

## PENENTUAN RUTE TERBAIK PENDISTRIBUSIAN DENGAN METODE ANT COLONY OPTIMIZATION (Studi Kasus Perusahaan Jasa Pergudangan Sparepart Jawa Barat)

Annisa Indah Pratiwi<sup>1</sup>, Sri Sustariyah<sup>2</sup>, Akda Zahrotul Wathoni<sup>3</sup>, Sobar Pazri<sup>4</sup>, Dimas Cheli Ahsanunadia<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang  
Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang,

<sup>2</sup>Universitas Langlangbuana, Jl. Karapitan No.116, Cikawao, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat 40261  
Email: [annisa.indah@ubpkarawang.ac.id](mailto:annisa.indah@ubpkarawang.ac.id)

### ABSTRACT

*This study aims to determine the best route for spare part product distribution. This research was conducted in one of the companies engaged in the production of spare parts, where in the company there is a Logistics department that functions to handle the product distribution process. In the process of distributing goods, costs are required. In addition, the trucks used in the process of distributing goods to each distributor go through different routes, so this research also aims to determine the best route based on the distance between locations. In order to obtain the best route, this research offers a solution using the Ant Colony Optimization (ACO) method by determining the route to be taken by the truck. The best route selection using the ACO algorithm uses the Traveling Salesman Problem (TSP) where one location point can only be made one visit. the best route results while the first cycle results are depots located in the area in the area of the best route V0-V4-V6-V2-V5-V7-V1-V8-V3-V0. That is the depot located in the Karawang area (V0) to MPP (V4), then to DAS (V6), then to KKI (V2), then to TBB (V5), then to MTN (V7), then to DYH (V1), then to MMH (V8), then to MSS (V3), and back to the depot (V0). The route covers a distance of 83 km. The route covers a distance of 255.5 km.*

**Keywords:** Ant Colony Optimization (ACO); Goods Distribution; Best Route

### ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute terbaik pada pendistribusian produk spare part. Penelitian ini dilakukan di salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi spare part, di mana dalam perusahaan tersebut terdapat suatu departemen Logistik yang berfungsi untuk menangani proses pendistribusian produk. Dalam proses distribusi barang dibutuhkan biaya. Selain itu, truk yang digunakan dalam proses pendistribusian barang ke setiap distributor melalui rute yang berbeda-beda, sehingga penelitian ini bertujuan juga untuk menentukan rute terbaik berdasarkan jarak antar lokasi. Agar memperoleh rute terbaik, maka penelitian ini menawarkan solusi menggunakan metode Ant Colony Optimization (ACO) dengan cara menentukan rute yang akan ditempuh oleh truk. Pemilihan rute terbaik menggunakan algoritma ACO menggunakan Traveling Salesman Problem (TSP) dimana satu titik lokasi hanya bisa dilakukan satu kunjungan saja. hasil rute terbaik sementara hasil siklus pertama yaitu depot yang terletak di kawasan di kawasan rute terbaik V0-V4-V6-V2-V5-V7-V1-V8-V3-V0. Yaitu depot yang terletak di kawasan Karawang (V0) menuju MPP (V4), selanjutnya menuju DAS (V6), kemudian menuju KKI (V2), selanjutnya menuju TBB (V5), kemudian menuju MTN (V7), selanjutnya menuju DYH (V1), selanjutnya menuju MMH (V8), kemudian menuju MSS (V3), dan kembali ke depot (V0). Rute tersebut menempuh jarak sejauh 83 Km. Rute tersebut menempuh jarak sejauh 255,5*

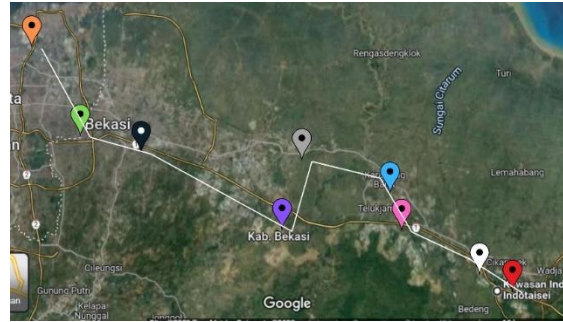
**Kata Kunci:** Ant Colony Optimization (ACO); Distribusi Barang; Rute terbaik

### PENDAHULUAN

Logistik merupakan bagian dari manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) yang melibatkan perencanaan, pengendalian, dan pengawasan aliran serta penyimpanan barang dan jasa agar tercapai efektivitas dan efisiensi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan (Izhdiyar, 2018). Tujuan kegiatan logistik adalah mewujudkan peluang, jenis dan tempat dalam pendistribusian barang atau

jasa serta dapat menghemat waktu dan biaya sehingga lebih efisien dalam menjalankan operasional perusahaan, dalam menjalankan kegiatan industri dan unsur logistik juga dapat mempengaruhi pengendalian operasional. Sehingga dalam proses menjalankan usaha khususnya pada usaha yang bergerak di bidang jasa pengiriman barang, pengertian logistik itu sendiri dapat dipahami dengan baik dan benar (Julyanthry et al. 2020).

PT. ZYX merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi suku cadang dan berlokasi di Jawa Barat. Bagian logistik perusahaan bertanggung jawab untuk mendistribusikan barang ke pusat-pusat distribusi di seluruh Indonesia, khususnya di Pulau Jawa Barat. PT. ZYX mendistribusikan produknya ke delapan pelanggan di Jawa dengan tujuan mengirimkan produk secara akurat dan cepat.



**Gambar 1. Lokasi gudang dan lokasi konsumen perusahaan**

Dalam proses pendistribusian *Sparepart* tersebut. Perusahaan ini melakukan distribusi produk pada customer yang bergerak dibidang produksi untuk kendaraan. Berikut adalah customer perusahaan yang ada di Jawa.

**Tabel 1. Data perusahaan ke costumer**

No	Nama customer	Jarak (km)	X	Y
1	Gudang Logistik	0	107.40	-6.42
2	SCO	25	107.33	-6.37
3	KKI	36	107.24	-6.39
4	MSS	14	107.43	-6.40
5	MPP	79	106.97	-6.10
6	KIC	29	107.28	-6.36
7	DAS	43	107.18	-6.38
8	MTN	54	107.08	-6.30
9	TBB	23	107.31	-6.38

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan inisialisasi dengan menggunakan algoritma tetangga terdekat, dimana pool pelanggan dimulai dengan menentukan pelanggan pertama dan menerapkan *feedforward* untuk menentukan urutan pelanggan yang dilayani dan durasi tour. Hasilnya berupa total durasi waktu dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan, yang selanjutnya akan dimasukkan untuk menentukan rute distribusi tercepat menggunakan optimasi *ant colony*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada distribusi produk melalui logistik di sebuah perusahaan manufaktur suku cadang yang berbasis di Jawa Barat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal dengan memilih solusi terbaik dari opsi yang tersedia melalui proses rekombinasi yang lebih baik (Muftikhali et al., 2018).

Data Primer, dalam upaya memperoleh data yang memberikan gambaran permasalahan secara keseluruhan digunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Wawancara

Proses tanya dan jawab secara langsung kepada pekerja perusahaan agar mendapatkan data yang lengkap sehubungan dengan masalah yang akan diteliti.

2. Observasi

Data dicari dengan observasi langsung pada perusahaan untuk mengetahui kondisi lapangan yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti. Data yang dikumpulkan meliputi informasi pengiriman selama tahun 2022, data pelanggan perusahaan dan daya angkut kendaraan.

### Metode Nearest Neighbour

Metode pertama yang digunakan adalah nearest neighbour bertujuan untuk waktu, kapasitas dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan dalam kegiatan pendistribusian dari satu titik ke titik yang lain. Data yang digunakan pada pengolahan menggunakan metode ini adalah data *loading* dan *unloading*, data waktu tempuh gudang dengan antar titik lokasi konsumen, waktu tempuh dari konsumen ke konsumen lainnya, data jarak dari gudang ke konsumen, jarak konsumen ke konsumen lainnya, data pendistribusian tertinggi selama periode Januari sampai Oktober 2022.

### Penentuan Rute Distribusi Dengan Algoritma Ant Colony Optimization

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini terinspirasi dari perilaku koloni semut dan menggunakan teknik probabilitas untuk menyelesaikan masalah komputasi. Saat semut bergerak, mereka meninggalkan jejak feromon di permukaan tempat mereka berjalan. Proses meninggalkan feromon ini disebut stigmasasi. Semut akan mengikuti jejak feromon yang ditinggalkan semut lain untuk menentukan jalur yang diambil (Karjono et al., 2016).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan produksi *spare part* yang beralamat di karawang, Jawa Barat. Produk yang telah ada di gudang diangkut dengan alat pengangkut forklift menuju ke loading dock. Dalam prosesnya supir truk menyiapkan dokumen perjalanan. Setelahnya, produk dikirim ke customer. Selama penulis melakukan penelitian, waktu yang ditempuh oleh karyawan untuk loading selama 25 menit. Sedangkan untuk pengurusan administrasi bisa memakan waktu selama 5 menit.

Jumlah customer dan jumlah pengiriman dapat dilihat pada tabel dibawah:

**Tabel 2. Jarak tempuh**

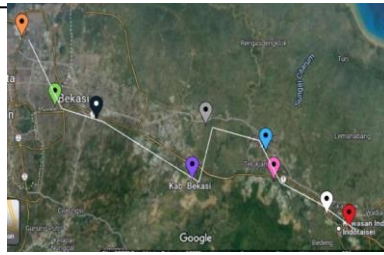
Nama Customer	Shipment Periode (bok)
DYH	232
KKI	125
MSS	245
MPP	277
TBB	78
DAS	56
MTN	66
MMH	178
Sub Total	1257

### Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan nearest neighbor dilakukan untuk menentukan jumlah kendaraan yang dibutuhkan dan rute sementara yang akan digunakan untuk mengirim produk. Hasil dari metode pertama akan dimaksimalkan dengan *Ant Colony Optimization* agar mendapatkan rute terbaik.

### Menentukan Jarak dan Waktu Pengiriman

Sesuai dengan data jumlah customer pada tabel, penulis dapat menentukan jarak yang harus ditempuh oleh kendaraan. Alat yang digunakan untuk mengukur jarak tempuh adalah aplikasi google maps. Berikut inisialisasi titik sebaran data customer dari google maps :

**Gambar 2. Jarak tempuh**

Dari gambar inisialisasi tersebut terlihat jarak tempuh yang berbeda-beda setiap customer perusahaan ini. Dari inisialisasi tersebut penulis memiliki gambaran untuk menghitung waktu pengiriman. Dibawah ini adalah hasil analisis penulis pada aplikasi google maps mengenai jarak dan waktu tempuh pengiriman :

#### 1. Jarak lokasi Costumer

Jarak antar titik logistic di cari menggunakan aplikasi google maps dengan menyesuaikan titik awal dan tujuan pada aplikasi tersebut. Sehingga dihasilkan jarak antar titik seperti pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3. Titik lokasi**

	V0	V1	V2	V3
V0	0	25	36	14
V1	25	0	21,5	24,1
V2	36	21,5	0	31
V3	14	24,1	31	0
V4	79	64,6	62,5	75,5
V5	29	14,6	9,4	25,5
V6	43	26	11,2	36,9
V7	54	35	32,9	45,9
V8	23	4,7	22,6	25,9

	V4	V5	V6	V7	V8
V0	79	29	43	54	23
V1	64,6	14,6	26	35	4,7
V2	62,5	9,4	11,2	32,9	22,6
V3	75,5	25,5	36,9	45,9	25,9
V4	0	55,3	49,3	35	65,5
V5	55,3	0	18	27	16,6
V6	49,3	18	0	19,7	27,8
V7	35	27	19,7	0	37,9
V8	65,5	16,6	27,8	37,9	0

#### 2. Waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan

Dalam menentukan waktu tempuh digunakan persamaan:

$$\text{waktu} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}}$$

Berdasarkan asumsi dan literatur penelitian terdahulu, kecepatan rata rata truk pengangkut barang di Indonesia adalah 45 Km/jam. Waktu tempuh dari  $V_0$  ke  $V_1 = 44,51/45 = 59,35$  menit, berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan di atas dihasilkan waktu tempuh antar titik logistik seperti pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4. Waktu tempuh**

	V0	V1	V2	V3
V0	0	37,5	54	21
V1	37,5	0	32,25	36,15
V2	54	32,25	0	46,5
V3	21	36,15	46,5	0
V4	118,5	96,9	93,75	113,25
V5	43,5	21,9	14,1	38,25
V6	64,5	39	16,8	55,35
V7	81	52,5	49,35	68,85
V8	34,5	7,05	33,9	38,85

	V4	V5	V6	V7	V8
V0	118,5	43,5	64,5	81	34,5
V1	96,9	21,9	39	52,5	7,05
V2	93,75	14,1	16,8	49,35	33,9
V3	113,25	38,25	55,35	68,85	38,85
V4	0	82,95	73,95	52,5	98,25
V5	82,95	0	27	40,5	24,9
V6	73,95	27	0	29,55	41,7
V7	52,5	40,5	29,55	0	56,85
V8	98,25	24,9	41,7	56,85	0

### Jam Kerja Perusahaan

Perusahaan memiliki pembagian jam kerja atau shift. Dalam sehari jam kerjanya selama 16 jam yang terbagi dalam 2 shift. Masing masing shift mendapatkan 1 jam istirahat. Dapat diakumulasikan dalam menit bahwa total jam kerja logistik di perusahaan adalah 840 menit.

### 3.3. Pengolahan Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor

#### Langkah 1

Berdasarkan pada tabel 2 Jarak antar customer berbeda beda. Maka penulis melakukan penyesuaian dengan pendekatan nearest neighbor untuk mencari tetangga terdekat. Maka jika diurutkan berdasarkan jarak terdekat depot akan menjadi seperti ini :

V0-V8-V3-V5-V7-V6-V1-V2-V4-V0

Total jarak dari rute sementara adalah 330 Km.

#### Langkah 2

Berdasarkan Tabel 3, Waktu Loading dan Unloading, penulis membuat tabel untuk mempermudah pengerjaannya. Berikut hasilnya

**Tabel 5. Waktu Loading, Unloading dan Data Customer**

Nama Customer	Shipment Periode (bok)	Loading Time	Unloading Time	Administrasi Time
DYH	232	25	25	10
KKI	125	25	25	10
MSS	245	25	25	10
MPP	277	25	25	10
TBB	78	30	30	10
DAS	56	25	25	10
MTN	66	25	25	10
MMH	178	25	25	10

Dari dua langkah tersebut penulis mendapatkan temuan dari hasil algoritma nearest neighbor. Dari rute sementara, titik terdekat dari depot adalah V1 yaitu 14 Km.

### Menentukan Total Jarak dan Waktu Pengiriman

Perhitungan waktu penyelesaian (CT) akan dilakukan dengan menggunakan persamaan :  $CT_i = CT_{i-1} + WT + UT + LT + Wadm$ . Maka perjalanan pertama adalah "DEPOT - (MSS) - DEPOT" dihasilkan waktu penyelesaian pertama ( $CT_1$ ) = V3 Adalah MSS, dengan jarak 14 km dan waktu tempuh 21. Perhitungan dilakukan sampai permintaan customer terpenuhi :

$$CT_i = CT_{i-1} + WT + UT + LT + Wadm$$

Maka :

$$(CT_1) = 0 + (21 \times 2) + 25 + 25 + 10 = 102 \text{ menit}$$

$$(CT_2) = CT_1 + 0 + (21 \times 2) + 25 + 25 + 10 = 204 \text{ menit}$$

$$(CT_3) = CT_2 + 0 + (21 \times 2) + 25 + 25 + 10 = 306 \text{ menit}$$

Dilakukan perhitungan yang sama sampai CT terakhir seperti pada tabel berikut ini:

**Tabel 6. Hasil Nearest Neighbor**

Tur ke-	Rute Perjalanan	Jarak Tempuh	Permintaan	Jumlah Box
1	DEPOT-MSS-DEPOT	14	245	16
2	DEPOT-MSS-DEPOT	14	229	16

3	DEPOT-MSS-DEPOT	14	213	16
4	DEPOT-MSS-DEPOT	14	197	16
5	DEPOT-MSS-DEPOT	14	181	16
6	DEPOT-MSS-DEPOT	14	165	16
7	DEPOT-MSS-DEPOT	14	149	16
8	DEPOT-MSS-DEPOT	14	133	16
9	DEPOT-MSS-DEPOT	14	117	16
10	DEPOT-MSS-DEPOT	14	101	16
11	DEPOT-MSS-DEPOT	14	85	16
12	DEPOT-MSS-DEPOT	14	69	16
13	DEPOT-MSS-DEPOT	14	53	16
14	DEPOT-MSS-DEPOT	14	37	16
15	DEPOT-MSS-DEPOT	14	21	16
16	DEPOT-MSS-DEPOT	14	5	16
JUMLAH TOTAL		224		

Dari tabel 6 proses pengiriman produk dari depot ke V8 memerlukan waktu tempuh total 34,5 menit dengan total jarak tempuh 23 Km. Penentuan jarak dan waktu total dilakukan pada 8 customer lainnya berdasarkan urutan rute terdekat dari depot ke titik lokasi tujuan pengiriman, sehingga dihasilkan waktu total pengiriman pada setiap customer seperti pada tabel dibawah ini:

**Tabel 7. Jarak dan Waktu Total**

No	Customer	Inisial Customer	Jumlah Tur	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh
1	MSS	V3	16	224	1632
2	MMH	V8	12	276	1548
3	DYH	V1	15	375	2025
4	TBB	V5	5	145	785
5	KKI	V2	8	288	1344
6	DAS	V6	4	172	756
7	MTN	V7	5	270	1110
8	MPP	V4	18	1422	5346
Jumlah Total			83	3172	14546

Dari tabel 7 dapat disimpulkan bahwa penyelesaian pada 8 customer membutuhkan 83 tur, dengan total jarak tempuh 3172 Km, dan total waktu yang dibutuhkan 14546 menit.

### Menentukan Jumlah Kendaraan

Dari hasil perhitungan jarak dan waktu, diketahui bahwa total waktu tempuh yang dibutuhkan adalah 14546 menit. Jam kerja yang digunakan untuk kegiatan operasional pendistribusian produk adalah 840 menit (sudah hasil pengurangan waktu istirahat) atau selama 2 shift. Maka total kendaraan dapat di tentukan dengan persamaan :

$$\text{Total kendaraan} = (\text{Total Waktu Tempuh})/(\text{Jam Operasional Pengiriman})$$

Maka :

$$\text{Total kendaraan} = 14546/840 = 17,32 \approx 17 \text{ Kendaraan}$$

Dari persamaan diatas diketahui bahwa total kendaraan yang dibutuhkan perusahaan untuk mengirim produk ke delapan customer adalah 17 kendaraan.

### 3.4. Ant Colony

Dari rute TSP sementara dari metode pertama yaitu V0-V3-V8-V1-V5-V2-V6-V7-V4-V0 dengan total jarak rute awal 330 Km, selanjutnya akan dicari rute terbaik menggunakan Algorihm Antcolony Optimization (ACO). Langkah berikutnya penulis harus menentukan matrik pheromone awal dengan pendekatan rumus  $r0 = 1/((n(Cnn)))$

Dengan penjelasan sebagai berikut:

$n$  = Jumlah semut atau lokasi

$Cnn$  = Jumlah total perjalanan kendaraan secara berurut berdasarkan Nearest Neighbor.

Berikut Perhitungannya :

$$1. \eta_{ij} = 1/d_{ij} = 1/21,5 = 0,0465 \quad \text{V1 ke V2}$$

$$2. \eta_{ij} = 1/d_{ij} = 1/24,1 = 0,0415 \quad V1 \text{ ke } V3$$

$$3. \eta_{ij} = 1/d_{ij} = 1/64,6 = 0,0154 \quad V1 \text{ ke } V4$$

(Dengan pendekatan serupa penulis akan melompatinya sampai titik akhir yaitu V8 ke V7)

$$4. \eta_{ij} = 1/d_{ij} = 1/37,9 = 0,0264 \quad V8 \text{ ke } V7$$

Untuk melengkapi perhitungan diatas, maka berikut adalah tabel perhitungan visibilitas keseluruhan :

**Tabel 8. Visibilitas antar titik**

	V0	V1	V2	V3	
V0	0	0,0400	0,0278	0,0714	
V1	0,0400	0	0,0465	0,0415	
V2	0,0278	0,0465	0	0,0323	
V3	0,0714	0,0415	0,0323	0	
V4	0,0127	0,0155	0,0160	0,0132	
V5	0,0345	0,0685	0,1064	0,0392	
V6	0,0233	0,0385	0,0893	0,0271	
V7	0,0185	0,0286	0,0304	0,0218	
V8	0,0435	0,2128	0,0442	0,0386	
	V4	V5	V6	V7	V8
V0	0,0127	0,0345	0,0233	0,0185	0,0435
V1	0,0155	0,0685	0,0385	0,0286	0,2128
V2	0,0160	0,1064	0,0893	0,0304	0,0442
V3	0,0132	0,0392	0,0271	0,0218	0,0386
V4	0	0,0181	0,0203	0,0286	0,0153
V5	0,0181	0	0,0556	0,0370	0,0602
V6	0,0203	0,0556	0	0,0508	0,0360
V7	0,0286	0,0370	0,0508	0	0,0264
V8	0,0153	0,0602	0,0360	0,0264	0

### Menyusun Rute Perjalanan

Perjalanan semut akan dimulai dari titik awal sampai ke titik tujuan selanjutnya dan kemudian kembali ke titik awal. Setelah itu semut akan melakukan perjalanan acak dengan asumsi bahwa jalan yang dilalui tidak dilalui oleh semut lainnya. Perjalanan semut terus bersambung tanpa putus sampai semua titik dikunjungi dan membentuk jalur. Ini adalah probabilitas perhitungan siklus ke 1 (NC=1) dengan diawali oleh perjalanan pertama.

#### Semut ke 1 (k1)

##### Tabu list V1

$$\rho_{ij}^k = \frac{[r_{ij}]^\alpha \cdot [n_{ij}]^\beta}{\sum_{n \in \{N - tabu_n\}} [r_{ij}]^\alpha \cdot [n_{ij}]^\beta}$$

Untuk  $j \in \{N - tabu_n\}$

$\rho_{n/ij} = 0$  untuk  $j$  lainnya

$$\begin{aligned} & \sum_{n \in \{N - tabu_n\}} [r_{ij}]^\alpha \cdot [n_{ij}]^\beta \\ &= (0,00058548)^1 (0,0465)^1 + (0,00058548)^1 (0,0415)^1 + (0,00058548)^1 (0,0155)^1 + (0,00058548)^1 (0,0685)^1 \\ &+ (0,00058548)^1 (0,0373)^1 + (0,00058548)^1 (0,0611)^1 + (0,00058548)^1 (0,0385)^1 + (0,00058548)^1 (0,0286)^1 \\ &= 0.000264057 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik V1} = \rho_{ij}^1 &= \frac{[c_{ij}]^\alpha \cdot [y_{ij}]^\beta}{\sum_{n \in \{N - tabu_n\}} [c_{ij}]^\alpha \cdot [y_{ij}]^\beta} \\ &= \frac{[0,000171]^1 \cdot [0,0465]^1}{0,000171} = 0,10295 \end{aligned}$$

$$\text{Titik V2} = \rho_{ij}^1 = \frac{[0,000171]^1 \cdot [0,0465]^1}{0,000171} = 0,10295$$

$$\text{Titik } V3 = \rho \frac{1}{ij} = \frac{[0,000171]^1 \cdot [0,0415]^1}{0,000171} = 0,0918$$

(Dengan perhitungan serupa penulis akan melompatinya sampai titik akhir yaitu V8)

$$\text{Titik } V8 = \rho \frac{1}{ij} = ([0,00058548]^1 \cdot [0,2128]^1) / 0,000265 = 0,4710$$

Dibawah ini adalah tabel hasil penghitungan penentuan probabilitas diatas sebelumnya:

**Tabel 9. Probabilitas  $V_1$**

	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>
V <sub>1</sub>	0,000	0,117	0,126	0,091	0,159	0,260	0,167	0,081
Probabilitas Kumulatif	0,000	0,117	0,242	0,333	0,492	0,752	0,919	1,000

Untuk mempermudah penentuan titik lokasi maka peneliti menggunakan rumus *randomize* dan terpilihlah angka 0,4434824. Sehingga dari rumus itu juga terpilih titik terdekat dengan *randomize* sebagai titik acuan yaitu V3. Hasilnya tabu list menjadi V1 ke V3. Dengan perhitungan yang sama berikut ini tabel yang telah tersusun dari titik V2 sampai seterusnya untuk mempersingkat penjelasan.

**Tabel 10. Probabilitas Semut**

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
V1	0	0,1030	0,0918	0,0343	0,1516	0,0851	0,0632	0,4710
Probabilitas Kumulatif	0	0,1030	0,1948	0,2291	0,3807	0,4658	0,5290	1,0000
V2	0,1274	0	0,0884	0,0438	0,2914	0,2446	0,0833	0,1212
Probabilitas Kumulatif	0,1274	0,1274	0,2158	0,2596	0,5510	0,7955	0,8788	1,0000
V3	0,1942	0,1509	0	0,0620	0,1835	0,1268	0,1019	0,1807
Probabilitas Kumulatif	0,1942	0,3451	0,3451	0,4071	0,5906	0,7174	0,8193	1,0000
V4	0,1220	0,1261	0,1043	0	0,1425	0,1598	0,2251	0,1203
Probabilitas Kumulatif	0,1220	0,2480	0,3524	0,3524	0,4948	0,6546	0,8797	1,0000
V5	0,1779	0,2763	0,1019	0,0470	0	0,1443	0,0962	0,1565
Probabilitas Kumulatif	0,1779	0,4542	0,5561	0,6030	0,6030	0,7473	0,8435	1,0000
V6	0,1212	0,2813	0,0854	0,0639	0,1750	0	0,1599	0,1133
Probabilitas Kumulatif	0,1212	0,4025	0,4878	0,5517	0,7268	0,7268	0,8867	1,0000
V7	0,1278	0,1360	0,0975	0,1278	0,1657	0,2271	0	0,1181
Probabilitas Kumulatif	0,1278	0,2638	0,3613	0,4891	0,6548	0,8819	0,8819	1,0000
V8	0,4908	0,1021	0,0891	0,0352	0,1390	0,0830	0,0609	0
Probabilitas Kumulatif	0,4908	0,5929	0,6820	0,7172	0,8562	0,9391	1	1

Ini adalah tabel hasil dari perjalanan semut yang pertama.

**Tabel 11. Tabu List ke-1**

	V0	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	tabu list 1
V0	0	0,0400	0,0278	0,0714	0,0127	0,0345	0,0233	0,0185	0,0435	
V1	0,0400	0	0,0465	0,0415	0,0155	0,0685	0,0385	0,0286	0,2128	V0-V1-V6
V2	0,0278	0,0465	0	0,0323	0,0160	0,1064	0,0893	0,0304	0,0442	V0-V2-V6
V3	0,0714	0,0415	0,0323	0	0,0132	0,0392	0,0271	0,0218	0,0386	V0-V3-V5
V4	0,0127	0,0155	0,0160	0,0132	0	0,0181	0,0203	0,0286	0,0153	V0-V4-V6
V5	0,0345	0,0685	0,1064	0,0392	0,0181	0	0,0556	0,0370	0,0602	V0-V5-V3
V6	0,0233	0,0385	0,0893	0,0271	0,0203	0,0556	0	0,0508	0,0360	V0-V6-V3



V7	0,0185	0,0286	0,0304	0,0218	0,0286	0,0370	0,0508	0	0,0264	V0-V7-V3
V8	0,0435	0,2128	0,0442	0,0386	0,0153	0,0602	0,0360	0,0264	0	V0-V8-V1

Untuk selanjutnya hingga perjalanan akhir dengan menggunakan rumus yang sama seperti yang sudah dijabarkan sebelumnya namun memiliki titik awal yang berbeda dan rute yang sudah dikunjungi dalam tabu list tidak akan dipergunakan lagi diperhitungan seterusnya. Hasil akhir dari perhitungannya akan menemukan nilai probabi litas satu pada setiap titik yang belum dilewati semut. Karena seluruh tempat sudah dikunjungi untuk perjalanan siklus (NC=1) dan berdasarkan dari traveling salesman program yaitu perjalanan dimulai dari titik awal maka harus berakhir di titik awal juga. Yang diperoleh dari daftar tersebut adalah:

**Tabel 12. Rute Perjalanan Semut dan Penambahan Pheromone**

Tabu List	Panjang (Km)	tij,k
V0-V1-V6-V5-V7-V4-V8-V3-V2-V0	289,4	0,00346
V0-V2-V6-V7-V5-V4-V1-V3-V8-V0	286,8	0,00349
V0-V3-V5-V6-V7-V8-V2-V4-V1-V0	289,8	0,00345
V0-V4-V6-V2-V5-V7-V1-V8-V3-V0	255,5	0,00391
V0-V5-V3-V4-V2-V6-V7-V1-V8-V0	286,1	0,00350
V0-V6-V3-V4-V1-V5-V7-V8-V2-V0	358,1	0,00279
V0-V7-V3-V2-V5-V6-V7-V8-V2-V0	302,8	0,00330
V0-V8-V1-V2-V3-V4-V7-V6-V5-V0	257,4	0,00389

Setelah dari perhitungan kedelapan rute maka rute terbaik V0-V4-V6-V2-V5-V7-V1-V8-V3-V0. Rute tersebut menempuh jarak sejauh 255,5 Km. Setelah mendapatkan informasi dengan rute terbaik selanjutnya menentukan update pheromone yang dilakukan dengan baru baru ini ditambahkan yaitu  $\Delta_{nij}$ .  $k = 0,00059$  kemudian memasukkannya ke rumus berikut :

$$t_{ij}(\text{baru}) = (1 - p) t_{ij} + \Delta_{nij} \cdot k$$

$$t_{04} = t_{40} = (1-0,1) (0,000379) + 0,00391 = 0,0042511$$

$$t_{46} = t_{64} = (1-0,1) (0,000379) + 0,00391 = 0,0042511$$

dan seterusnya sampai ke titik akhir

$$t_{30} = t_{03} = (1-0,1) (0,000379) + 0,00391 = 0,0042$$

**Tabel 13. Pheromone Antar Titik**

	V0	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
V0	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379
V1	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,004251
V2	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,004251	0,000379	0,000379
V3	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251
V4	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379
V5	0,000379	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,000379
V6	0,000379	0,000379	0,004251	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379
V7	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379
V8	0,000379	0,004251	0,000379	0,004251	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379	0,000379

## Pembahasan

Dari semua pembahasan sebelumnya maka diperoleh hasil dari perhitungan algoritma *nearest neighbor* untuk mencari rute terpendek berdasarkan tetangga terdekat.

**Tabel 14. Perbandingan Hasil Setelah Perbaikan**

No	Customer	Inisial Customer	Jumlah Tur		Jarak Tempuh		Jarak Tempuh	
			Sebelum	Sebelum	Sebelum	Sesudah	Sesudah	Sebelum
1	MSS	V3	19	266	1938	1632	224	1938
2	MMH	V8	14	322	1806	1548	276	1806
3	DYH	V1	17	425	2295	2025	375	2295
4	TBB	V5	6	174	942	785	145	942
5	KKI	V2	10	360	1680	1344	288	1680
6	DAS	V6	5	215	945	756	172	945
7	MTN	V7	8	432	1776	1110	270	1776

8	MPP	V4	22	1738	6534	5346	1422	6534
	Jumlah Total		<b>101</b>	<b>83</b>	<b>3932</b>	<b>3172</b>	<b>17916</b>	<b>14546</b>

Namun berdasarkan pendekatan dari tabel 14. maka kondisi sesudah penelitian pengiriman membutuhkan 83 tur dari awalnya perusahaan melaku kan 101 tur, dengan total jarak tempuh 3172 Km dari jarak tempuh sebelumnya 3932 Km, dan total waktu yang dibutuhkan 14546 menit dari waktu total sebelumnya 17916 menit.

Dimana dalam rute terbaik itu selain membutuhkan jarak terdekat juga memerlukan efisiensi waktu. Disinilah peran serta Ant Colony diperlukan. Langkah pertama yang dilakukan pada Ant Colony ini adalah dengan menentukan parameter – parameter yang digunakan yaitu  $\alpha = 1$  dan  $\beta = 1$ . Penilaian  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah  $\alpha, \beta \geq 0$  maka nilai yang diperoleh adalah 1. Sedangkan untuk pemilihan nilai  $p$  adalah  $0 < p < 1$  dan diperoleh angka  $p = 0,10$  yang merupakan nilai *Ant Colony* yang sering digunakan. Untuk nilai  $k = 8$  yang mewakili jumlah semut atau customer perusahaan. Terakhir parameter yang digunakan adalah nilai pheromone dengan diwakili oleh  $\tau_{ij} = 0,00058548$ . Langkah kedua adalah dengan menentukan nilai visibilitas yang tertuang dalam tabel.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disusun kesimpulan sebagai berikut: Vehicle Routing Problem (VRP) dan Traveling Salesman Problem (TSP) yang menjadi permasalahan pengiriman produk yang dilakukan oleh perusahaan kawat baja di Kabupaten Karawang, memiliki 8 lokasi customer yang akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma nearest neighbor dan dimaksimalkan dengan algoritma Ant Colony Optimization (ACO). Berdasarkan kapasitas angkut kendaraan logistik truck wings yaitu 14 bok dalam setiap pengiriman. Dari hasil penyelesaian menggunakan algoritma nearest neighbor pada pengiriman produk dengan waktu loading dan unloading masing masing 25 menit dan waktu administrasi selama 5 menit, maka pengiriman pada delapan customer perusahaan membutuhkan 101 tur, dengan total jarak tempuh 3932 Km, dan total waktu. Rute tersebut menempuh jarak sejauh 83 Km.

## DAFTAR PUSTAKA

- Julyanthry, Julyanthry, Valentine Siagian, Asmeati Asmeati, Abdurrozzaq Hasibuan, Ramses Simanullang, Adi Papa Pandarangga, Sukarman Purba, Bonaraja Purba, Rolyana Ferinia Pintauli, and Muhammad Fitri Rahmadana. 2020. Manajemen Produksi Dan Operasi. Yayasan Kita Menulis
- Karjono, Moedjiono, dan D.Kurniawan. 2016. Ant Colony Optimazation. Jurnal TICOM. 4(3) : 119-125.
- Larasati, K. (2017). the Design of Optimization System of Waste Transport Distribution Route in Sidoarjo Regency Using Ant Colony Optimization (ACO).
- Muftikhali, Q. E., Yudhistira, A. Y. F. D., Kusumawati, A., & Hidayat, S. (2018). Optimasi Algoritma Genetika Dalam Menentukan Rute Optimal Topologi Cincin Pada Wide Area Network. Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 13(1), 43. <https://doi.org/10.30872/jim.v13i1.1007>
- Panharesi, Y. G., & Mahmudy, W. F. (2015). Optimasi distribusi barang dengan algoritma genetika. Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.
- Purwandari, N. (2016). Perancangan Sistem Pengiriman Logistik Pada Perusahaan Manufaktur. I-STATEMENT, 2(2).
- Sutarman, H., & Atif, N. F. (2017). Dasar-Dasar Manajemen Logistik.