

## PENERAPAN ALGORITMA ANT COLONY UNTUK OPTIMASI RUTE TERPENDEK PADA PENGIRIMAN BARANG PT. JNE PEMATANGSIANTAR

Marina Juwita Aruan<sup>1</sup>, Suhada<sup>2</sup>, Ika okta kirana<sup>3</sup>, Poningsih<sup>4</sup>, Muhammad Ridwan Lubis<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup>STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>2,4,5</sup>AMIK Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>1</sup>marinaaruan123@gmail.com, <sup>2</sup>suhada.atb@gmail.com, <sup>3</sup>ikaoktakirana@stikomtb.ac.id,

<sup>4</sup>poningsih@amiktunasbangsa.ac.id, <sup>5</sup>m.ridwan@amiktunasbangsa.ac.id

### Abstract

*The ant algorithm is a methodology produced through the observation of the ants. A heuristic technique ant algorithm to solve computing problems by using the best path through the charts. This algorithm is inspired by the behavior of ants in finding the pathway from his colony to food. In the ant algorithm there are a number of artificial ants that are tasked to find a solution to a problem of optimization that one of them finds the shortest path. In the process of shipping goods made in PT. JNE Pematangsiantar Courier is responsible for delivering the goods to the recipient of the goods. It aims to make the courier easier to reach the goods that want to be delivered to the receiver. In the task a courier will search for the distribution route manually. The result of the system is that the system can display the shortest route passed by the courier to deliver the goods to the receiver. Where these results are expected to help courier work become more effective.*

**Keywords:** Algorithm Ant Colony, Route, Graf

### Abstrak

Algoritma semut adalah sebuah metodologi yang dihasilkan melalui pengamatan terhadap semut. Algoritma semut teknik heuristik untuk menyelesaikan masalah komputasi dengan menggunakan jalur terbaik melalui grafik. Algoritma ini terinspirasi oleh perilaku semut dalam menemukan jalur dari koloninya menuju makanan. Di dalam algoritma semut terdapat sejumlah semut buatan yang ditugaskan untuk mencari solusi terhadap suatu masalah optimisasi yang salah satunya menemukan jalur terpendek. Dalam proses pengiriman barang yang dilakukan di PT.JNE Pematangsiantar Kurir bertanggung jawab untuk mengantarkan barang kepada si penerima barang. Hal tersebut bertujuan agar kurir lebih mudah menjangkau barang yang ingin diantar terhadap sipenerima. Dalam tugas tersebut seorang kurir akan mencari rute pendistribusian secara manual. Hasil dari sistem adalah sistem dapat menampilkan rute terpendek yang dilalui oleh kurir untuk mengantarkan barang-barang kepada si penerima barang. Dimana hasil tersebut diharapkan dapat membantu kerja kurir menjadi lebih efektif.

**Kata Kunci :** Algoritma Semut, Rute, Graf

## 1. PENDAHULUAN

PT.JNE (Jalur Nugraha Ekakurir) Adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengiriman dan logistik yang bermarkas di Jakarta, Indonesia. Perusahaan ini memiliki beberapa tugas, salah satunya adalah mengantar barang yang telah datang dari luar kota kepada sipenerima barang yang ada di kota pematangsiantar. Barang yang baru datang akan dikelompokkan berdasarkan alamat barang dan proses pengantaran barang yang dilakukan oleh kurir JNE dimulai dari Gudang JNE kemudian diteruskan ke alamat-alamat penerima barang yang tersebar di kota pematangsiantar. Pengiriman barang pada umumnya merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan dikarenakan PT.JNE merupakan perusahaan dalam bidang pengiriman dan penerimaan barang. Dalam proses pengiriman barang dibutuhkan kurir yang biasanya akan mengantarkan barang-barang tersebut kepada penerima barang. Dalam sekali proses pengantaran seorang kurir biasanya akan mengantarkan barang-barang tersebut kurang lebih 10 hingga 15 barang. Dan tentu saja dalam mengantarkan barang tersebut seorang

kurir akan memiliki banyak opsi rute. Sedangkan dalam proses pengantaran barang tentu pendistribusian diharapkan bisa efisien dalam segi waktu.

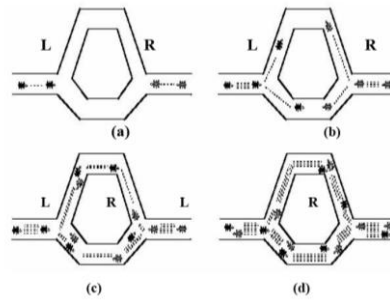
Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini akan membahas tentang bagaimana penerapan Algoritma Semut dalam menentukan rute terpendek yang dilalui oleh kurir JNE Pematangsiantar cabang jalan medan dalam proses pengantaran barang. Lokasi sipenerima barang dijadikan titik tujuan dalam sebuah diagram yang akan menghasilkan sebuah graf lengkap. Dimana proses penentuan rute terpendek nantinya akan menghasilkan nilai optimal yaitu nilai yang didapat melalui sebuah proses dan dianggap menjadi sebuah solusi yang mempunyai jawaban yang paling baik dari semua solusi dalam penentuan rute yang ada. Ant colony (Koloni semut) diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai sistem semut. Secara alamiah koloni semut mampu menemukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. Koloni semut dapat menemukan rute terpendek dari sarang ke sumber makanan berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang telah dilalui. Semakin banyak semut melewati suatu lintasan maka semakin jelas bekas jejak kakinya. Mengingat prinsip algoritma yang didasarkan pada perilaku koloni semut dalam menemukan jarak perjalanan paling pendek tersebut, algoritma semut sangat tepat digunakan untuk diterapkan dalam penyelesaian masalah optimasi, salah satunya adalah menentukan jalur terpendek [1].

Penggunaan metode Ant colony (Koloni semut) juga banyak di terapkan oleh beberapa peneliti lain seperti [2] Berdasarkan aplikasi yang telah dibuat maka Algoritma Ant Colony Optimization yang menggunakan fungsi heuristik dalam memperoleh hasil yang optimal terdapat pada waktu proses dan hasil yang paling optimal sangat tergantung dari jumlah perhitungan yang telah dilakukan. [3] menentukan jalur terpendek dengan menggunakan metode ant colony optimization, dimana dengan adanya algoritma Ant Colony maka cara menentukan jalur terpendek maka diperoleh jalur terpendek adalah jalur perjalanan semut ke-25 dengan panjang jalur perjalanan adalah 8,8 yang merupakan jumlah pheromone terbanyak dibanding jalur lainnya maka dengan demikian jalan selain jalur ke-25 memiliki sedikit semut yang melalui jalur tersebut. Secara umum pencarian jalur terpendek dapat dibagi menjadi 2 metode yaitu metode konvensional dan metode heuristik dimana metode konvensional merupakan metode secara manual dalam proses mencari semua kemungkinan sedangkan metode heuristik menggunakan algoritma dalam mencari penyelesaian nya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan algoritma semut, algoritma semut merupakan salah satu algoritma dalam metode heuristik. Dengan demikian diharapkan permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan hasil maksimal dan diharapkan dapat membantu PT.JNE cabang pematangsiantar dalam melakukan kegiatan pengiriman barang.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Algoritma Ant Colony

Algoritma semut merupakan simulasi agen yang menggunakan metafora alami semut untuk menyelesaikan problem ruang fisik [1]. Secara alamiah semut dapat menemukan jalur/rute terpendek dalam perjalanan ke sarang menuju ke sumber makanan. Semakin banyak semut yang melewati suatu lintasan maka semakin jelas bekas jejak kakinya karena koloni semut dapat menemukan rute terpendek antara sarang ke sumber makanan berdasarkan jejak kaki yang menyebabkan suatu lintasan dilalui semut dalam jumlah sedikit, semakin lama akan berkurang kepadatan semut yang melewatinya atau bahkan tidak dilewati sama sekali sebaliknya lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak semakin lama semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan semua semut melewati lintasan tersebut [4].



Gambar 1. Perjalanan Semut Menemukan Sumber Makanan

Dalam algoritma semut maka diperlukan beberapa variabel dan langkah langkah untuk menentukan optimasi jalur terpendek[4], yaitu:

#### Langkah 1:

- a) Menginisialisasi harga parameter-parameter algoritma
  - 1) Intensitas jejak semut antar titik dan perubahannya ( $\tau_{ij}$ )  
 $\tau_{ij}$  harus diinisialisasikan sebelum memulai siklus,  $\tau_{ij}$  digunakan dalam persamaan probabilitas tempat yang akan dikunjungi.  $\Delta\tau_{ij}$  diinisialisasikan setelah selesai satu siklus,  $\Delta\tau_{ij}$  digunakan untuk siklus selanjutnya.
  - 2) Banyak titik (n) termaksud koordinat (x,y) atau jarak antar ( $d_{ij}$ )
  - 3) Titik berangkat dan titik tujuan
  - 4) Tetapan siklus-semut (Q)
  - 5) Tetapan pengendali intensitas jejak semut ( $\alpha$ ), nilai  $\alpha \geq 0$
  - 6) Tetapan pengendali visibilitas ( $\beta$ ), nilai  $\beta \geq 0$
  - 7) Visibilitas antar titik =  $1/d_{ij}$  ( $\eta_{ij}$ )
  - 8) Banyak semut (m)
  - 9) Tetapan penguapan jejak semut ( $\rho$ ), nilai  $\rho$  harus  $> 0$  dan  $< 1$  untuk mencegah jejak pheromone yang tak terhingga
  - 10) Jumlah siklus maksimum ( $NC_{max}$ ) bersifat tetap selama algoritma dijalankan, sedangkan  $\tau_{ij}$  akan selalu diperbarui harganya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama ( $NC=1$ ) sampai tercapai jumlah siklus maksimum ( $NC=NC_{max}$ ) atau sampai terjadi konvergensi.
- b) Inisialisasi titik pertama pada setiap semut  
 Setelah melakukan inisialisasi  $\tau_{ij}$  maka hal perlu dilakukan selanjutnya ialah menempatkan semut pada titik pertama tertentu secara acak.

#### Langkah 2:

Melakukan pengisian titik pertama ke dalam *tabu list*. Hasil dari inisialisasi titik pertama pada setiap semut yang terdapat pada langkah pertama harus diisikan elemen pertama *tabu list*. Hasil dari langkah ini yaitu terisinya elemen pertama pada *tabu list* setiap semut dengan indeks titik tertentu yang berarti bahwa *tabu list* pertama bisa berisi indeks titik antara 1 sampai n sebagaimana inisialisasi pada langkah 1.

#### Langkah 3:

Dalam penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap titik. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap titik akan mulai melakukan perjalanan dari titik awal masing-masing sebagai titik asal dari salah satu titik-titik lainnya sebagai titik tujuan. Kemudian dari titik kedua masing-masing koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari titik-titik yang tidak terdapat pada *tabu k* sebagai titik tujuan berikutnya.

perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus sampai semua titik satu persatu dikunjungi atau telah menempati *tabu* k. Jika s menyatakan indeks urutan kunjungan. Titik asal dinyatakan sebagai *tabu* k (s) dan titik-titik lainnya dinyatakan sebagai  $\{N - \text{tabu}\}$  maka untuk menentukan titik tujuan digunakan suatu persamaan probabilitas titik untuk dikunjungi sebagai berikut :

$$P_{ij}^K = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ik'}]^\alpha [\eta_{ik'}]^\beta} \quad (1)$$

untuk  $j \in \{N - \text{tabu}_k\}$

$k' \in \{N - \text{tabu}_k\}$

$P_{ij}^K = 0$ , untuk j lainnya

Keterangan :

$P$  = Persamaan probabilitas titik

k = titik lainnya

$\tau_{ij}$  = Intensitas jejak semut antar kota dan perubahannya

$\eta_{ij}$  = Visibilitas antar titik ( $1/d_{ij}$ )

i = indeks titik asal dan j sebagai indeks titik tujuan

#### Langkah 4:

a) Perhitungan panjang jalur setiap semut

Perhitungan panjang jalur tertutup (*length closed tour*) atau  $L_k$  setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semut. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan  $\text{tabu}_k$  dengan masing masing persamaan berikut :

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

Keterangan :

$L_k$  : panjang rute tertutup

S : indeks urutan kunjungan

d : jarak

n : banyak kota

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

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

b) Setelah  $L_k$  setiap semut dihitung maka akan diperoleh harga minimal panjang jalur tertutup setiap siklus atau  $L_{\min NC}$  dan harga minimal panjang jalur tertutup secara keseluruhan atau  $L_{\min}$

c) Perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar titik

Koloni semut akan meninggalkan jejak-jejak kaki pada lintasan antar titik yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar kota. Persamaan perubahan ini adalah

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

Dengan  $\Delta \tau_{ij}^k$  adalah perubahan harga intensitas jejak kaki semut yang dihitung berdasarkan persamaan

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

Untuk  $(i,j) \in$  titik asal dan titik tujuan dalam  $\text{tabu}_k$

$\Delta \tau_{ij}^k = 0$ , untuk  $(i,j)$  lainnya

Keterangan :

Q : tetapan silus semut

$L_k$  : panjang jalur tertutup

i : indeks titik asal

j : indeks titik tujuan

$\Delta \tau_{ij}^k$  : perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar titik

m : banyak semut

#### Langkah 5:

- a) Perhitungan harga intensitas jejak kaki semut antar titik untuk setiap siklus selanjutnya.

Harga intensitas jejak kaki semut antar titik pada semua jalur antar titik ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewatinya.

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

Keterangan :

$\rho$  : tetapan penguapan jejak semut, nilai  $0 < \rho < 1$

- b) Atur ulang harga perubahan intensitas jejak kaki semut antar titik

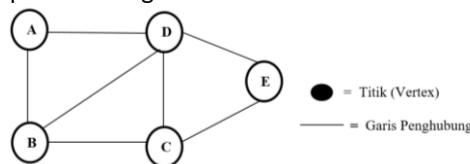
Untuk siklus selanjutnya perubahan harga intensitas jejak semut antar titik perlu diatur kembali agar memiliki nilai sama dengan nol.

#### Langkah 6:

Pengosongan *tabu list*, dan mengulangi langkah dua jika diperlukan untuk diisi lagi urutan titik yang baru pada siklus selanjutnya, jika jumlah maksimum belum tercapai atau belum terjadi konvergensi. Algoritma diulang lagi dari langkah dua dengan harga parameter intensitas jejak semut antar titik yang sudah diperbaharui.

### 2.2. Graf

Graf merupakan sebuah himpunan yang memiliki elemen sudut atau simpul (V) dan himpunan sisi atau garis (E). Suatu graf yang memiliki himpunan berurut disebut simpul (Vertex atau node) yang terhubung oleh sisi (Edge). (Skripsi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta : Widyanto, 2015) Graf dapat dituliskan dengan  $G = (V, E)$  himpunan E yang berisi sisi pada graf. Untuk lebih jelas maka coba perhatikan graf dibawah ini.



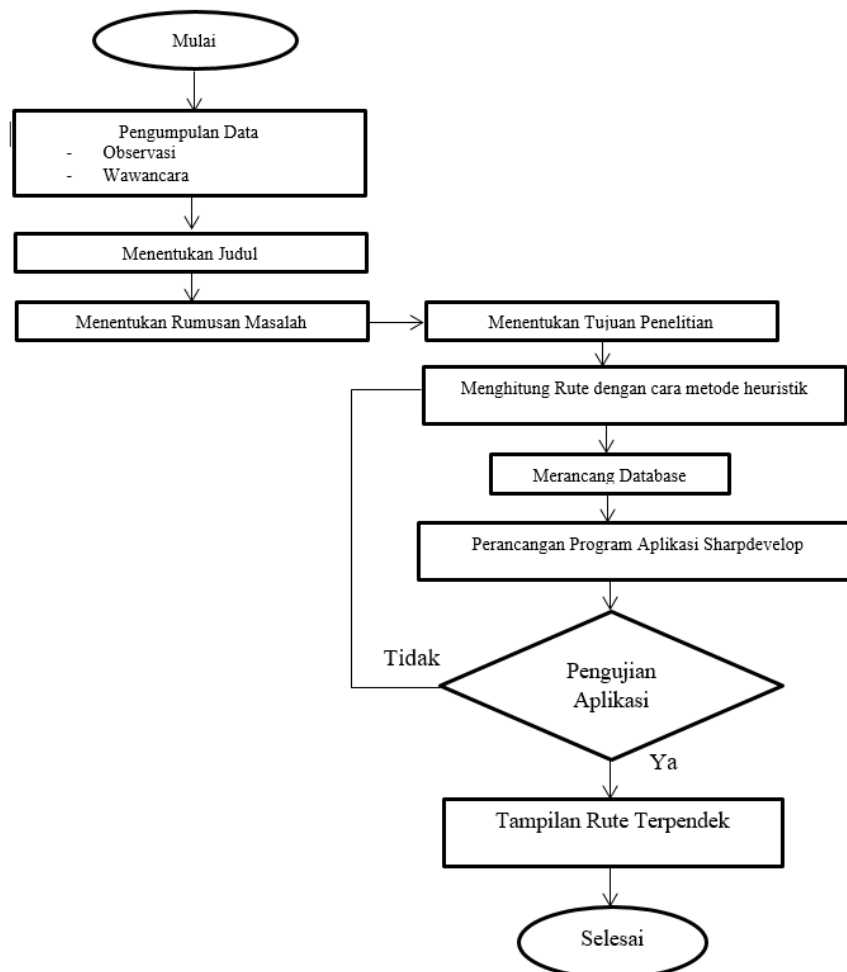
Gambar 1. Contoh Graf

Dari gambar 1 berikut dapat dilihat bahwa graf memiliki 5 buah titik (A,B,C,D,E) dan 7 buah garis  $\{[A,B],[A,D],[B,C],[B,D],[C,D],[C,E],[D,E]\}$ . Terdapat beberapa graf yang dapat digunakan yaitu :

- a) Graf berarah yaitu graf yang setiap titiknya diberikan orientasi arah misal pada titik A dan B dihubungkan oleh sebuah garis AB namun untuk hubungan titik B ke A harus ada garis yang lain yaitu garis BA jika tidak ada maka B ke A tidak memiliki hubungan.
- b) Graf tidak-berarah yaitu graf yang titiknya tidak mempunyai orientasi arah.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penyelesaian masalah pencarian rute terpendek terdapat dua metode yang dapat digunakan yaitu, metode konvensional dan metode heuristik perbedaannya jika pada metode konvensional digunakan dalam perhitungan matematis biasa. Dalam pengambilan data dilakukan di kantor JNE Pematangsiantar yang berlokasi di jalan medan KM 4,5 Kompleks SMBC No. 88U. Dalam rancangan penelitian, langkah-langkah pencarian rute terpendek dengan *Algoritma Ant Colony* dapat dilihat pada gambar 1. dan langkah-langkah pengolahan data untuk melakukan pencarian rute terpendek dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Alur Rancangan Penelitian

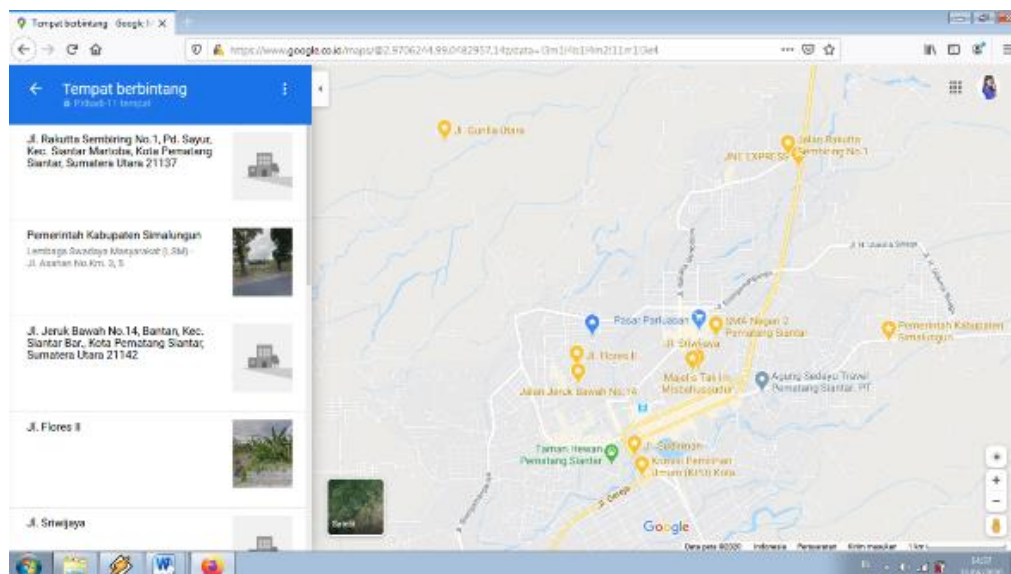
Dalam melakukan proses optimasi pencarian rute terpendek di PT.JNE Pematangsiantar menerapkan algoritma *Ant colony*. Data yang yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang sudah diperbarui setiap bulannya. Data pengantaran meliputi 10 proses pengantaran pada tanggal 26-27 januari 2020. Dimana data pengantaran barang terdiri dari 10 proses pengantaran barang yang meliputi nama penerima barang, nomor resi barang, alamat penerima dan keterangan barang. Data pengantaran barang yang dilakukan pada tanggal 26-27 januari 2020 yang digunakan oleh penulis dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1: Data Pengantaran Barang**

No	Nama	Connote/No.Resi	Alamat	Keterangan
1	Lina Damanik	041930002946820	Kantor KPU Jalan Porsea NO.3 kel teladan Siantar barat	D01
2	Algoro	JNCB-1701817885	JL.Rakuta Sembiring Kampus SL Martoba No 1	D01
3	Juyi	JNCB-1708115978	Jalan sudirman No.4331 Pangsit Vespa	D01
4	Fitri Handayani	040620002649520	Jalan gurilla Utara Kel.sitalasari	D09
5	Pandu	8819912006058945	SMA Negeri 2 Jalan Patuan Anggi No 8	D10
6	Fitri	0107000009460220	Jalan Flores II Gang Damai No 8	D01
7	Fira	54032120000095201	Jalan Jeruk Bawah No 14 kel. Bantan	D01
8	Sartika	07880000528320	Jalan Sriwijaya Bawah Siantar Utara	D01
9	Bg Dayat	010580018268220	Jalan Sriwijaya Gang Perun	D09
10	Lestari Turnip	027000006011889	Jalan Asahan Km 35 Denhubrem 022	D10

Dalam penelitian ini penulis memilih 11 titik-titik lokasi dari data *Delivery Run Sheet* yang diperoleh dari kantor JNE. Pemilihan titik-titik lokasi yang dipilih langsung oleh penulis sebanyak 11 titik dengan pertimbangan titik tersebut merupakan alamat dari pelanggan JNE yang sering melakukan proses pengantaran barang oleh kurir JNE. Berikut beberapa lokasi tujuan pengiriman barang yang merupakan sampel dari penelitian ini, yaitu:

- V<sub>1</sub> = Kantor JNE Jalan. Medan KM. 4,5 Kompleks SMBC No.88U
- V<sub>2</sub> = Kantor KPU Jalan Porsea No. 3
- V<sub>3</sub> = Jalan Rakutta Sembiring Kampus SL Martoba No. 1
- V<sub>4</sub> = Jalan Sudirman No. 4331 Pangsit Vespa
- V<sub>5</sub> = Jalan Gurilla Utara
- V<sub>6</sub> = SMA Negeri 2 Jalan. Patuan Anggi No.8
- V<sub>7</sub> = Jalan Flores II Gang Damai No.8
- V<sub>8</sub> = Jalan Jeruk Bawah No.14
- V<sub>9</sub> = Jalan Sriwijaya Bawah
- V<sub>10</sub> = Jalan Sriwijaya Bawah Gang Perun
- V<sub>11</sub> = Jalan Asahan KM 35 Denhubrem 022



**Gambar 3. Peta 11 Titik Tujuan**

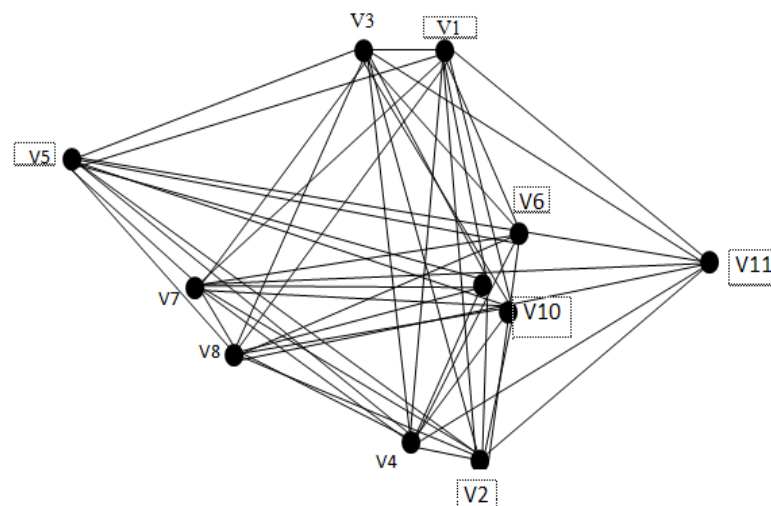
Dimana lokasinya dapat dilihat melalui peta pada gambar 3. yang diperoleh dari google maps.



Tabel 2: Jarak Tempuh Masing-Masing Titik

Titik Lokasi (KM)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
V1	0	8,3	7,0	8,0	8,2	5,8	8,3	8,4	6,0	6,5	7,8
V2	8,3	0	2,2	0,4	4,9	2,9	2,9	2,6	2,6	2,3	5,4
V3	7,0	2,2	0	1,8	5,2	1,2	1,8	1,9	1,0	0,85	4,4
V4	8,0	0,4	1,8	0	6,0	2,5	2,3	2,1	2,3	1,9	5,1
V5	8,2	4,9	5,2	6,0	0	5,9	4,3	4,4	6,0	5,9	9,1
V6	5,8	2,9	1,2	2,5	5,9	0	3,2	3,4	0,23	0,6	3,8
V7	8,3	2,9	1,8	2,3	4,3	3,2	0	0,3	2,8	2,6	6,4
V8	8,4	2,6	1,9	2,1	4,4	3,4	0,3	0	2,9	2,7	6,5
V9	6,0	2,6	1,0	2,3	6,0	0,23	2,8	2,9	0	2,7	3,2
V10	6,5	2,3	0,85	1,9	5,9	0,6	2,6	2,7	2,7	0	3,4
V11	7,8	5,4	4,4	5,1	9,1	3,8	6,4	6,5	3,2	3,4	0

Berdasarkan tabel 2. maka graf pada gambar 4. dapat diberi bobot sesuai jarak tempuh yang diberikan pada tabel 21 dengan model graf sebagai berikut :



Gambar 4. Graf lengkap 11 titik lokasi tujuan

Langkah selanjutnya ialah menggunakan algoritma ant colony untuk mendapatkan rute terpendek (optimal). Langkah pertama yang dilakukan yaitu inisialisasi nilai parameter-parameter algoritma, parameter-parameter yang digunakan yaitu :

$$\alpha = 1,00$$

$$\beta = 1,00$$

$$\rho = 0,10$$

Banyak semut ( $k$ ) = 11

Pheromon awal yakni dengan menggunakan persamaan dibawah ini, dimana perhitungan dengan menggunakan algoritma greedy yaitu :

- 1) Titik awal yang dipilih yaitu titik  $V_1$
- 2)  $V_1$  memiliki jalur di  $V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9, V_{10}, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (8,3), (7,0), (8,0), (8,2), (5,8), (8,3), (8,4), (6,0), (6,5) dan (7,8) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_6$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6$
- 3)  $V_6$  memiliki jalur di  $V_2, V_3, V_4, V_5, V_7, V_8, V_9, V_{10}, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (2,9), (1,2), (2,5), (5,9), (3,2), (3,4), (0,23), (0,6), dan (3,8) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_9$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9$



- 4)  $V_9$  memiliki jalur di  $V_2, V_3, V_4, V_5, V_7, V_8, V_{10}, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (2,6), (1,0), (2,3), (6,0), (2,8), (2,9), (2,7), dan (3,2) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_3$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3$
- 5)  $V_3$  memiliki jalur di  $V_2, V_4, V_5, V_7, V_8, V_{10}, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (2,2), (1,8), (5,2), (1,8), (1,9), (0,85), dan (4,4) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_{10}$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10}$
- 6)  $V_{10}$  memiliki jalur di  $V_2, V_4, V_5, V_7, V_8, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (2,3), (1,9), (5,9), (2,6), (2,7), dan (3,4) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_4$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4$
- 7)  $V_4$  memiliki jalur di  $V_2, V_5, V_7, V_8, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (0,4), (6,0), (2,3), (2,6), dan (3,4) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_2$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2$
- 8)  $V_2$  memiliki jalur di  $V_5, V_7, V_8, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (4,9), (2,9), (2,6), dan (5,4) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_8$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_8$
- 9)  $V_8$  memiliki jalur di  $V_5, V_7, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (4,4), (0,3) dan (6,5) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_7$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7$
- 10)  $V_7$  memiliki jalur di  $V_5, V_{11}$ , masing-masing dengan jarak (4,3) dan (6,4) selanjutnya diambil jarak yang paling kecil sehingga yang terpilih yaitu  $V_5$  sehingga diperoleh jalur pertama yaitu  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7 \rightarrow V_5$
- 11) Selanjutnya karena sudah tidak ada titik lagi maka titik yang terakhir yaitu  $V_{11}$  sehingga diperoleh hasil jalur  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7 \rightarrow V_5 \rightarrow V_{11}$ . karena Travelling Salesman Problem berawal dari titik awal dan berakhir di titik awal juga, maka akan diperoleh jalur  $V_1 \rightarrow V_6 \rightarrow V_9 \rightarrow V_3 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7 \rightarrow V_5 \rightarrow V_{11} \rightarrow V_1$  sehingga diperoleh jarak minimal  $C_{greedy} = 5,8 + 0,23 + 1,0 + 0,85 + 1,9 + 0,14 + 2,6 + 0,3 + 4,3 + 9,1 = 26,48$

$$\tau_0 = \frac{11}{26,48} = 0,4154$$

Pheromon awal =

Langkah selanjutnya yaitu menyelesaikan dengan algoritma ant colony untuk mendapatkan jalur terpendek (optimal). Langkah pertama yang dilakukan yaitu inisialisasi harga parameter-parameter algoritma, parameter-parameter yang digunakan yaitu  $\alpha = 1,00$   $\beta = 1,0$ . Pemilihan nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yaitu  $\alpha, \beta \geq 0$  sehingga nilai yang diambil yaitu 1 untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan probabilitas. Pemilihan nilai  $\rho$  yaitu  $0 < \rho < 1$  sehingga yang dipilih  $\rho = 0,10$  yaitu nilai yang paling sering digunakan dalam algoritma ant colony. Banyak semut ( $k$ ) = 11.

Langkah kedua mencari nilai visibilitas antara titik dan membangun solusi yaitu menyusun rute perjalanan semut kesetiap titik lokasi. Setiap semut memulai perjalanan secara acak dari titik awal masing masing. Semut ke-1 berawal dari titik  $V_1$ , semut berawal dari titik  $V_2$ , dan seterusnya. Pada siklus pertama atau literasi pertama ( $NC=1$ ) semut melakukan perjalanan pertama untuk mendapatkan titik tujuan yang pertama dengan cara terlebih dahulu melakukan perjalanan pertama untuk mendapatkan titik tujuan yang pertama dengan cara terlebih dahulu melakukan perhitungan probabilitas dengan persamaan (1), untuk  $j$  lainnya, sehingga diperoleh probabilitas semut untuk mengunjungi suatu titik dari titik lainnya.

Dari proses yang dilakukan, diperoleh nilai probabilitas semut ke-1, nilai probabilitas semut ke-2 dan seterusnya lalu kemudian mencari nilai acak dengan cara mencari terlebih dahulu frekuensi kumulatif dari probabilitas setiap semut dan membangkitkan nilai acak antara 0-1 menggunakan fungsi excel yaitu *RandBetween()* maka diperolehlah titik yang merupakan titik terpilih yang dikunjungi setiap semut secara acak dan menuliskan rute kedalam tabu list. Sehingga diperoleh perjalanan pertama semut. Begitupun untuk perjalanan kedua yang dimulai dari titik yang terpilih sebelumnya dan titik yang telah termaksud dalam *tabu list* tidak dimasukkan lagi dalam perhitungan agar tidak memungkinkan untuk mengunjungi titik yang sama selama perjalanan. Lakukan langkah yang sama

dengan perjalanan pertama sehingga diperoleh perjalanan semut kedua. Begitu seterusnya sampai semua titik selesai dikunjungi.

Langkah selanjutnya mendaftarkan rute masing-masing semut dan mendapatkan panjang masing-masing rute dan dipilih rute terbaik yaitu semut  $K_1$  dengan panjang 35,08 km dengan jumlah *Pheromon* ditambahkan sebesar  $\Delta_{ijk} = 0,0285$ . Selanjutnya lakukan pembaharuan *Pheromon* dengan menggunakan persamaan (6) dimana *pheromon* yang diperbaharui hanya untuk rute yang terpilih sehingga diperoleh *Pheromon* antar titik yang telah diperbaharui.

Dari hasil yang diperoleh, dapat diketahui bahwa semut yang ada di titik  $V_1$  cenderung lebih memilih  $V_5$  atau  $V_9$  dibandingkan titik-titik yang lainnya karena *pheromon* yang lebih besar dibanding yang lainnya begitupun untuk semut yang ada di titik  $V_2$  cenderung memilih titik  $V_7$  atau  $V_{11}$  dibandingkan titik-titik lainnya karena memiliki *pheromon* yang juga lebih besar dibanding yang lainnya dan begitupun seterusnya. Pada pencarian dengan cara manual hanya terbatas pada siklus pertama atau literasi pertama ( $NC=1$ ) sehingga diperoleh rute terbaik sementara yaitu Kantor JNE jalan medan ( $V_1$ ) menuju jalan sriwijaya ( $V_9$ ) kemudian SMA Negeri 2 jalan patuan anggi no.8 ( $V_6$ ) menuju jalan sriwijaya bawah gang perun ( $V_{10}$ ) menuju jalan rakutta sembiring kampus SL Martoba No.1 ( $V_3$ ) kemudian jalan jeruk bawah no.14 ( $V_8$ ) menuju jalan flores II gang damai No.8 ( $V_7$ ) kemudian menuju kantor KPU jalan porsea No.3 ( $V_2$ ) menuju jalan asahan KM 35 Denhubrem 022 ( $V_{11}$ ) kemudian jalan sudirman no. 4331 pangsit vespa ( $V_4$ ) menuju jalan gurilla utara ( $V_5$ ) dan kembali lagi ke kantor JNE jalan medan KM.4,5 Kompleks SMBC No. 88U ( $V_1$ ) dengan jarak sebesar 35,08 km. Langkah selanjutnya dengan melakukan hasil percobaan perhitungan manual kepercobaan software sharpdevelop.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai algoritma ant colony dalam menyelesaikan kasus pencarian rute terpendek, Dapat disimpulkan bahwa :

- Pada penyelesaian pencarian rute terpendek dengan menggunakan algoritma ant colony mampu menghasilkan rute optimal yakni panjang rute terpendek.
- Persoalan pencarian rute terpendek dengan menggunakan metode ant colony dengan menyajikan tabel dan perhitungan matematis pada algoritma ant colony.
- Algoritma Ant Colony ini menjadikan Google Maps sebagai pemetaannya.
- Aplikasi yang digunakan hanya bisa mencakup titik-titik rute yang telah ditentukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nurlaelasari, S. Supriyadi, And U. T. Lenggana, "Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Menentukan Nilai Optimal Dalam Memilih Objek Wisata Berbasis Android," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro Dan Ilmu Komput.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 287–298, 2018, Doi: 10.24176/Simet.V9i1.1914.
- [2] Karjono, Moedjiono, And D. Kurniawan, "Ant Colony Optimization," *Stud. Comput. Intell.*, Vol. 947, Pp. 3–8, 2021, Doi: 10.1007/978-3-030-67380-2\_2.
- [3] C. A. L. Soetomo, "Penentuan Jalur Terpendek Dengan Menggunakan Metode Ant Colony Optimization," Vol. 11, No. 1, Pp. 1–5, 2018, [Online]. Available: <http://Link.Springer.Com/10.1007/978-3-319-59379-1%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Ab.2015.03.024%0ahttps://Doi.Org/10.1080/07352689.2018.1441103%0ahttp://Www.Chile.Bmw-Motorrad.Cl/Sync/Showroom/Lam/Es/Bike/Urb>.
- [4] Y. Siyamtining Tyas And W. Prijodiprodjo, "Aplikasi Pencarian Rute Terbaik Dengan Metode Ant Colony Optimazation (Aco)," *Ijccs (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, Vol. 7, No. 1, P. 55, 2013, Doi: 10.22146/Ijccs.3052.
- [5] R. A. P. Widyanto, "Pencarian Rute Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut (Studi Kasus Pt.Circleka Indonesia Utama Region Yogyakarta)," Pp. 1–177, 2016.