

Pencarian Rute Tercepat Mobil Ambulance Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization

Angga Eka Prasetya

Fakultas Industri Kreatif dan Telematika, Teknik Informatika, Universitas Trilogi, Jakarta, Indonesia
Email: Ekaangga709@Gmail.com

Abstrak

Pelayanan yang diberikan rumah sakit kepada pasien salah satunya adalah tim ambulance yang digunakan sebagai transportasi pengantar pasien atau jenazah kerumah sakit dan rumah duka, dalam pelayanan tim ambulance membutuhkan kecepatan dan ketepatan waktu dalam meminimalisir resiko pasien, Rute tercepat pada umumnya didasarkan jarak tempuh terpendek dari suatu titik ke titik yang lain. Pada kenyataannya rute terbaik seharusnya memperhatikan kondisi jalan misalnya kapasitas jalan, banyak kendaraan yang melewati dan lain-lain. Metode yang digunakan untuk penelitian adalah algoritma Ant Colony Optimization, metode yang digunakan cukup mudah karena untuk pencarian secara mendalam dengan kualitas solusi yang lebih baik dibandingkan menggunakan metode pencarian konvensional biasa sehingga bertujuan merancang rute perjalanan ambulance yang dapat diminimalkan jarak menuju pasien serta rumah sakit sebagai rute yang kemungkinan besar memiliki waktu tercepat.

Kata Kunci: Ambulance, Rute Tercepat, Algoritma Ant Colony Optimization.

Abstract

One of the services provided by the hospital to patients is an ambulance team that is used as a transport to deliver patients or bodies to hospitals and funeral homes. In the service of ambulance teams requires speed and timeliness in minimizing patient risks. The fastest route is generally based on the shortest distance another point to point. In fact the best route should pay attention to road conditions such as road capacity, many vehicles passing through and so on. The method used for the research is the Ant Colony Optimization algorithm, the method used is quite easy because it searches in depth with a better quality solution than using conventional search methods so that it aims to design an ambulance route that can minimize the distance to patients and hospitals as a route who most likely have the fastest time.

Keywords: Ambulance, Fastest Route, Ant Colony Optimization Algorithm.

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah suatu organisasi yang dilakukan oleh tenaga medis profesional yang terorganisir baik dari sarana prasarana kedokteran yang permanen, pelayanan kedokteran, asuhan keperawatan yang berkesinambungan, diagnosis serta pengobatan penyakit yang diderita oleh pasien[1]. Pada prinsipnya rumah sakit merupakan salah satu jasa layanan publik dalam bidang kesehatan, fungsi serta layanan kesehatan dari rumah sakit tidak dapat dibandeng rendah karena keberadaan layanan kesehatan ini turut menentukan tingkat kesehatan masyarakat yang merupakan sumber daya penting pada proses pembangunan bangsa. Oleh karena itu, rumah sakit merupakan ujung tombak dari kelangsungan hidup pasien yang diharapkan dapat terus memberikan layanan yang berkualitas[2].

Rumah sakit memiliki pelayanan yang sangat penting yaitu emergensi dikenal dengan “*The Golden Time*”, pelayanan tersebut merupakan pengamatan pada pasien yang dapat selamat dari situasi emergensi adalah pasien yang tiba di rumah sakit dan memperoleh perawatan lanjutan dalam waktu satu jam dan memiliki kesempatan hidup besar dibanding pasien yang terlambat tiba dirumah sakit tujuan[3]. Efektifitas *Response Time* bergantung pada tiga komponen, yaitu waktu pemrosesan panggilan, waktu yang digunakan tim di ambulance dalam mempersiapkan dan waktu perjalanan ke lokasi pasien. *Response Time* bisa lebih lama dikarenakan buruknya komunikasi, sumber daya yang tidak terlatih, dan kemacetan lalu lintas yang akan dilalui *Ambulance*[3].

Pernyataan diatas selalu dikaitkan dengan transportasi *Ambulance* yaitu unit transportasi medis yang khusus dengan transportasi lainnya. *Ambulance* gawat darurat dapat menangani pasien, memberikan pertolongan pertama dan melakukan perawatan intensif selama dalam perjalanan menuju rumah sakit tujuan[4]. *Ambulance* gawat darurat memerlukan rute perjalanan yang kemungkinan besar memiliki waktu tempuh pendek. Rute tercepat berdasarkan jarak tempuh dari suatu tempat ke tempat yang lain. seharusnya rute tercepat lebih memperhatikan kondisi jalan misalnya kapasitas jalan, banyak kendaraan yang melewati, jarak tempuh dan lain-lain. Kegiatan *Ambulance* dalam mengantarkan pasien kerumah sakit tujuan membutuhkan pemilihan rute tercepat untuk melintas jalur lalu lintas dalam Kota, sehingga didapatkan efisiensi waktu. Dengan perbandingan jumlah jalan dan kendaraan yang tidak seimbang maka diperlukan pengetahuan bagi pengendara *Ambulance* untuk memilih jalur alternatif agar mendapatkan jalur tercepat guna menyelamatkan pasien[5].

Permasalahan yang terjadi adalah perencanaan rute perjalanan *Ambulance* yang bertugas menjemput pasien sekaligus mendapatkan total jarak tempuh minimal yang harus ditempuh *Ambulance* dengan memperhatikan ketersediaan *Ambulance* pada setiap rumah sakit yang ingin dituju. Berdasarkan pernyataan diatas maka diterapkan metode *Ant Colony Optimization* ialah sebuah kumpulan ilmu yang tergabung dalam *Swarm*

Intelligence dan merupakan bagian dari *Artificial Intelligence*, yang digunakan untuk pencarian secara mendalam dengan kualitas solusi yang lebih baik dibandingkan menggunakan metode pencarian konvensional biasa sehingga bertujuan merancang rute perjalanan ambulance yang dapat diminimalkan jarak menuju pasien serta rumah sakit sebagai rute yang kemungkinan besar memiliki waktu tercepat, dimana rute dipilih dengan memperhatikan jarak tempuh dan kepadatan lalu lintas. Jadi rute terbaik belum tentu memiliki jarak tempuh terpendek.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Rumah Sakit

Rumah Sakit sebagai salah satu sarana kesehatan yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat memiliki peran yang sangat strategis dalam mempercepat peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Oleh karena itu Rumah sakit memberikan pelayanan yang bermutu yang memuaskan bagi pasiennya sesuai standar yang telah ditetapkan dan dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakatnya. Menurut UU Kesehatan, pelaksanaan pelayanan kesehatan harus mendahulukan pertolongan keselamatan nyawa pasien dibanding kepentingan lainnya. Konsekuensi logis dari hal tersebut adalah bahwa penyelenggaraan upaya kesehatan lebih banyak berorientasi pada aspek sosial kemanusiaan sebagai sarana untuk pengabdian terhadap kepentingan masyarakat. Kepentingan masyarakat dalam hal ini adalah untuk mendapatkan pelayanan kesehatan yang berkualitas dan terjangkau[6].

2.2. Ambulance

Penggunaan *Ambulance* yaitu sebagai unit transportasi layanan sosial dalam hal transportasi gawat darurat medis atau keperluan lainnya cukup memiliki peran penting dimasyarakat. *Ambulance* adalah kendaraan transportasi gawat darurat medis khusus orang sakit atau cedera yang digunakan untuk membawanya dari satu tempat ke tempat lain guna perawatan lebih lanjut. Istilah ambulan digunakan untuk menerangkan kendaraan yang digunakan untuk membawa peralatan medis kepada pasien di luar rumah sakit atau memindahkan pasien ke rumah sakit untuk perawatan lebih lanjut. Kendaraan ini dilengkapi dengan sirene dan lampu berwarna merah dan biru gawat darurat agar dapat menembus kemacetan lalu lintas[7].

2.3. Pencarian Rute

Pencarian rute terpendek adalah menentukan jalur yang paling optimal, yaitu jalur dengan rute terpendek dan biaya terkecil dalam penerapannya dapat dilakukan pada satu atau lebih asal pencarian rute ke satu atau lebih tujuan melalui jaringan yang terhubung. Dalam beberapa aplikasi, juga bermanfaat untuk mengetahui jalur terpendek dua atau tiga alternatif tambahan misalnya, dalam rangka meningkatkan efektivitas pemberian informasi perjalanan, kebutuhan untuk memberikan beberapa jalur alternatif bagi pengguna jalan dalam mengemudi[8]. Waktu dapat dikaitkan dengan jarak tempuh, semakin pendek jarak tempuh maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut. Penghitungan rute terpendek memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari karena harus dilakukan dalam waktu singkat dan pada saat itu juga agar segera dapat diketahui rute mana yang paling pendek untuk dilewati. Dengan melewati rute terpendek dapat membuat mobilitas sehari-hari menjadi lebih efisien. Untuk mencapai suatu tempat yang dituju terkadang seseorang tidak mengetahui terdapat jalur terdekat untuk mencapai tujuannya. Jika seseorang mengetahui jalur terdekat tersebut akan dapat mempersingkat waktu tempuh yang dimilikinya[9].

2.4. Ant Colony Optimization

ACO merupakan pengembangan dari *Ant Colony*. ACO bekerja sebagai berikut: pertama kali, sejumlah m semut ditempatkan pada sejumlah n titik berdasarkan beberapa aturan inisialisasi (misalnya, secara acak). Setiap semut membuat sebuah tour (yaitu, sebuah solusi jalur evakuasi yang mungkin) dengan menerapkan sebuah aturan transisi status secara berulang kali. Selagi membangun tournya, setiap semut juga memodifikasi jumlah *Pheromone* pada edge-edge yang dikunjungi dengan menerapkan aturan pembaruan *Pheromone* local yang telah disebutkan tadi. Setelah semua semut mengakhiri tour mereka, jumlah *Pheromone* yang ada pada edge-edge dimodifikasi kembali (dengan menerapkan aturan pembaruan *Pheromone* global). Dalam membuat tour, semut 'dipandu' oleh informasi heuristik (mereka lebih memilih edge-edge yang pendek) dan oleh informasi *Pheromone*. Sebuah edge dengan jumlah *Pheromone* yang tinggi merupakan pilihan yang sangat diinginkan. Kedua aturan pembaruan *Pheromone* itu dirancang agar semut cenderung untuk memberi lebih banyak *pheromone* pada edge-edge yang harus mereka lewati. Algoritma ACO memiliki simulasi yang baik dalam memecahkan masalah optimasi.

ACO diaplikasikan dalam jalur evakuasi dengan cara sebagai berikut :

1. *Pertama* adalah dengan mengkonstruksikan masalah ke dalam sebuah graph $G = (V, E)$ dengan V himpunan vertek yang merepresentasikan himpunan titik – titik, dan E adalah himpunan dari edge yang mempresentasikan jarak antara dua titik.

2. *Kedua*, kendala yang terdapat pada jalur evakuasi yaitu mengunjungi n titik dengan titik-titik yang ada hanya dikunjungi sekali dimana titik awal sama dengan titik akhir. Tujuan dari JALUR EVAKUASI yaitu mencari tour terpendek terhadap n titik.
3. *Ketiga*, pemberian nilai intensitas jejak semut (*Pheromone*) dan informasi heuristik. Pemberian nilai *Pheromone* (τ_{rs}) dalam jalur evakuasi dilakukan saat semut mengunjungi titik s setelah mengunjungi titik r . Informasi *Heuristik* (η_{rs}) merupakan informasi yang merepresentasikan kualitas suatu edge antara titik r dan titik s , informasi ini dihitung sebelum algoritma dijalankan. Dengan $\eta_{rs} = 1/d_{rs}$, d_{rs} adalah jarak antara titik r dan titik s .
4. *Keempat*, (*tour construction*). Sebuah tour dibangun dengan mengaplikasikan prosedur sederhana sebagai berikut : Inisialisasi, ditempatkan m semut di n titik menurut aturan tertentu, kemudian semut mengaplikasikan state transition rule secara iteratif.

Semut membangun lintasan sebagai berikut. Pada titik r , semut memilih secara probabilistik titik s yang belum dikunjungi menurut intensitas *Pheromone* (τ_{rs}) pada edge antara titik r ke titik s , serta informasi *Heuristik* lokal yang ada yaitu panjang sisi (edge). Semut secara probabilistik lebih menyukai titik yang dekat dan terhubung dengan tingkat *Pheromone* yang tinggi. Untuk membangun jalur terpendek yang mungkin, setiap semut mempunyai suatu bentuk memori yang disebut tabu list. Tabu list digunakan untuk menentukan himpunan titik yang masih harus dikunjungi pada setiap langkah dan untuk menjamin terbentuknya jalur terpendek yang mungkin. Selain itu semut bisa melacak kembali lintasannya, ketika sebuah lintasan itu diselesaikan. Setelah semua semut membangun sebuah tour, *Pheromone* di-update dengan cara mengurangi tingkat *Pheromone* oleh suatu faktor konstanta dan kemudian semut meletakkan *Pheromone* pada edge yang dilewati. Update dilakukan sedemikian rupa sehingga edge dari lintasan yang lebih pendek dan dilewati banyak semut menerima jumlah *Pheromone* yang lebih banyak. Karena itu pada iterasi algoritma yang berikutnya akan mempunyai probabilitas yang lebih tinggi untuk dipilih.

3. METODE PENELITIAN

1. Identifikasi Masalah
Identifikasi pada suatu transportasi Ambulance rumah sakit bisa dilihat dari data yang digunakan berupa lalu lintas, lokasi rumah sakit, lokasi penjemputan pasien. Penelitian ini memfokuskan penggunaan Algoritma Ant Colony Optimization terhadap Ambulance yang akan dijadikan objek dari proses identifikasi.
2. Studi Literatur
Tahapan studi literatur ini adalah tahapan dimana mencari data rute tercepat yang dimaksud untuk mengetahui informasi mengenai kondisi lalu lintas. Studi literatur dilakukan dengan mengambil data melalui jurnal penelitian sebelumnya.
3. Pengumpulan Data
Pada tahap pengumpulan data ini data dari kondisi rute lalu lintas Ambulance. Data yang dikumpulkan akan digunakan pada proses pelatihan dan pengujian.
4. Pelatihan dan Pengujian
Setelah proses pengumpulan data pada tahapan sebelumnya. Data yang telah dikumpulkan tersebut selanjutnya digunakan untuk proses pelatihan dan pengujian Data dibagi menjadi dua kelompok yaitu data latih dan data uji.
5. Hasil
Setelah dilakukan pelatihan dan pengujian maka selanjutnya akan mendapatkan hasil pengujian dan pelatihan program. Hasil dari pengujian program akan berupa data statistik tingkat akurasi dari hasil pengujian dalam persen dan banyaknya epoch yang dilakukan. Jika data hasil pengujian dan pelatihan masih belum mencapai target yang diinginkan maka akan dilakukan pelatihan dan pengujian data ulang hingga mencapai target yang relevan.
6. Laporan
Jika hasil data pelatihan dan pengujian telah mencapai target data yang relevan maka selanjutnya akan dilakukan pembuatan laporan mengenai hasil pelatihan dan pengujian. Laporan akan dibuat

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam algoritma semut, diperlukan beberapa variabel dan langkah-langkah untuk menentukan jarak terpendek.

Langkah 1 :

Parameter-parameter yang diperlukan pada algoritma semut adalah sebagai berikut:

1. Intensitas jejak semut antar tempat (τ_{ij}) dan Perubahannya $\Delta\tau_{ij}$ harus diinisialisasikan sebelum memulai siklus. τ_{ij} digunakan dalam persamaan probabilitas tempat yang akan dikunjungi. $\Delta\tau_{ij}$ diinisialisasikan setelah selesai satu siklus. $\Delta\tau_{ij}$ digunakan untuk menentukan τ_{ij} untuk siklus selanjutnya.

2. Tetapan siklus semut (Q)
Q merupakan konstanta yang digunakan dalam persamaan untuk menentukan $\Delta\tau_{ij}$. Nilai Q ditentukan oleh pengguna.
 3. Tetapan pengendali intensitas jejak semut (α)
 α digunakan dalam persamaan probabilitas tempat yang akan dikunjungi dan berfungsi sebagai pengendali intensitas jejak semut. Nilai α ditentukan oleh pengguna.
 4. Tetapan pengendali visibilitas (β)
 β digunakan dalam persamaan probabilitas kota yang akan dikunjungi dan berfungsi sebagai pengendali visibilitas. Nilai β ditentukan oleh pengguna.
 5. Visibilitas antar tempat (η_{ij})
 η_{ij} digunakan dalam persamaan probabilitas tempat yang akan dikunjungi. Nilai η_{ij} merupakan hasil dari $1/\eta_{ij}$ (jarak tempat).
 6. Banyak semut (m).
m merupakan banyak semut yang akan melakukan siklus dalam algoritma semut. Nilai m ditentukan oleh pengguna.
 7. Tetapan penguapan jejak semut (ρ)
 ρ digunakan untuk menentukan τ_{ij} untuk siklus selanjutnya. Nilai ρ ditentukan oleh pengguna.
 8. Jumlah siklus maksimum (NCmax)
NCmax adalah jumlah maksimum siklus yang akan berlangsung. Siklus akan berhenti sesuai dengan NCmax yang telah ditentukan atau telah konvergen. Nilai NCmax ditentukan oleh pengguna.
 9. Pengisian koordinat tempat
Pada pengisian koordinat tempat dapat diinputkan sesuai dengan yang kita inginkan. Dengan bertambahnya koordinat maka jalur yang ditempuh akan lebih panjang.
- Setelah inisialisasi τ_{ij} dilakukan, kemudian m semut ditempatkan pada tempat pertama tertentu secara acak. Untuk nilai parameter α sebaiknya diberi nilai $0 \leq \alpha \leq 1$ ini dimaksudkan untuk menghindari akumulasi pheromone yang tidak terbatas pada sisi tersebut. Karena jumlah pheromone yang ditinggalkan tidak mungkin bertambah kuat tetapi akan bertambah kurang. Untuk nilai parameter β sebaiknya tidak diberi nilai 0 karena jika diberi nilai 0 maka hasil yang dicapai tidak maksimum. Tidak optimum disini berarti suatu kondisi dimana panjang perjalanan yang dicapai tidak minimum.

Langkah 2 :

Pengisian tempat pertama ke dalam tabu list. Hasil inisialisasi tempat pertama setiap semut dalam langkah harus diisikan sebagai elemen pertama tabu list. Hasil dari langkah ini adalah terisinya tabu list setiap semut dengan indeks tempat tertentu, yang berarti bahwa setiap tabuk(1) bisa berisi indeks tempat antara 1 sampai n sebagaimana hasil inisialisasi pada langkah 1.

Langkah 3 :

Untuk menentukan tempat tujuan digunakan persamaan probabilitas tempat untuk dikunjungi sebagai berikut:

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in N - \text{tabu}_k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_{ik}]^\beta} \text{ Untuk } j \in \{N - \text{tabu}_k\} \quad (1)$$

dengan i sebagai indeks tempat asal dan j sebagai indeks tempat tujuan.

Langkah 4:

Perhitungan panjang rute setiap semut Perhitungan panjang rute tertutup (length closed tour) atau L_k setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semua semut. Perhitungan dilakukan berdasarkan tabuk masing-masing dengan persamaan berikut:

$$L_k = d_{\text{tabu}_k(n), \text{tabu}_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{\text{tabu}_k(s), \text{tabu}_k(s+1)} \quad (2)$$

Dengan d_{ij} adalah jarak antara tempat i ke tempat j yang dihitung berdasarkan persamaan:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (3)$$

Setelah L_k setiap semut dihitung, akan diperoleh harga minimal panjang rute tertutup setiap siklus atau $L_{\min NC}$ dan harga minimal panjang jalur tertutup secara keseluruhan adalah atau L_{\min} . Perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar tempat $\Delta\tau_{ij}$ Koloni semut akan meninggalkan jejak-jejak kaki pada lintasan antar tempat yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar tempat. Persamaan perubahannya adalah:

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k \quad (4)$$

dengan $\Delta\tau$ adalah perubahan harga intensitas jejak

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \quad (5)$$

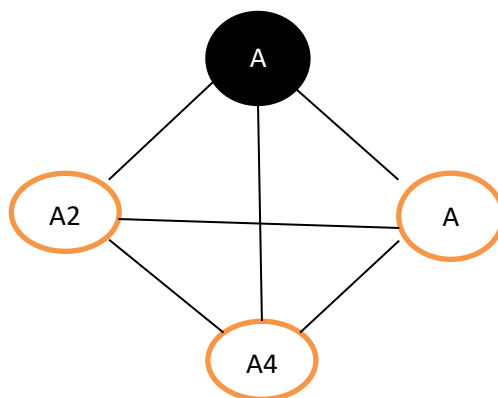
Perhitungan harga intensitas jejak kaki semut antar tempat untuk siklus selanjutnya. Harga intensitas jejak kaki semut antar tempat pada semua lintasan antar tempat ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewati. Untuk siklus selanjutnya, semut yang akan melewati lintasan tersebut harga intensitasnya telah berubah. Harga intensitas jejak kaki semut antar tempat untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan:

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} + \Delta \tau_{ij} \quad (6)$$

Atur ulang harga perubahan intensitas jejak kaki semut antar tempat. Untuk siklus selanjutnya perubahan harga intensitas jejak semut antar tempat perlu diatur kembali agar memiliki nilai sama dengan nol.

Langkah 5 :

Pengosongan tabu list, dan ulangi langkah 2 jika diperlukan. Tabu list perlu dikosongkan untuk diisi lagi dengan urutan tempat yang baru pada siklus selanjutnya, jika jumlah siklus maksimum belum tercapai atau belum terjadi konvergensi. Algoritma diulang lagi dari langkah pengisian tabu list dengan harga parameter intensitas jejak kaki semut antar tempat yang sudah diperbaharui. Analisa Dengan Algoritma Ant Colony Optimization tetapkan rute tercepat dengan 4 (empat) buah titik yang saling terhubung



Gambar 1. Rute Dengan 4 Titik.

Keterangan :

- A1 : Tempat pengambilan barang
- A2 : Tujuan pertama
- A3 : Tujuan kedua
- A4 : Tujuan ketiga

Warna hitam menunjukkan tempat pengambilan barang dan tempat kembali.

Tabel 1. Data Jarak Setiap Titik.

	A1	A2	A3	A4
A1	-	5	6	4
A2	5	-	6	7
A3	6	6	-	4
A4	4	7	4	-

Tentukan parameter dan Feremon

$$\alpha = 1,00$$

$$\beta = 1,00$$

$$p = 0,50$$

$$Q = 1$$

$$N = 4$$

$$\text{Feremon} = 0,01$$

Probabilitas pada setiap titik

$$P_{(A1A2)} = \frac{(F_{A1A2})^\alpha \cdot (1/J_{A1A2})^\beta}{(F_{A1A2})^\alpha \cdot (1/J_{A1A2})^\beta + (F_{A1A3})^\alpha \cdot (1/J_{A1A3})^\beta + (F_{A1A4})^\alpha \cdot (1/J_{A1A4})^\beta}$$

$$P_{(A1A3)} = \frac{(F_{A1A3})^\alpha \cdot (1/J_{A1A3})^\beta}{(F_{A1A2})^\alpha \cdot (1/J_{A1A2})^\beta + (F_{A1A3})^\alpha \cdot (1/J_{A1A3})^\beta + (F_{A1A4})^\alpha \cdot (1/J_{A1A4})^\beta}$$

- $P_{(A1A4)} = (F_{A1A4})^a \cdot (1/J_{A1A4})^b / ((F_{A1A2})^a \cdot (1/J_{A1A2})^b + (F_{A1A3})^a \cdot (1/J_{A1A3})^b + (F_{A1A4})^a \cdot (1/J_{A1A4})^b)$
- a. Probabilitas (A1,A2), (A1,A3), (A1,A4)
- $P_{(A1A2)} = (0,01)^1 \cdot (1/5)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,3243243243$
- $P_{(A1A3)} = (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,2702702703$
- $P_{(A1A4)} = (0,01)^1 \cdot (1/4)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,4054054054$
- b. Probabilitas (A2A1), (A2A3), (A2A4)
- $P_{(A2A1)} = (0,01)^1 \cdot (1/5)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1) = 0,3925233645$
- $P_{(A2A3)} = (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1) = 0,3271028037$
- $P_{(A2A4)} = (0,01)^1 \cdot (1/7)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/5)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1) = 0,2803738318$
- c. Probabilitas (A3A1), (A3A2), (A3A4)
- $P_{(A3A1)} = (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,2857142857$
- $P_{(A3A2)} = (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,2857142857$
- $P_{(A3A4)} = (0,01)^1 \cdot (1/4)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/6)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,4285714286$
- d. Probabilitas (A4A1), (A4A2), (A4A3)
- $P_{(A4A1)} = (0,01)^1 \cdot (1/4)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/4)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,3888888889$
- $P_{(A4A2)} = (0,01)^1 \cdot (1/7)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/4)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,2222222222$
- $P_{(A4A3)} = (0,01)^1 \cdot (1/4)^1 / ((0,01)^1 \cdot (1/4)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/7)^1 + (0,01)^1 \cdot (1/4)^1) = 0,3888888889$

Tabel 2. Data Probabilitas Setiap Titik.

	A1	A2	A3	A4
A1		0,3243243243	0,2702702703	0,4054054054
A2	0,3925233645		0,3271028037	0,2803738318
A3	0,2857142857	0,2857142857		0,4285714286
A4	0,3888888889	0,2222222222	0,3888888889	

Rute dengan probabilitas acak = A1 - A3 - A4 - A2 - A1

Perhitungan awal intensitas jejak kaki semut

a. Iterasi Pertama

$$(F_{A1A3}) = ((1-p) \cdot F_{awal}) + (Q / \text{Total Jarak})$$

$$(F_{A1A3}) = ((1-0,5) \cdot 0,01) + (1/25) = 0,045$$

$$(F_{A3A4}) = ((1-0,5) \cdot 0,01) + (1/25) = 0,045$$

$$(F_{A4A2}) = ((1-0,5) \cdot 0,01) + (1/25) = 0,045$$

$$(F_{A2A1}) = ((1-0,5) \cdot 0,01) + (1/25) = 0,045$$

Tabel 3. Data Iterasi Pertama

	A1	A2	A3	A4
A1			0,045	
A2	0,045			
A3				0,045
A4		0,045		

b. Iterasi Kedua

$$(F_{A1A2}) = ((1-p) \cdot F_{kedua}) + (Q / \text{Total Jarak})$$

$$(F_{A1A2}) = ((1-0,5) \cdot 0,045) + (1/25) = 0,0625$$

$$(F_{A2A4}) = ((1-0,5) \cdot 0,045) + (1/25) = 0,0625$$

$$(F_{A4A3}) = ((1-0,5) \cdot 0,045) + (1/25) = 0,0625$$

$$(F_{A3A1}) = ((1-0,5) \cdot 0,045) + (1/25) = 0,0625$$

Tabel 4. Data Iterasi Kedua

	A1	A2	A3	A4
A1		0,0625		
A2				0,0625
A3	0,0625			
A4			0,0625	

c. Iterasi Ketiga

$$(F_{A1A4}) = ((1-p) \cdot F_{ketiga}) + (Q / \text{Total Jarak})$$

$$(F_{A1A4}) = ((1-0,5) \cdot 0,0625) + (1/25) = 0,07125$$

$$(F_{A4A3}) = ((1-0,5) \cdot 0,0625) + (1/25) = 0,07125$$

$$(F_{A3A2}) = ((1-0,5) \cdot 0,0625) + (1/25) = 0,07125$$

$$(F_{A2A1}) = ((1-0,5) \cdot 0,0625) + (1/25) = 0,07125$$

Tabel 5. Data Iterasi Ketiga

	A1	A2	A3	A4
A1				0,07125
A2	0,07125			
A3		0,07125		
A4			0,07125	

Lakukan hal yang sama sampai data iterasi Keenam

d. Iterasi Keenam

$$(F_{A1A2}) = ((1 - p) \cdot F_{\text{keenam}}) + (Q / \text{Total Jarak})$$

$$(F_{A1A2}) = ((1 - 0,5) \cdot 0,0778125) + (1/25) = 0,07890625$$

$$(F_{A2A3}) = ((1 - 0,5) \cdot 0,0778125) + (1/25) = 0,07890625$$

$$(F_{A3A4}) = ((1 - 0,5) \cdot 0,0778125) + (1/25) = 0,07890625$$

$$(F_{A4A1}) = ((1 - 0,5) \cdot 0,0778125) + (1/25) = 0,07890625$$

Tabel 6. Data Iterasi Keenam

	A1	A2	A3	A4
A1		0,07890625		
A2			0,07890625	
A3				0,07890625
A4	0,07890625			

Perhitungan Total Intensitas jejak Kaki Semut

Tabel 7. Data Total Intensitas Jejak Kaki Semut Setelah 6 Iterasi

	A1	A2	A3	A4
A1		0,14140625	0,1228125	0,146875
A2	0,11625		0,15453125	0,1403125
A3	0,138125	0,1490625		0,12390625
A4	0,15671875	0,120625	0,13375	

Membuat Tabu List

Tabel 8. List Jarak Berdasarkan Iterasi Jejak Kaki Semut

Iterasi	Rute	Total
0	A1-A3-A4-A2-A1	6+4+7+5=22
1	A1-A2-A4-A3-A1	5+7+4+6=22
2	A1-A4-A3-A2-A1	4+4+6+5=19
3	A1-A4-A2-A3-A1	4+7+6+6=23
4	A1-A3-A2-A4-A1	6+6+7+4=23
5	A1-A2-A3-A4-A1	5+6+4+4=19

Seleksi Terhadap Jalur Yang Dilalui

Tabel 9. Jarak Seleksi

Iterasi	Rute	Total
0	-	-
1	A1-A2-A4-A3-A1	5+7+4+6=22
2	A1-A4-A3-A2-A1	4+4+6+5=19
3	A1-A4-A2-A3-A1	4+7+6+6=23
4	-	-
5	-	-

Perbandingan Jarak Setelah Diseleksi

Tabel 10. Hasil Pemilihan Jarak Optimal

Iterasi	Rute	Total
2	A1-A4-A3-A2-A1	4+4+6+5=19

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas yang sudah penulis buat, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa rute tercepat lebih baik digunakan dari pada menggunakan rute yang sering dilalui pengendara di jalan macet. Algoritma Ant Colony Optimization telah berhasil digunakan untuk mencari rute tercepat dengan pemilihan parameter Algoritma Ant Colony Optimization secara tepat. Sehingga transportasi Ambulance dapat mengantarkan pasien secara cepat dan sigap untuk mencapai rumah sakit tujuan..

REFERENCES

- [1] S. Supartiningsih, "Kualitas Pelayanan Kepuasan Pasien Rumah Sakit : Kasus Pada Pasien Rawat Jalan," vol. 6, no. April, pp. 9–15, 2017.
- [2] S. Permintaan and L. Ambulans, "Sistem permintaan layanan ambulans dengan sms gateway pada rumah sakit," pp. 270–279.
- [3] E. Oktaviani et al., "SENTRALISASI LAYANAN EMERGENSI SEBAGAI UPAYA," pp. 2–4, 2013.
- [4] M. Kartasmita, A. B. Purba, and W. Kusdiawan, "AMBULANCE KE RSUD KARAWANG DENGAN ALGORITME DIJKSTRA," vol. 9, pp. 290–300, 2017.
- [5] S. Kasus, K. Kota, P. Agustianaji, S. Pramono, and M. A. Muslim, "Optimasi Jalur Tercepat dengan Menggunakan Modifikasi Algoritma Bellman Ford," vol. 9, no. 2, pp. 168–172, 2015.
- [6] S. Iskandar, "Pelayanan kesehatan dalam meningkatkan kepuasan masyarakat di rumah sakit panglima sebaya kabupaten paser," vol. 4, no. 2, pp. 777–788, 2016.
- [7] M. F. Jauhari, M. Arsyad, R. S. Maryati, and P. N. Banjarmasin, "UNDERBODY MAINTENANCES UNIT AMBULAN MASJID," vol. 1, pp. 59–64, 2018.
- [8] I. Varita and O. Setyawati, "Pencarian Jalur Tercepat Rute Perjalanan Wisata Dengan Algoritma Tabu Search," vol. 7, no. 2, pp. 185–190, 2013.
- [9] J. V. Ginting, E. S. Barus, M. Informatika, S. Informasi, S. Utara, and A. Dijkstra, "MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA Abstrak," vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2018.