

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, sampah didefinisikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari atau proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan definisi tersebut, secara umum terdapat tiga kategori sampah, yaitu: proses alam, kegiatan industri dan kegiatan manusia. Berdasarkan kategori tersebut, banyaknya populasi juga menjadi pengaruh yang perlu diperhitungkan karena erat berkaitan dengan volume sampah. Dengan semakin meningkatnya populasi di suatu wilayah, semakin banyak pula kegiatan manusianya, maka potensi sampah yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Hal inilah yang terjadi di Kota dan Kabupaten Serang. Setidaknya 750 ton sampah diangkut setiap harinya menuju Tempat Pengelolaan Sampah Akhir (TPSA) Cilowong, Kecamatan Taktakan. Jika sampah yang diangkut ini tidak diolah dengan baik, diprediksi daya tampung TPSA Cilowong hanya dapat bertahan sampai tahun 2026. Hal ini ditambah dengan faktor bahwa TPSA Cilowong tidak lagi hanya mengolah sampah dari Kabupaten Serang dan Kota Serang saja, namun juga mengolah sampah dari Kota Tangerang Selatan.

Dalam menyelesaikan masalah pengelolaan sampah, perlu adanya kerjasama berbagai pihak sehingga terlaksana solusi yang komprehensif. Dalam hal ini masyarakat selaku individu dapat ikut terlibat. Diantara caranya ialah memilah sampah dan menyalurkannya ke pengelola sampah terpilah yang biasa disebut dengan *bank* sampah. Sampah anorganik yang banyak dihasilkan dari kegiatan sehari-hari dipilah dan disalurkan ke *bank* sampah, sedangkan sampah organik diolah menjadi kompos atau pakan ternak.

Pelaksanaan *bank* sampah sudah cukup banyak diterapkan di berbagai kota di Indonesia. Beragam kisah sukses masyarakat mengelola sampah menjadi inspirasi upaya meminimalisir sampah agar tidak berakhir di Tempat Pengelolaan Sampah Akhir (TPSA) dan upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena sampah yang dihasilkan dapat dikonversikan menjadi uang. Hal ini pula yang

diupayakan oleh Bank Sampah Digital (BSD) selaku bank sampah induk di Kota & Kabupaten Serang.

Berdasarkan data statistik yang dipublikasikan, pada rentang Februari 2020 hingga Agustus 2021 Bank Sampah Digital (BSD) telah mengolah lebih dari 40.985 kilogram sampah kertas, 34.013 kilogram sampah plastik, 11.558 kilogram sampah logam, 2.018 kilogram minyak jelantah dan 12.377 jenis sampah lainnya. Sampah yang terkumpul tersebut diperoleh dari 3449 Nasabah sekurang-kurangnya di 67 titik bank sampah agen di Kota Serang dan Kabupaten Serang. Seiring dengan berjalannya waktu, kesadaran dan keterlibatan masyarakat semakin meningkat. Semakin banyak pelopor di masyarakat maupun lembaga yang mendaftarkan diri menjadi agen maupun nasabah bank sampah mengakibatkan semakin besar cakupan usaha BSD dalam mengumpulkan dan mengelola sampah terpilah. Hal ini sayangnya tidak berbanding lurus dengan signifikansi pertumbuhan jumlah pegawai di BSD, terutama untuk menjemput sampah terpilah yang telah disetorkan masyarakat kepada bank sampah agen terdekat.

Mengingat daya tampung bank sampah agen yang umumnya juga tidak besar, penjemputan sampah terpilah menjadi kegiatan yang rutin dilakukan. Secara spontan BSD mengatur penjemputan jika terdapat permintaan bank sampah agen. Spontanitas untuk menyesuaikan penjemputan ini menjadi celah permasalahan sumber daya yang perlu diperhatikan dengan cermat. Jika hal ini tidak segera diatasi, sistem yang ada akan menjadi bumerang bagi persoalan efektifitas dan efisiensi operasional BSD selaku perusahaan sosial (*social enterprise*).

Penentuan rute penjemputan sampah yang efisien dengan lebih dari satu kurir untuk banyak tempat yang dikunjungi akan sulit dilakukan jika menggunakan cara manual. Dengan banyaknya pilihan lokasi bank sampah agen yang harus dikunjungi oleh petugas penjemputan, akan membutuhkan waktu pertimbangan yang cukup lama memutuskan lokasi terdekat mana yang akan dikunjungi. Selain itu, mengingat akan adanya beberapa aturan yang harus dipenuhi seperti seluruh titik harus dikunjungi, setiap titik tepat dikunjungi hanya satu kali oleh seorang kurir atau tidak adanya tumpang tindih kunjungan antar kurir, serta pertimbangan jarak atau waktu tempuh yang seharusnya optimal, penyelesaian manual hanya akan

menambah permasalahan dengan tidak kunjung dihasilkan solusi karena ruang ruang solusi yang luas dan kompleks.

Dengan aturan-aturan yang telah ditentukan, penentuan rute penjemputan sampah dapat direpresentasikan sebagai suatu permasalahan kombinatorial yang lebih dikenal dengan *Travelling Salesman Problem* (TSP) atau lebih tepatnya karena terdapat lebih dari satu kurir maka permasalahan tersebut diperluas menjadi *Multiple Travelling Salesman Problem* (MTSP). MTSP banyak ditemukan dalam kehidupan nyata seperti pemetaan, penjadwalan dan perencanaan (Z, Xing & S. Tu, 2020).

Terdapat berbagai metode yang digunakan para peneliti untuk menyelesaikan beragam permasalahan yang direpresentasikan sebagai MTSP. Al-Khateeb (2019) dalam penelitiannya menyelesaikan MTSP menggunakan *Meerkat Swarm Optimization* (MSO) *Algorithm*. Dalam penelitian tersebut, disimpulkan bahwa MSO cukup baik untuk menyelesaikan MTSP. Selain itu, diperoleh bahwa peningkatan jumlah salesman dapat meningkatkan solusi dalam ruang pencarian sehingga mempengaruhi kualitas dari solusi MTSP.

Cheikhrouhou dkk (2016) melakukan penelitian yang membahas rute robot dalam mencapai target lokasi bencana. Dalam menyelesaikan permasalahan, diterapkan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Dalam penelitian tersebut, digunakan tiga pendekatan, yaitu *Market-based approach*, *RTMA approach* dan *balanced approach*. Diantara ketiga metode tersebut, *Market-based approach* menunjukkan hasil yang lebih baik. Angus (2007) menerapkan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) berbasis populasi untuk menyelesaikan *Multi-Objective TSP*. Dari hasil penelitiannya didapatkan kesimpulan bahwa solusi yang dihasilkan dari permasalahan M-TSP kompleks tersebut cukup optimal. Puteri dkk (2017) menerapkan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam mencari rute optimal mendistribusikan air minum dengan studi kasus di UD Tosa Malang. Pada penelitian tersebut didapat rute yang diperoleh melalui optimasi PSO lebih baik daripada rute yang ditempuh masing-masing sales UD Tosa Malang. Kocyigit dkk (2020) dalam penelitiannya menerapkan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan masalah distribusi produk farmasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan Algoritma Genetika dalam mengefisiensikan sistem distribusi.

Dengan menggunakan Algoritma Genetika, Saptaningtyas (2012) menyelesaikan penentuan rute optimum perjalanan beberapa loper koran pada sebuah agen surat kabar. Dalam penelitian ini, analisa berdasar pada banyaknya iterasi dengan variabel lainnya dianggap sama dan diperoleh hasil optimum rute perjalanan loper koran pada iterasi ke-98. Selain itu, Rizki dkk (2017) juga menyelesaikan masalah optimasi MTSP untuk distribusi produk pada home industri tekstil dengan Algoritma Genetika. Pada penelitian tersebut, dilakukan pengujian nilai paramater untuk menyelesaikan masalah MTSP seperti ukuran populasi optimal, jumlah generasi optimal serta kombinasi *Crossover Rate* (*cr*) dan *Mutation Rate* (*mr*).

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, Algoritma Genetika menjadi metode yang relatif banyak dipilih karena kemampuannya untuk menyelesaikan berbagai masalah kompleks. Algoritma Genetika merupakan algoritma pencarian dan model ilmiah evolusi alami yang diangkat dari mekanisme seleksi alam oleh Darwin. Ide dasar dari Algoritma Genetika adalah untuk mensimulasikan evolusi populasi individu yang mewakili masalah pencarian tertentu, mempromosikan kelangsungan hidup dan reproduksi yang paling cocok.

Pembuatan model MTSP diawali dengan input parameter yang akan digunakan dalam pembuatan individu. Lalu tahap selanjutnya menghitung nilai *fitness* individu untuk diketahui individu terbaik dalam populasi. Individu terbaik atau individu dengan nilai *fitness* terbaik kemudian akan melalui proses pindah silang atau *crossover* untuk didapat *parent* yang akan menghasilkan dua individu baru. Setelah melalui *crossover*, individu melalui tahap *mutation* atau perubahan kromosom dengan cara *swap position*. Dengan terlaluinya tahap *mutation* ini, maka akan tercipta populasi baru dalam generasi. Proses iterasi terus dilakukan sampai kondisi berhenti (*termination condition*) tercapai sehingga didapat solusi yang memenuhi.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini penulis akan menyelesaikan penentuan rute penjemputan sampah terpilah oleh Bank Sampah Digital (BSD) selaku bank sampah induk di Kota dan Kabupaten Serang dengan mengaplikasikan *Multi Travelling Salesman Problem* (MTSP) menggunakan

Algoritma Genetika. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rujukan rute penjemputan sampah yang efisien bagi pihak terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model optimisasi *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* untuk penentuan rute penjemputan sampah terpilah oleh Bank Sampah Induk Serang?
2. Bagaimana implementasi Algoritma Genetika dalam menyelesaikan permasalahan optimisasi *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* untuk penentuan rute penjemputan sampah terpilah oleh Bank Sampah Induk Serang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengonstruksi model matematika untuk optimisasi *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* untuk penentuan rute penjemputan sampah terpilah oleh Bank Sampah Induk Serang.
2. Mengimplementasikan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan permasalahan optimisasi *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* untuk penentuan rute penjemputan sampah terpilah oleh Bank Sampah Induk Serang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Bagi Penulis
Mengetahui langkah dan hasil optimisasi *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* untuk rute penjemputan sampah terpilah dengan Algoritma Genetika dan penyelesaiannya melalui pemrograman komputer.
2. Bagi Program Studi Matematika

Menambah khazanah pengetahuan mengenai *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* dan Algoritma Genetika untuk dapat dipelajari mahasiswa Program Studi Matematika di tahun selanjutnya.

3. Bagi Masyarakat

Menjadi referensi penyelesaian *Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)* atau perluasan dari *Travelling Salesman Problem (TSP)* yang banyak ditemui di tengah-tengah kehidupan masyarakat.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini akan dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

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

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori dan pengertian mengenai hal-hal yang melandasi penelitian ini yaitu *Travelling Salesman Problem (TSP)*, *Multi Travelling Salesman Problem (MTSP)* dan Algoritma Genetika.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai cara menyelesaikan *Multi Travelling Salesman Problem (MTSP)* untuk mendapatkan rute penjemputan sampah yang optimal pada Bank Sampah Induk Serang dengan Algoritma Genetika.

4. BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi dari Bab III pada penentuan rute penjemputan sampah yang optimal pada Bank Sampah Induk Serang beserta pembahasan mengenai Algoritma Genetika untuk memecahkan *Multi Travelling Salesman Problem*.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari apa yang telah didapatkan.