat mencapai solusi yang lebih baik dan mendekati solusi optimum.

Judul penelitian skripsi ini adalah "*Ant Colony Optimization* (ACO) yang Dimodifikasi dalam Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP)". Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode optimasi untuk penyelesaian permasalahan TSP dan memberikan wawasan baru mengenai penggunaan sistem EAS dan algoritma *Neighbour Joining* dalam konteks ini.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dikaji dalam skripsi ini merujuk pada latar belakang diatas yaitu:

1. Bagaimana penyelesaian *Travelling Salesman Problem* menggunakan algoritma *Elitist Ant System* (EAS) dan *Neighbour Joining Ant Colony Optimization* (NACO).
2. Menggabungkan dua algoritma ACO yang dimodifikasi yaitu EAS dan NACO menjadi algoritma baru kemudian diberinama algoritma *Neighbour Joining Elitis Ant System* (NEAS).
3. Bagaimana perbandingan solusi yang dihasilkan pada algoritma ACO konvensional, EAS, NACO, NEAS dan solusi yang terdapat pada TSPLIB.

1.3. Batasan Masalah

Batasan yang relevan yang dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Permasalahan yang dikaji tidak mempertimbangkan faktor waktu, kondisi jalan (seperti kemacetan), dan kecepatan kendaraan dalam penyelesaian *Travelling Salesman Problem*.
2. Tipe *Travelling Salesman Problem* yang dipakai adalah yang simetris, artinya jarak antara dua kota yang berbeda adalah sama, tidak bergantung pada arah perjalanan.
3. Implementasi algoritma menggunakan bahasa pemrograman MATLAB R2022a.
4. Menggunakan Laptop Lenovo dengan RAM 8GB dan Intel core i7-8565U CPU dengan 8 cores
5. Data yang digunakan bersumber dari TSPLIB dan berisi simulasi permasalahan dengan jumlah kota mulai dari 22 kota hingga 400 kota.
6. Terdapat tiga modifikasi pada algoritma ACO yang digunakan dalam penelitian ini yaitu algoritma *elitist ant system* (EAS), algoritma *Neighbour Joining Ant Colony Optimization* (NACO), *Neighbour Joining Elitist Ant System* (NEAS).

1.4. Tujuan Dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dan manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsep dan cara kerja algoritma *Ant Colony Optimization* yang dimodifikasi.
2. Menerapkan konsep algoritma *ant colony optimization* yang dimodifikasi pada *Travelling Salesman Problem*
3. Menganalisis parameter yang berpengaruh pada ACO dan ACO yang telah dimodifikasi.
4. Menganalisis perbandingan solusi dari ACO dan ACO yang dimodifikasi.
5. Menggabungkan dua modifikasi ACO dan menganalisis solusi yang dihasilkan.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini memberikan manfaat bagi penulis dalam meningkatkan pemahaman tentang Algoritma *Ant Colony Optimization* yang telah dimodifikasi, serta mampu mengimplementasikannya dalam konteks *Traveling Salesman Problem*. Penulis dapat memperluas pengetahuan dan keahlian dalam bidang optimisasi dan memperoleh wawasan yang lebih mendalam tentang penggunaan algoritma ini.
2. Penelitian ini juga memberikan manfaat bagi Program Studi Matematika sebagai tambahan ilmu dan metode optimisasi yang telah dikembangkan. Temuan dan hasil penelitian ini dapat menjadi materi pembelajaran yang berharga bagi mahasiswa pada tahun-tahun berikutnya, memperkaya kurikulum dan memperluas pemahaman mereka tentang optimisasi dan aplikasinya dalam permasalahan nyata.
3. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat praktis. Metode yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Traveling Salesman Problem* dalam berbagai konteks, termasuk pendistribusian pedagang keliling. Hal ini dapat membantu dalam merencanakan rute yang efisien untuk pendistribusian barang atau jasa, menghemat waktu dan biaya, serta meningkatkan efektivitas dalam pelayanan kepada masyarakat.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan manfaat bagi penulis, Program Studi Matematika, dan masyarakat secara keseluruhan dalam meningkatkan pemahaman, pengembangan ilmu, dan penerapan metode optimisasi dalam penyelesaian permasalahan Traveling Salesman Problem

1.5. Metode Penelitian

Pembuatan Skripsi ini dilakukan dengan menggunakan metodologi sebagai berikut:

1. Studi literatur

merupakan tahap di mana dilakukan proses pencarian, pengumpulan, pembelajaran, dan pemahaman informasi dan literatur yang relevan untuk implementasi algoritma yang akan dilakukan. *Elitist Ant System* (EAS) dan *Neighbour Joining Ant Colony Optimization* (NACO) dalam menyelesaikan persoalan TSP. Informasi dan literatur didapatkan dari jurnal, internet dan buku.

2. Analisis

Pada tahap ini, penulis mengkaji dan menganalisis hasil studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan masalah yang dipilih dalam skripsi, yaitu penggunaan algoritma ACO (*Ant Colony Optimization*) yang dimodifikasi dalam menyelesaikan TSP (*Travelling Salesman Problem*).

3. Simulasi

Pada tahap ini penulis melakukan simulasi penyelesaian TSP dengan ACO dasar dan ACO yang dimodifikasi. Kemudian dari hasil simulasi tersebut dicari nilai rata – rata error dari solusi yang terdapat pada TSPLIB, selanjutnya bandingkan hasil terbaik dari setiap algoritma.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai pendahuluan yang terdiri dari enam sub bahasan. Diantaranya adalah latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan dari masalah yang dikaji.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori yang akan membantu dalam proses mengkaji skripsi. Landasan teori ini mencakup beberapa teori yang berkaitan dengan masalah yang dikaji.

BAB III *ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO) YANG DIMODIFIKASI DALAM PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP)*

Pada bab ini akan dijelaskan Proses penyelesaian ACO dasar dan ACO yang telah dimodifikasi mengenai hasil dari masalah yang dikaji meliputi pembentukan model serta pencarian solusi dari masalah tersebut.

BAB IV STUDI KASUS DAN ANALISA

Pada bab ini menjelaskan tentang objek penelitian, proses implementasi algoritma ACO dasar dan ACO yang telah dimodifikasi pada TSP, serta analisis hasil dari proses implementasi modifikasi algoritma ACO dasar dan ACO yang telah dimodifikasi.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai beberapa hal yang dapat disimpulkan untuk jawaban dari rumusan masalah yang diajukan serta beberapa saran untuk pengembangan tulisan dan analisis dari masalah yang dikaji dalam skripsi ini.