

Optimasi Perutean Jalur Kendaraan Terdekat *Traveling Salesman Problem* dengan *Artificial Bee Colony Algorithm*

Teguh Setiadi^{1✉}, Febriyanti Darnis², Susanti Dwi Ilhami³

^{1,2} Fakultas Studi Akademik, Universitas Sains dan Teknologi Komputer Semarang, Semarang, 50192, Indonesia

³ Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas YPPI Rembang, Rembang, 59219, Indonesia

teguh@stekom.ac.id

Abstract

The Traveling Salesman Problem (TSP) is one of those problems that is very easy to explain and very difficult to solve. The problem can be formulated if a traveling salesman (Salesman) wants to visit exactly once each area of Semarang city divided into four sub-districts. The aim of the research is to help traveling sellers (Salesmen) with travel costs from home to market to the sub-district then back to the city of origin, the travel costs are quite expensive so the shortest route with the cheapest costs can be taken by traveling sellers (Salesmen) with a route solution Short, one of them is research by implementing the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm method. A population-based search algorithm that applies social interaction concepts to shortest path problem solving. In this research, the data taken is a phenomenon when a direct survey of traveling salesmen (Salesman) and four nodes or four route points visited is applied to the path planning problem process for vehicles, travel distance time as computing time optimization. The results of the research in the form of simulations have been used to evaluate the number of paths discovered by ABC (Artificial Bee Colony) Optimization. The effectiveness of the route has been evaluated with parameters such as path length, travel time with the Artificial Bee Colony Algorithm which is more effective for getting to the destination at a low cost. Benefits in traveling salesman research for the problem of optimizing vehicle routes using the artificial bee colony algorithm method. The approach taken provides the best results to find the shortest path in the shortest time with low cost to move towards the shopping destination. The conclusion thus obtained is that the optimal shortest distance with a faster length of time is more effective for traveling.

Keywords: Nearest route method, Routing optimization, Artificial Bee Colony Algorithm, Time Length, Traveling Salesman Problem

Abstrak

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah salah satu masalah yang sangat mudah untuk dijelaskan dan sangat sulit untuk dipecahkan. Permasalahannya dapat dirumuskan jika seorang penjual keliling (*Salesman*) ingin mengunjungi tepat satu kali masing-masing di daerah kota Semarang dibagi empat kecamatan. Tujuan dari penelitian untuk membantu Penjual keliling (*Salesman*) dengan biaya perjalanan dari rumah ke pasar menuju kecamatan kemudian kembali ke kota asal, biaya perjalanannya yang cukup mahal maka untuk rute paling pendek dengan biaya murah yang dapat diambil oleh penjual keliling (*Salesman*) dengan solusi rute pendek salah satunya penelitian dengan mengimplementasikan metode Algoritma koloni lebah buatan atau *Artificial Bee Colony* (ABC). Algoritma pencarian berbasis populasi yang menerapkan konsep interaksi sosial untuk pemecahan masalah jalur terpendek. Dalam penelitian data yang diambil ini fenomena ketika survei secara langsung penjual keliling (*Salesman*) dan empat node atau empat titik rute yang dikunjungi dari diterapkan pada proses masalah perencanaan jalur untuk kendaraan, waktu jarak tempuh sebagai optimasi waktu komputasi. Hasil dari penelitian dalam bentuk simulasi telah digunakan untuk mengevaluasi banyaknya jalur yang ditemukan oleh Optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC). Efektivitas jalur telah dievaluasi dengan parameter seperti panjang jalur, waktu tempuh dengan Algoritma Koloni Lebah Buatan lebih efektif untuk ke tempat tujuan dengan biaya murah. Manfaat dalam penelitian penjual keliling (*Salesman*) untuk masalah rute kendaraan dioptimalkan dengan menggunakan metode algoritma koloni lebah buatan. Pendekatan yang ditempuh memberikan hasil terbaik untuk menemukan jalur terpendek dalam waktu sesingkat-singkatnya dengan biaya murah untuk bergerak menuju tujuan belanja. Kesimpulan dengan demikian diperoleh jarak terpendek optimal dengan lama waktu yang lebih cepat lebih efektif untuk berpergian.

Kata kunci: Metode rute terdekat, Optimasi perutean, Algoritma Koloni Lebah Buatan, Panjang Waktu, Masalah Penjual Bepergian.

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Salah satu masalah routing kendaraan terbaik adalah Traveling Salesman Problem (TSP). TSP sejumlah kota harus dikunjungi oleh seorang salesman yang harus kembali ke kota yang sama dengan solusi rute

yang lebih pendek. Seorang Salesman melakukan perjalanan mengelilingi serangkaian kota tertentu, dan kembali ke awal jalan (dari tempat dia memulai), menempuh jarak total terkecil [1].

Masalah rute kendaraan atau *Vehicle routing problem* (VRP) merupakan salah satu permasalahan optimasi kombinatorial klasik yaitu NP-hard. Ketika mencoba ke menyelesaikan itu optimasi masalah, itu optimasi klasik metode adalah ditemukan ke menjadi tidak efisien di dalam mengoptimalkan parameter proses. Mereka memerlukan fungsi kendala dan fungsi tujuan yang didefinisikan secara lengkap. Mereka juga ditemukan tidak efisien dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata adalah sangat kompleks di dalam alam. Karena dari itu keterlibatan lagi nomor dari Langkah (numerik Langkah) Dan membutuhkan untuk waktu komputasi yang lebih lama. Bahkan untuk masalah perutean kendaraan tradisional, hanya kecil contoh Bisa menjadi dipecahkan untuk optimalitas dengan tepat metode [2]. Banyak algoritma heuristik yang digunakan untuk menemukan jalur yang cocok untuk kendaraan mengingat beberapa masalah perutean kendaraan harus dioptimalkan. Artificial Bee Colony merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mencari solusi dalam waktu yang jauh lebih singkat. Masalah kombinatorial sulit ini memuat *Traveling Salesman Problem* (TSP) sebagai kasus khusus yang perlu dipertimbangkan untuk optimasinya dengan menggunakan ABC [3]. Algoritma *Artificial Bee Colony* diperkenalkan oleh Dervis Karaboga pada tahun 2005. Karena merupakan algoritma yang baru dikembangkan, penelitian masih terus dilakukan. untuk mempelajari dan meningkatkan algoritma ini [4].

Dalam penelitian penelitian terdahulu yang terkait dengan penerapan *metode Artificial Bee Colony*, pada penelian sebelumnya dengan terkait optimisasi transportasi distribusi minyak yang dijual demham menggunakan algoritma Artificial Bee Colony. hasil dari penelitian memberikan waktu distribusi lebih efektif dalam waktu [5]. Sementara itu penelitian tentang implementasi metode Artificial Bee Colony tentang pencarian lokasi yang terpendek, dalam hasilnya untuk menuju lokasi berpergian dari desa satu ke desa yang lain mempermudah waktu dalam perjalanannya [6]. Penelitian selanjutnya dengan rancang bangun aplikasi pencarian lokasi fasilitas pelayanan umum terdekat di kota dengan menggunakan metode *Artificial Bee Colony* berbasis android, hasilnya mempermudah bagi seseorang untuk mencari tempatnya [7]. Penelitian selanjutnya dengan menerapkan tentang kemacetan lulintas dengan menerapkan metode *Artificial Bee Colony*, hasil yang diperoleh mempermudah mencari jalan terpendek dari kerumunan [8]. Peneliti selanjutnya tentang mengangkat masalah *Travelling Salesman Problem* (TSP) yang selesai dengan metode *Artificial Bee Colony* penelitian ini disusun sebagai dari survei literatur *Travelling Salesman Problem* dan Algoritma *Artificial Bee Colony* yang gimana untuk memudahkan permasalahan bagi *salesman* dalam mencari jalur rute terdekat [9].

Pada penelitian ini bagian pertama masalah *travelling salesman* yang dipelajari dari survei dan observasi untuk membantu dari permasalahannya seorang penjual keliling (*Salesman*) ingin mengunjungi tepat satu kali masing-masing di daerah kota Semarang dibagi empat kecamatan. Tujuan dari penelitian untuk membantu Penjual keliling (*Salesman*) dengan biaya perjalanan dari rumah ke pasar menuju kecamatan kemudian kembali ke kota asal, biaya perjalanannya yang cukup mahal maka untuk rute paling pendek dengan biaya murah yang dapat diambil oleh penjual keliling (*Salesman*) dengan solusi rute pendek salah satunya penelitian dengan mengimplementasikan metode Algoritma koloni lebah buatan atau *Artificial Bee Colony* (ABC). Kemudian dioptimasi dengan metode tetangga terdekat yang kelemahannya diamati. Pada bagian selanjutnya dipelajari algoritma koloni lebah buatan yang kemudian digunakan untuk optimasi masalah *travelling salesman*. Pada bagian selanjutnya, metodologi yang digunakan untuk simulasi dijelaskan dan hasil simulasi diamati sehingga keterbatasan metode tetangga terdekat telah dihilangkan dengan menggunakan Optimasi Koloni Lebah Buatan. Dengan demikian jalur terpendek diperoleh lebih efektif dengan mempertimbangkan parameter kontrol yang sangat sedikit.

Urutan perjalanan harus memenuhi batasan, yaitu *salesman* akan memulai dari sebuah kota, mengunjungi setiap kota tepat satu kali, dan kembali ke kota awal. Rute yang dihasilkan harus mengeluarkan biaya minimum [10]. Menemukan rute yang optimal di berbagai bidang adalah aplikasi utama TSP. Solusi yang efisien terhadap permasalahan tersebut akan memastikan tugas dilaksanakan secara efektif dan dengan demikian meningkatkan produktivitas. Karena pentingnya di banyak industri, TSP masih dipelajari oleh para peneliti dari berbagai disiplin ilmu dan tetap menjadi tempat pengujian penting bagi banyak algoritma yang baru dikembangkan [11], [12]. Masalah Perutean Kendaraan (VRP) adalah m-TSP, setiap kendaraan harus memecahkan masalah perutean jalur dengan cara yang efektif. Perilaku beberapa hewan cenderung memecahkan TSP. Hewan yang menjadi fokus perilaku tersebut adalah Lebah atau semut. Masalah Penjual Keliling dapat diselesaikan secara efisien dengan mempertimbangkan perilaku mereka [13].

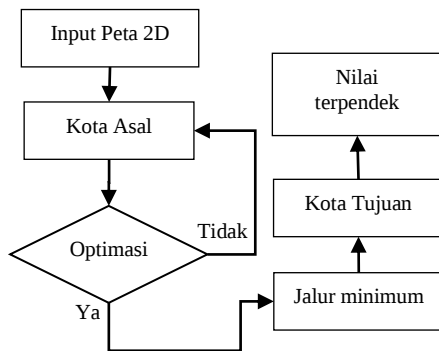
2. Metodologi Penelitian

Dalam memecahkan masalah tersebut seseorang mencoba membangun rute sedemikian rupa A jalan itu itu total jarak bepergian oleh itu salesman diminimalkan [14]. Untuk menyelesaikan TSP digunakan metode tetangga terdekat. Algoritma tetangga terdekat adalah salah satu algoritma pertama yang digunakan untuk menentukan solusi masalah *travelling salesman*. Di dalam ini, itu penjual dimulai

pada A acak kota (atau node) dan berulang kali mengunjungi kota (atau node) terdekat hingga semuanya telah dikunjungi satu kali. Dengan demikian memperoleh tur yang lebih singkat, tetapi biasanya tidak itu optimal satu. Itu terdekat tetangga metode adalah berdasarkan tentang membandingkan distribusi jarak yang terjadi dari titik data ke tetangga terdekatnya dalam suatu kumpulan data tertentu dengan secara acak kumpulan data terdistribusi [15]. Langkah-langkah penting dari algoritma ini adalah:

- Langkah 1. Awal dari A acak simpul pada itu awal dari itu jalur.
- Langkah 2. Bergerak ke itu terdekat simpul yang belum dikunjungi
- Langkah 3. Ulangi Langkah 2 hingga semua node dikunjungi oleh kendaraan. Kemudian, gabungkan node pertama dan terakhir.

Berdasarkan hal tersebut, prosedur metode tetangga terdekat untuk menghitung jalur efisien untuk masalah TSP adalah seperti di bawah ini,



Gambar 1. Skema jalur efisien untuk masalah TSP

- Input-M: Peta kota yang merupakan matriks koordinat kota 2D.
- Memasuki itu nomor dari kota.
- Menghitung itu jarak matriks.
- Inisialisasi itu jalur.
- Melakukan terdekat tetangga jalur temuan lingkaran
- Temukan setiap jalur, lalu evaluasi jalur minimumnya.
- Menghitung itu jalur panjang.

Algoritma tetangga terdekat mudah diimplementasikan dan dijalankan dengan cepat, namun terkadang dapat melewati rute pendek yang mudah diketahui oleh manusia, karena sifatnya yang “serakah”.

Oleh karena itu, terdapat kelemahan dari strategi serakah pada metode ini, yaitu terjadi beberapa kesalahan seperti jalur optimal diperoleh adalah bukan tepat itu terpendek jalur, waktu diperlukan untuk menemukan jalur optimal lebih banyak [16].

2.1. Artificial Bee Colonies

Algoritma Artificial Bee Colony (ABC) merupakan algoritma optimasi berdasarkan perilaku cerdas mencari makan lebah madu. Model ini diperkenalkan oleh Dervis Karaboga pada tahun 2005, Dan adalah berdasarkan pada memeriksa itu perilaku dari nyata lebah dalam menemukan jumlah nektar dan membagikan informasi sumber makanan kepada lebah lain di dalam sarang. Lebah khusus ini mencoba ke maksimalkan itu nektar jumlah disimpan di dalam itu sarang lebah oleh tampil efisien pembagian kerja dan pengorganisasian diri [17]. Tiga agen di Koloni Lebah Buatan adalah:

- Lebah Bekerja
- Lebah Pengamat
- Lebah Pramuka.

Lebah pekerja diasosiasikan dengan sumber makanan tertentu, lebah pengamat mengamati tarian lebah pekerja di dalam sarangnya untuk memilih sumber makanan, dan lebah pengintai mencari sumber makanan secara acak [18].

Lebah pengamat dan lebah pramuka adalah lebah pengangguran. Awalnya, lebah pengintai menemukan posisi semua sumber makanan, setelah itu, pekerjaan lebah yang dipekerjakan dimulai. Lebah buatan yang dipekerjakan secara probabilistik memperoleh beberapa perubahan posisi dalam ingatannya untuk menargetkan sumber makanan baru dan menemukan jumlah nektar atau nilai kesesuaian sumber baru tersebut. Kemudian, lebah pengamat mengevaluasi informasi yang diambil dari seluruh lebah yang dipekerjakan secara artifisial dan kemudian memilih sumber makanan akhir dengan probabilitas tertinggi terkait dengan jumlah nektarnya. Jika nilai kebugaran yang baru lebih tinggi dari yang sebelumnya, maka lebah akan melupakan yang lama dan mengingat posisi yang baru. Inilah yang disebut dengan seleksi serakah. Kemudian lebah pekerja yang sumber makanannya telah habis menjadi lebah pengintai untuk kembali mencari sumber makanan selanjutnya. Dalam ABC, larutan mewakili sumber makanan dan jumlah nektar dari sumber makanan sesuai dengan kesesuaian larutan terkait. Jumlah lebah pekerja dan lebah penjaga adalah sama, dan jumlah ini sama dengan jumlah sumber makanan. Lebah pekerja yang solusinya tidak dapat ditingkatkan melalui sejumlah percobaan yang telah ditentukan, ditentukan oleh pengguna algoritma ABC dan disebut “batas”, menjadi pengintai dan solusinya ditinggalkan [19].

2.2. Formula Artificial Bee Colony

Dalam algoritma ini, lebah yang dipekerjakan melakukan modifikasi posisi (yaitu solusi) dalam memorinya dan memeriksa jumlah nektar (nilai kesesuaian) dari sumber (solusi). Lebah pekerja kemudian mengevaluasi informasi nektar tersebut (nilai kebugaran) dan kemudian memilih sumber

makanan dengan probabilitas yang berkaitan dengan nilai terdekat pada Persamaan 1 [20].

$$P_i = \frac{F(\theta_i)}{\sum_{k=1}^S F(\theta_k)} \quad (1)$$

Untuk keterangan diatas pada rumus penggerak pengamat memiliki keterangan Probabilitas memilih lebah atau dengan simbol (P_i) Sedangkan untuk Posisi dari itu untuk dipekerjakan lebah dengan simbol θ_i dan untuk nilai kedekatan simbolnya $F\theta_i$ dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$x_{ij}(t+1) = \theta_{ij}(t) + \phi(\theta_{ij}(t) - \theta_{kj}(t)) \quad (2)$$

D alah keterangan rumus diatas tentang perhitungan dari posisi baru dengan simbol (x_i) dengan memiliki arti posisi dari itu pengamat lebah. Selanjutnya simbol dari (t) dengan miliki arti Nomor iterasi, untuk symbol (θ_k) dengan arti Secara acak terpilih dipekerjakan lebah. Untuk simbol (j) dengan arti Dimensi solusi. Sedangkan untuk simbol (ϕ : Seri dari acak variabel di dalam itu jangkauan [-1,1] Ini dikenal sebagai strategi seleksi serakah dapat menggunakan Persamaan 3.

$$\theta_{ij} = \theta_{j\min} + rand(\theta_{j\max} - \theta_{j\min}) \quad (3)$$

Dalam perhitungan koloni yang berperan untuk pergerakan dari pramuka lebah dengan simbol (r) adalah dengan nilai acak nomor dan acak [0,1] jadi misalkan dengan memilih tempat apapun dengan memberikan nilai tersebut. Maka nilai yang diperoleh untuk optimace perjalanan ketempat tempat tersebut.

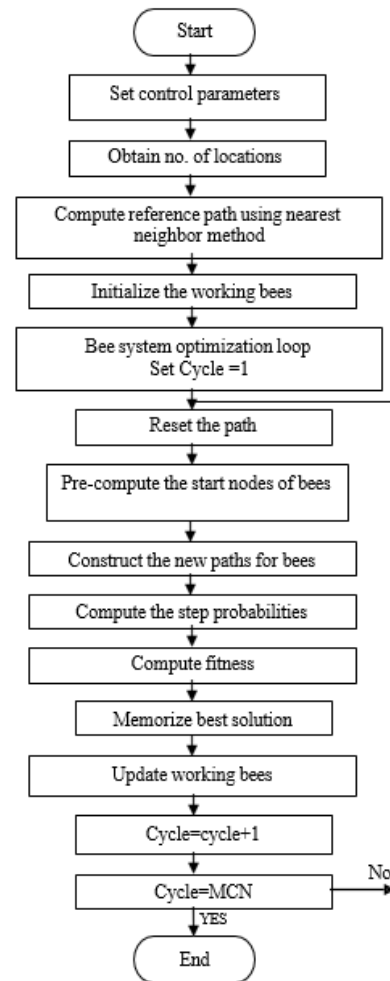
2.3. Skema umum algoritma Artificial Bee Colonies

Skema umum algoritma ABC dalam parameter kontrol penting dalam algoritma koloni lebah buatan adalah jumlah sumber makanan yang sama nomor dari lebah pekerja/pengamat, yang berfungsi ke penonton lebah kecepatan, itu nilai dari itu membatasi (kiri) Dan nomor dari siklus atau itu nomor dari iterasi yang diperlukan untuk menghentikan program[14].

- Fase Inisialisasi Lebah
- Atur Looping yang digunakan Lebah Fase Lebah Pengamat Fase Lebah Pramuka
- Menghafal itu terbaik solusi yang ditemukan sejauh ini
- Sampai itu lingkaran adalah dihentikan

Implementasi algoritma *Artificial Bee Colony* untuk menyelesaikan masalah TSP dijelaskan dengan

bantuan diagram alir yang ditunjukkan di bawah ini [17]:



Gambar 2. Skema Flowchart dari algoritma ABC untuk Masalah masalah Traveling Salesman

Gambar 2 menunjukkan flowchart implementasi algoritma Artificial Bee Colony untuk optimalisasi Travelling Salesman Problem. Pada tahap inisialisasi, parameter kontrol ditetapkan, seperti ukuran koloni, jumlah iterasi (waktu tempuh lebah), bekerja hingga kecepatan lebah pengamat. Pada fase berikutnya, adalah diberikan sebagai sebuah memasukkan ke itu kendaraan dengan itu nomor lokasi itu adalah ke menjadi dikunjungi oleh itu kendaraan. Kemudian A jalur referensi diperoleh dengan menggunakan metode tetangga terdekat. Selanjutnya ketika lebah yang bekerja diinisialisasi, loop optimasi lebah diatur. Kemudian simpul acak ditetapkan untuk memulai lebah, kemudian dengan menghitung probabilitas yang diberikan oleh (1) lebah akan bekerja dan menggambar simpul berikutnya untuk mendapatkan jalur dengan menggunakan (2) dan akan mengingat solusi terbaik yang ditemukan sejauh ini menggunakan strategi seleksi serakah. Akhirnya lebah menjadi pramuka lebah Dan itu nomor dari bekerja lebah adalah

diperbarui, itu adalah lebah pekerja yang habis menjadi lebah pengintai lagi [18]. Itu optimasi lingkaran adalah dihentikan Kapan itu sejumlah iterasi adalah lengkap Dan itu terbaik hasil adalah diperoleh. Lebah pengintai kemudian mulai mencari jalur baru dengan (3). Itu fitur dari A kendaraan itu adalah ke menjadi dipertimbangkan untuknya optimasi seperti terlihat pada tabel 1 terkait dengan parameter algoritma *Artificial Bee Colony*.

Tabel 1. Parameter algoritma *Artificial Bee Colony*

Fitur dari VRP	Pilihan ke ABC
Jumlah kendaraan	Koloni ukuran (jumlah dari lebah)
Memasukkan ke kendaraan	Data (peta terdiri lokasi di dalam itu area tertentu)
Maksimum waktu pada rute	Bekerja waktu (waktu kendala)
lokasi dari tempat jualan	lokasi dari sumber makanan
Kegiatan dari sebuah kendaraan	Bekerja, Penonton dan Lebah pengintai
Kendala ke kendaraan	a. Dia dimulai dari A posisi acak b. mengunjungi setiap sumber hanya sekali c. Mulai & akhir milik mereka rute pada itu sama sumber.

Pada penjelasan tabel diatas, terdiri dari fitur dari VRP yang merumuskan beberapa antara lain untuk parameter kendaraan atau jarak tempuh cukup jauh, Memasukkan ke kendaraan yang memiliki kriterianya, untuk Maksimum waktu pada rute ditentukan dari penggunaan pertama. Dalam pengamatan data juga disesuaikan salah satunya lokasi dari tempat jualan. Gimana dari penggunaan yang terdiri dari macar-macam kendaraan. Selanjutnya dalam pilihan *Artificial Bee Colony* pada *Traveling Salesman Problem*

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil pembahasan dari simulasi yang dicapai dengan menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* pada *Traveling Salesman Problem*. Sistem Koloni Lebah Buatan terdiri dari parameter-parameter seperti ukuran populasi (jumlah lebah yang bekerja), jumlah iterasi (waktu perjalanan lebah), dan jumlah pekerja yang bekerja ke pengamat. lebah kecepatan (0 ke 1). Di dalam Tabel 2, di sana adalah disajikan nama daerah yang perlu diperhatikan, jumlah lokasi dan panjang optimal yang dicapai dengan ABC dan tanpa menggunakan ABC.

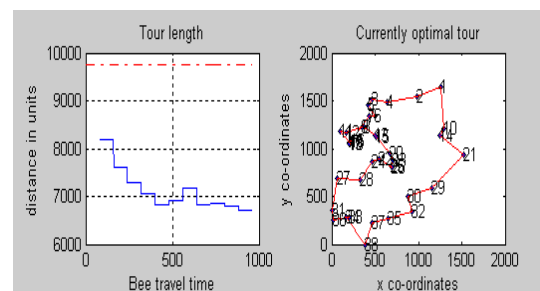
Tabel 2. Definisi bidang studi kasus Optimasi

Nama Kecamatan	Jumlah dari lokasi	Optimal jarak Tanpa ABC	Optimal jarak Menggunakan ABC
Kecamatan Gayamsari	12	25	18
Kecamatan Genuk	25	34	29
Kecamatan Naliyan	32	48	42

Gunungpati

Kecamatan	54	62	56
Naliyan			

Dalam penjelasan tabel sebelumnya Parameter memasukkan adalah dari jumlah lokasi ada 4 kecamatan yang berbeda. Tiap kecamatan dengan jumlah 12 lokasi dari kecamatan Gayamsari, 25 lokasi dari kecamatan genuk, 32 lokasi dari kecamatan Gunungpati dan 54 lokasi dari kecamatan Naliyan. Untuk menghitung nilai dengan memasuki itu dengan lebah bepergian yaitu 100 lebah buatan yang dimasukkan, dengan melakukan perjalanan ke 4 macam tempat dengan rata-rata kecepatan 40-60km/jam untuk bekerja ke Lebah pengamat Kecepatan. Hasil keluaran yang diperoleh simulasi menggunakan Matlab adalah terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik menunjukkan jalur rute yang dikunjungi

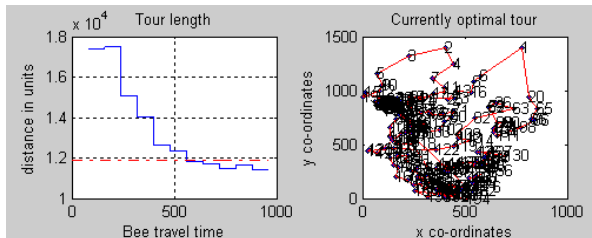
Gambar 3 menunjukkan jalan yang diperoleh lebah di kawasan yang ditetapkan sebagai Kecamatan Gayamsari memiliki 12 lokasi dan juga memberikan jarak panjang. Hasil dari iterasi dan jarak yang dioptimalkan dengan menggunakan algoritma koloni lebah buatan. Dalam obtimasi rute tiap dikunjungi dari nilai 1km sampai dengan 5km memiliki dinilai kecepatan 40km/jam dengan durasi 5 menit tiap menuju waktu perjalan 1 km dengan suasana ramai dalam perjalanan terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. menunjukkan jalur optimal dan jarak optimal

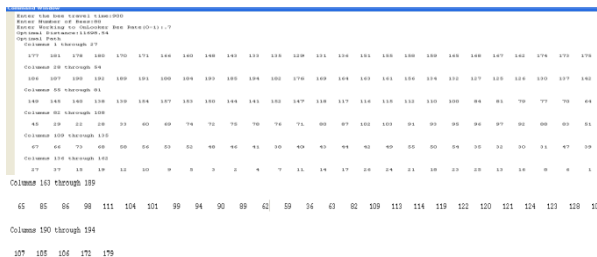
Gambar 4 menunjukkan jalur optimal dan jarak optimal yang diperoleh sebagai penjual keliling yang akan di lalau dengan kecepatan 40km/jam dengan optimal jarak : 62-56 dan itu optimal sebagai jalur sebagai kolom 1 sampai 27 km. Dalam perhitungannya dari nilai 26, 25, 23, 20, 15, 13, 8, 9, 12, 11, 18, 19, 17 16, 7, 6, 5, 3, 4, 2, 1, 10, 14, 21, 29, 30, 32 nilai tersebut akan mengembalikan nilai dari awal misalkan nilai tertinggi 27 makan yang diambil 26 dari nilai

terkecilnya. Sama misalkan nilai tertinggi 38 yang akan diambil 37 kebawah yaitu 37, 33, 31, 27, 24, 22. Demikian pula itu grafik untuk lainnya kecamatan adalah ditampilkan di dalam itu gambar berikut. Gambar 3 menunjukkan itu jalur diperoleh oleh itu lebah di kecamatan yang ditetapkan sebagai kecamatan Genuk memiliki 32 lokasi dan juga memberikan itu jalur panjang dari iterasi dan jarak yang dioptimalkan dengan menggunakan algoritma koloni lebah buatan disajikan pada Gambar 5.



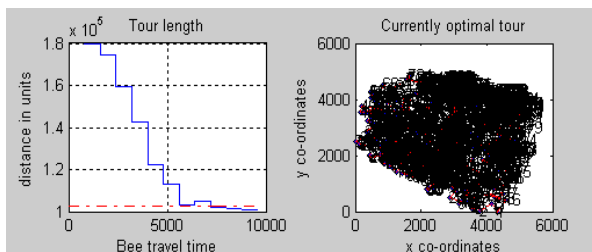
Gambar 5. Grafik optimal menunjukkan nilai yang ditugaskan ke setiap simpul

Bagian kumpulan yang berwarna hitam pada grafik optimal menunjukkan nilai yang ditugaskan ke setiap simpul. Dalam perpindahan nilai akan ditambah 5 menit tiap lokasi yang dikunjungi. Nilai 500m dengan meningkatkan sampai 1000m dengan mengulang yang dikunjunginya. Sebagai lokasi lebih meningkat dan lebih jauh untuk angka yang ada pada simpul. Pada gambar 8 menunjukkan jalur optimal dan jarak optimal yang diperoleh disajikan pada Gambar 6.



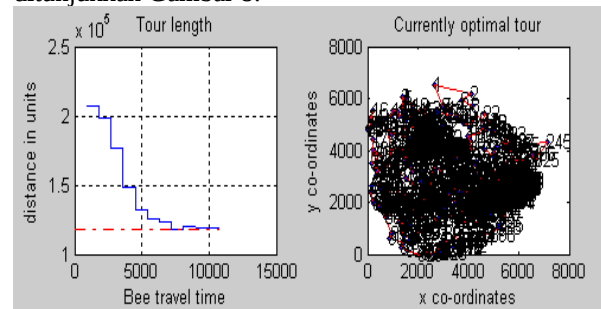
Gambar 6. menunjukkan jalur optimal dan jarak optimal

Juga itu jalur bisa menjadi diperoleh bahkan dengan itu besar nomor lokasi (atau node) seperti untuk 100 lokasi atau bahkan lebih dari itu. Yang didefinisikan di sini untuk area seperti Kecamatan Gunungpati dan Kecamatan Ngaliyan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 10. Grafik optimal menunjukkan nilai terbanyak yang ditugaskan ke setiap simpul

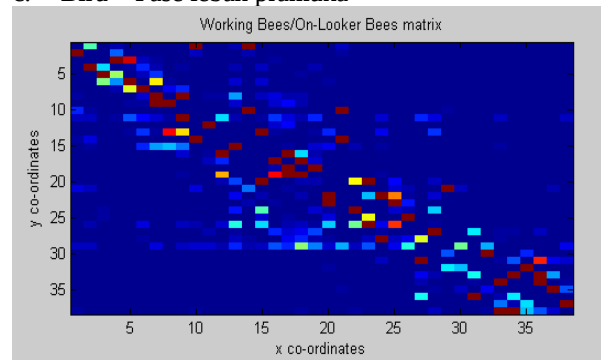
Gambar 7 menunjukkan jalur yang diperoleh lebah di dalam itu daerah Kecamatan Gunungpati dan Kecamatan Ngaliyan dengan milik jalur panjang tiap masing-masing jarak optimal. Dalam perkumpulan lebah buatan mereka akan mengulang kembali titik (note). Misal dari kecamatan gunungpati nilai 32 untuk dikunjungi 5 kali dalam hal nilai tiap kunjungan 40km/jam dalam kurun waktu yang cepat. Untuk melanjutkan ke kecamatan Ngaliyan dengan 54 titik kunjungan dengan nilai 2km (2000) sampai dengan 8km (8000) dengan kembali ke tempat asalnya dapat ditunjukkan Gambar 8.



Gambar 8. Grafik optimal menunjukkan nilai terbanyak dalam kunjungan

Matriks Lebah juga dapat ditampilkan pada keluaran yang menunjukkan jenis lebah yang bekerja di area masing-masing. Gambar 8 menunjukkan matriks lebah kerja/lebah pengamat terpendek. Berikut kode warna matriks keinginan lebah untuk kawasan Kecamatan Gayamsari adalah disajikan pada Gambar 9.

- Merah – Fase lebah pekerja
- Hijau – Fase lebah Pengamat
- Biru – Fase lebah pramuka



Gambar 9. Matriks lebah kerja/lebah pengamat terpendek

Dalam gambaran matrik lebah buatan memiliki nilai terkecil dari nilai kunjungan. Hasil yang sudah disimulasikan bahwa nilai fase lebah warna merah selalu memiliki kunjungan terbanyak dibanding lebah pengamat nilainya kecil. Maka hasil yang di sajikan dengan memberikan nilai tiap kunjungan dengan waktu 5 menit dalam 1000m dalam kunjungannya jadi sangat efisien waktu kerja. Hasil akhir dari penjual keliling yang dilakukan tiap empat kecamatan sangat

pendek dengan rute yang ditanamkan koloni lebah buatan.

4. Kesimpulan

Algoritma *Artificial Bee Colony* disajikan dengan mempertimbangkan pendekatan baru. Algoritma *Artificial Bee Colony* dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan optimal. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir lama perjalanan dan mencari jalur yang optimal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa jarak optimal yang dicapai Algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) lebih kecil dan bebas error. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Algoritma *Artificial Bee Colony* dapat digunakan secara efisien untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* dalam penelitian ini dengan 100 Masukkan Jumlah Lebah: 80 sebagai penjual keliling dengan mencari jalur terpendek dengan pengamat Kecepatan 40km/jam dengan memasuki 123 lokasi dari empat kecamatan, tiap 1km memberikan waktu 5 menit. Dengan demikian Algoritma Koloni Lebah Buatan sangat fleksibel dan dapat digunakan secara efektif untuk menemukan jalur terpendek dengan mempertimbangkan sangat sedikit parameter jarak dan waktu.

Daftar Rujukan

- [1] Widodo, A. A., & Hariyanto, R. (2022). Simulasi Thawaf Dengan Metode Algoritma Artificial Bee Colony (ABC). *Prosiding SISFOTEK*, 6(1), 208-214.
- [2] Azmi, I. S., & Najiyah, I. (2023). Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, 3(3), 35-48. <https://doi.org/10.55606/juitik.v3i3.612>
- [3] Furqan, M., Nasution, Y. R., & Khairunnisa, K. (2022). Application of Artificial Bee Colony Algorithm to Optimize The Shortest Route to Distribute Clean Water Pipes. *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, 1(2), 125-132. <https://doi.org/10.55123/jomlai.v1i2.768>
- [4] Suryanto, Y., Fahmi, A., & Hanuranto, A. T. (2017). Performance Analysis Of Artificial Bee-colony Algorithm For Routing And Wavelength Assignment In Dwdm Transport Network. *eProceedings of Engineering*, 4(1).
- [5] Sayoga, V. D., & Herdiansyah, R. (2024). Implementasi Algoritma Bee Colony Optimization Dalam Mencari Langkah Solusi Tercepat Pada Puzzle Rubik's Cube. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 2(2), 380-385.
- [6] Raheem, S. F., & Alabbas, M. (2021). Dynamic Artificial Bee Colony Algorithm with Hybrid Initialization Method. *Informatica*, 45(6). <https://doi.org/10.31449/inf.v45i6.3652>
- [7] Yilmaz, V., Büyükyildiz, M., & Baykan, Ö. K. (2020). Optimization of water distribution networks using artificial bee colony algorithm. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 377-392. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.568917>
- [8] Ong, K. M. (2021). *A modified flower pollination algorithm and carnivorous plant algorithm for solving engineering optimization problem* (Doctoral dissertation, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).
- [9] Fajrianto, A., Ilhamsyah, I., & Hidayati, R. (2022). Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony Berbasis Web. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 10(1), 32-38. <https://doi.org/10.31294/jki.v10i1.12550>
- [10] Atli, İ., Durgut, R., & Aydın, M. E. (2021, June). A Comparative Analysis for Binary Search Operators used in Artificial Bee Colony. In *2021 29th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.
- [11] Sari, S. N., Kaban, R., Khaliq, A., & Andari, A. (2022). Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah Menggunakan Metode Hybrid Artificial Bee Colony (HABC). *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 2(1), 20-32. <https://doi.org/10.61306/jnastek.v2i1.21>
- [12] Chaerunnissa, H. (2021). Penyelesaian travelling salesman problem dengan menggunakan algoritma artificial bee colony. *Jurnal Riset Matematika*, 1(1), 37-45. <https://doi.org/10.29313/jrm.v1i1.160>
- [13] Toptaş, B., & Hanbay, D. (2020). A new artificial bee colony algorithm-based color space for fire/flame detection. *Soft Computing*, 24(14), 10481-10492.
- [14] Rahman, A. U. (2023). *Penerapan Algoritma Artificial Bee Colony Pada Penentuan Portofolio Optimal* (Doctoral dissertation, UNDIP).
- [15] Asuat, E. A., & Nani, P. A. (2023). Pencarian rute terpendek dalam pengantaran surat menggunakan algoritma artificial bee colony studi kasus kantor kelurahan kolhwa. *Contar: Jurnal Ilmu Komputer*, 1(1), 23-29.
- [16] Sandi, A. (2021). *Pergerakan NPC Dalam Simulasi Tour Guide Jawa Timur Park 1 Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [17] Amanah, S. N., Noviani, E., & Yudhi, Y. Algoritma Artificial Bee Colony (Abc) Dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP) Studi Kasus: Data Pelanggan Agen Surat Kabar Di Kota Singkawang. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 11(4). <http://dx.doi.org/10.26418/bbimst.v11i4.57228>
- [18] Erkin, T., Baktir, N., & Aslan, S. (2023, October). A New Parallel Artificial Bee Colony Algorithm for Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles. In *2023 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)* (pp. 1-6). IEEE.
- [19] Cui, L. (2023). Application of Adaptive Artificial Bee Colony Algorithm in Reservoir Information Optimal Operation. *Informatica*, 47(2).
- [20] Turan, S., Aydoğdu, İ., & Emsen, E. (2023). Optimum Design Of Elastic Continuous Foundations With The Artificial Bee Colony Method. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(1), 36-51. <https://doi.org/10.24107/ijeas.1223160>