

ANALISIS RUTE PENDISTRIBUSIAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANT COLONY OPTIMIZATION* DALAM PERSOALAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* PADA KANTOR POS BOYOLALI

Desy Kurniaty Situmorang¹, Darfial Guslan, ST., MT.²
Program Studi Diploma IV, Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia E-
email: desysitumorang31@gmail.com

ABSTRAK

PT Pos Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengiriman barang milik pemerintah. Dalam proses pengirimannya, PT Pos Indonesia bisa melayani pengiriman hampir ke seluruh wilayah di Indonesia dan luar negeri. Dalam kegiatan bisnisnya, PT Pos Indonesia memiliki Kantor Pos Boyolali 57300 yang merupakan salah satu unit kerja dari PT Pos Indonesia (Persero). Kantor Pos Boyolali mempunyai 18 Kantor Pos Cabang. Dari 18 Kantor Pos Cabang (KPC), angkutan ekpress hanya melayani 3 KPC dalam rutenya. Distribusi kiriman Pos Ekpress dilakukan pada jam 9.30 WIB. Dalam kegiatan distribusi kiriman pos ekpress ini, kantor pos Boyolali menginginkan rute kunjungan terbaik dengan penambahan dua KPC, namun Kantor Pos Boyolali belum memiliki metode tertentu untuk mengetahui rute kunjungan yang baik, dan Penulis tertarik untuk melakukan analisis dalam rute kunjungan kegiatan distribusi kiriman pos ekpress ini tersebut.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan sebagai usulan untuk pemecahan masalah adalah *Ant Colony Optimization (ACO)* yaitu metode yang meniru sekawanan semut yang mencari rute terpendek untuk mencari makan dari sarang mereka sampai ke tempat makan itu berada.

Berdasarkan perhitungan metode Algoritma ACO, Rute kunjungan yang sebaiknya digunakan oleh Kantor Pos Boyolali adalah Kantor Pos Boyolali – KPC Teras – KPC Banyudono – KPC Sambu – KPC Simo – KPC Ngemplak – Kantor Pos Boyolali.

Kata Kunci : *Vehicle Routing Problem, Ant Colony Optimization(ACO), Graf, Rute, Optimalisasi.*

1. PENDAHULUAN

Kantor Pos Boyolali yang merupakan bagian dari Pos Indonesia yang berada dalam divisi Regional VI Pusat Semarang (meliputi Provinsi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta), seperti yang diharapkan para pengguna jasa, selalu mengusahakan pelayanan yang optimal kepada masyarakat pengguna jasa yang ditawarkan oleh perusahaan ini. Maka dari itu Kantor Pos Boyolali selalu melakukan perkembangan menuju arah yang lebih baik begitu juga dengan sistem transportasi yang ada di kantor pos ini.

Kantor Pos Boyolali yang bertindak sebagai KPRK memiliki 19 kantor lainnya yang bertindak sebagai KPC. Untuk dapat melayani pelanggan surat dan paket yang terdapat di sekitar kantor cabang, maka dibutuhkan transportasi yang digunakan untuk mengirimkan kiriman dari KPRK ke KPC ataupun mengambil kiriman dari KPC ke KPRK. Kantor Pos Boyolali mempunyai 2 mobil sebagai alat angkutan dari KPRK menuju KPC begitu juga sebaliknya yaitu mobil tersier dan mobil ekspres.

Penelitian ini bertumpu kepada alur angkutan ekspres seperti yang sudah dikatakan sebelumnya, produk ekspres sangat diprioritaskan oleh Pos Indonesia. Kriteria yang menggambarkan angkutan ekspres adalah mobil yang alur transportasinya mencakup COT 1 dalam 1 RTT. COT 1 Kantor POS Boyolali yaitu jam 13.00 WIB dimana mobil berangkat dari KPRK jam 09.30. Penelitian ini dimaksudkan supaya mobil ekspres bisa mengambil produk ekspres di lebih banyak KPC, dikarenakan dari 19 KPC angkutan ini hanya mampu menghampiri 3 KPC yaitu Banyudono, Ngemplak dan Teras.

Permasalahan tersebut membuat penulis tertarik untuk melakukan analisis rute yang digunakan angkutan ekspres untuk proses pendistribusian kiriman pos dari KPRK ke KPC yang ada di wilayah Boyolali. Penyusunan rute yang baik dapat

merealisasi keinginan KP Boyolali untuk menambahkan beberapa KPC untuk disinggahi angkutan ekspres. Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan membuat analisa dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimazation* untuk memecahkan masalah tersebut. Judul yang akan diambil adalah “**Analisis Rute Pendistribusian Dengan Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization* Dalam Persoalan *Vehicle Routing Problem* pada Kantor Pos Boyolali.**”

RUMUSAN MASALAH

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

1. Bagaimanakah alternatif rute yang dapat digunakan oleh angkutan ekspres di Kantor Pos Boyolali saat ini ?
2. Alternatif rute manakah yang terpilih untuk digunakan angkutan ekspres di Kantor Pos Boyolali dari beberapa alternatif rute yang ada?

TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari pemecahan masalah terhadap penelitian yang penulis lakukan adalah:

1. Untuk menentukan alternatif rute angkutan ekspres di kantor pos Boyolali saat ini
2. Untuk menentukan alternatif rute terpilih yang akan digunakan angkutan ekspres di Kantor Pos Boyolali dari alternatif rute yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Model yang digunakan pada usulan pemecahan Skripsi adalah metode *Ant Colony Optimization* (ACO) yaitu metode yang meniru sekawanan semut yang mencari rute terpendek untuk mencari makan dari sarang mereka sampai ke tempat makan itu berada. Metode ACO dapat memberikan solusi untuk pemecahan masalah yang berupa penentuan rute

terpendek sehingga bisa mengurangi jarak yang berakibat pada pengurangan biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam kegiatan distribusi.

Adapun teknik analisis data yang digunakan peneliti berdasarkan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data dari bagian Operasional di Kantor Pos Boyolali. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara. Berikut cara pengumpulan data yang dilakukan penulis:

- Data alamat KPC
- Data jarak
- Data kendaraan

b. Tetapan nilai parameter $Q, m, \tau, \alpha, \beta, \rho, NC_{max}$

Menentukan parameter-parameter yang diperlukan pada Algoritma Semut adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi jejak semut antar kota (τ_{ij}) dan perubahannya ($\Delta\tau_{ij}$).

Penetapan nilai *pheromone* awal dimaksudkan agar tiap-tiap ruas memiliki nilai ketertarikan untuk dikunjungi oleh tiap-tiap semut. (τ_{ij}) digunakan untuk persamaan probabilitas tempat yang akan dikunjungi. Nilai dari semua *pheromone* pada awal perhitungan ditetapkan dari angka kecil yaitu $0 \leq \tau_{ij} \leq 1$. ($\Delta\tau_{ij}$) adalah perubahan harga intensitas jejak semut. ($\Delta\tau_{ij}$) diinisialisasikan setelah selesai satu siklus. ($\Delta\tau_{ij}$) memperbaharui intensitas jejak semut dan digunakan untuk menentukan (τ_{ij}) diinisialisasikan setelah selesai dengan siklus. ($\Delta\tau_{ij}$) memperbaharui intensitas jejak semut dan digunakan untuk menentukan (τ_{ij}) siklus selanjutnya.

2. Tetapan siklus semut (Q).

Q merupakan konstanta yang digunakan dalam persamaan untuk menentukan τ_{ij} dengan nilai $Q \geq 0$.

3. Tetapan pengendali intensitas jejak semut (α).

α digunakan dalam persamaan probabilitas simpul yang akan dikunjungi dan berfungsi sebagai pengendali intensitas jejak semut. Untuk nilai parameter α sebaiknya diberikan nilai $0 \leq \alpha \leq 1$, hal ini dimaksudkan untuk menghindari akumulasi *pheromone* yang tidak terbatas pada sisi tersebut. Karena banyak *pheromone* yang ditingalkan tidak mungkin bertambah kuat tetapi akan bertambah kurang.

4. Tetapan pengendali (β).

β digunakan dalam persamaan probabilitas simpul yang akan dikunjungi dan berfungsi sebagai pengendali visibilitas dengan nilai $\beta \geq 0$, hal ini dimaksudkan untuk menghindari akumulasi yang tidak terbatas pada perhitungan visibilitas.

5. Banyaknya semut (m).

m merupakan banyak semut yang akan melakukan siklus dalam algoritma semut. Nilai m ditentukan oleh pengguna.

6. Tetapan penguapan jejak semut ρ .

ρ digunakan untuk memperbaharui intensitas jejak semut τ_{ij} untuk siklus selanjutnya. Dalam memperbaharui *pheromone* dibutuhkan satu parameter ρ yang memiliki $0 \leq \rho \leq 1$.

7. Banyaknya siklus maksimum (NC_{max}).

Banyaknya siklus maksimum bersifat tetap selama algoritma dijalankan, harganya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama (NC_{max}) sampai tercapai jumlah siklus maksimum ($NC_{max} = NC_{max}$). Mencari jarak antar simpul pencarian jarak antar simpul sangat

diperlukan dalam perhitungan algoritma semut.

c. Mencari jarak antar simpul.

Pencarian jarak antar simpul sangat diperlukan dalam perhitungan Algoritma Semut.

d. Menentukan rute kunjungan.

Rute kunjungan dilakukan oleh koloni semut dimulai dari simpul awal menuju semua simpul lainnya kemudian kembali ke simpul awal keberangkatan

e. Menghitung visibilitas antar simpul (η_{ij}).

Visibilitas antar simpul (η_{ij}) digunakan dalam persamaan probabilitas simpul yang akan dikunjungi. Sebelum memasuki perhitungan probabilitas dalam perhitungan algoritma semut maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan awal untuk menghitung visibilitas antar simpul. Nilai (η_{ij}) diperoleh dari persamaan berikut ini :

$$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$$

keterangan :

d = Jarak

i = Simpul awal

j = Simpul akhir

Penentuan parameter intensitas jejak kaki semut awal (τ_{ij}) dan setelah satu siklus selesai perlu ada perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar simpul. $\Delta\tau_{ij}^k$ untuk memulai siklus selanjutnya. Dihitung dengan persamaan :

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

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

$$\Delta\tau_{ij}^k =$$

$$\begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{untuk } (i, j) \in \text{simpul awal dan akhir tabu list} \\ 0 & \text{untuk } (i, j) \text{lainnya} \end{cases}$$

Dengan :

Q = Tetapan siklus semut

L_k = Jarak tempuh

m = Banyak semut

f. Menghitung nilai intensitas jejak kaki antar simpul untuk siklus selanjutnya.

Harga intensitas jejak kaki semut antar simpul untuk siklus selanjutnya akan ada perubahan dari intensitas jejak kaki semut awal (τ_{ij}) dikarenakan adanya penguapan dan perbedaan banyak semut yang melewati jalur tersebut.

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} (\text{awal}) + \Delta\tau_{ij}$$

Dengan :

- ρ = Tetapan penguapan jejak semut
- $\tau_{ij} (\text{awal})$ = Inisialisasi jejak semut antar kota
- $\Delta\tau_{ij}$ = Perubahannya inisialisasi jejak semut antar kota

g. Menghitung nilai probabilitas (p_{ij}^k)

Perhitungan probabilitas tujuannya untuk menentukan simpul yang akan menjadi tujuan perjalanan semut. Nilai probabilitas tertinggi dari suatu simpul akan menjadi simpul tujuan selanjutnya. Probabilitas dihitung berdasarkan persamaan.

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{t=1}^n [\tau_{it}]^a \cdot [\eta_{it}]^\beta}$$

Dengan :

i = Simpul awal

j = Simpul tujuan

k = Sebagai Koloni semut

τ_{ij} = Intensitas jejak kaki semut

η_{ij} = Visibilitas antar simpul

a = Pengendali intensitas jejak semut

β = Pengendali visibilitas

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{\tau=1}^n [\tau_{ij}]^a \cdot [\eta_{ij}]^\beta}$$

Keterangan :

i = Simpul awal

j = Simpul tujuan

k = Sebagai Koloni semut

τ_{ij} = Intensitas jejak kaki semut

η_{ij} = Visibilitas antar simpul

a = Pengendali intensitas jejak semut

β = Pengendali visibilitas

Q = Tetapan siklus semut

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Jalur

Berdasarkan jumlah kendaraan angkutan ekspres yang ada di Kantor Pos Boyolali 57300, maka rute pendistribusian menjadi satu wilayah karena hanya perlu menggunakan satu armada saja. Agar mempermudah dalam pemodelan graf setiap KPC diberikan simbol. Berikut adalah simbol simpul untuk setiap KPC di wilayah Boyolali:

Tabel 1 Simbol untuk KPC

| No | Kantor Pos Cabang | Simbol Huruf |
|----|-------------------|--------------|
| 1 | Boyolali | A |
| 2 | KPC Teras | B |
| 3 | KPC Banyudono | C |
| 4 | KPC Ngemplak | D |
| 5 | KPC Sambu | E |
| 6 | KPC Simo | F |

2.Penentuan Rute dengan menggunakan Metode Algoritma Ant Colony Optimization (ACO)

Berikut adalah parameter yang digunakan untuk menentukan rute kunjungan dengan metode Algoritma Ant Colony Optimization

$$\alpha = 1 \quad \tau_{ij} = 0,5$$

$$\beta = 1 \quad Q = 1$$

$$\rho = 1 \quad NC_{max} = 1$$

Nilai – nilai parameter diatas digunakan untuk menghitung nilai probabilitas semut dengan bersamaan sebagai berikut :

3.Penentuan Rute Kunjungan untuk KPC

a. Jarak Antar Kantor Pos Cabang (KPC)

Dalam penentuan rute kunjungan diperlukan data jarak antar simpul. Berikut data jarak antar simpul.

Tabel 2 Data Jarak antar Simpul

| Dari /ke | A | B | C | D | E | F |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| A | 0 | 7,7 | 9,8 | 18,9 | 18,5 | 23,4 |
| B | 7,7 | 0 | 5,5 | 14 | 12,4 | 15,5 |
| C | 9,8 | 5,5 | 0 | 12 | 11,6 | 16,5 |
| D | 18,9 | 14 | 12 | 0 | 7,9 | 12,9 |
| E | 18,5 | 12,4 | 11,6 | 7,9 | 0 | 5 |
| F | 23,4 | 15,5 | 16,5 | 12,9 | 5 | 0 |

b. Penentuan Rute Kunjungan

Penentuan rute kunjungan dimulai dari titik A dan akan kembali ke titik A, karena titik A merupakan titik awal dan titik akhir pada rute kunjungan ini.

Tabel 3 Rute Kunjungan

| No | Perjalanan yang Terbentuk | Jarak (Km) | Total Jarak (km) |
|----|---------------------------|--|------------------|
| 1 | A-F-B-C-E-D-A | 23,4+ 15,5+ 5,5+1 1,6+1 8,9 | 82,8 |
| 2 | A-D-F-E-C-B-A | 18,9+ 12,9+ 5+11, 6+5,5 +7,7 | 61,6 |
| 3 | A-F-E-D-B-C-A | 23,4+ 5+7,9 +14+5 ,5+9,8 | 65,6 |
| 4 | A-D-C-B-E-F-A | 18,9+ 12+5, 5+12, 4+5+2 3,4 | 77,2 |
| 5 | A-F-E-B-D-C-A | 23,4+ 5+12, 4+14+ 12+9, 8 | 76,6 |
| 6 | A-D-F-E-B-C-A | 18,9+ 12,9+ 5,5+1 2,4+5 +9,8 | 64,5 |
| 7 | A-D-E-F-B-C-A | 18,9+ 7,9+5 +15,5 +5,5+ 9,8 | 62,6 |

c. Perhitungan Visibilitas antar Simpul η_{ij}

Fungsi dari visibilitas η_{ij} adalah untuk mengetahui probabilitas simpul yang akan dikunjungi. Berikut adalah cara untuk menghitung nilai visibilitas simpul A menuju B dengan jarak 7,7 km.

$$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$$

keterangan :
 d = Jarak
 i = Simpul awal
 j = Simpul akhir

$$\eta_{AB} = \frac{1}{d_{AB}} = \frac{1}{7,7} = 0,1299 = 0,130$$

Jadi nilai visibilitas simpul A menuju simpul B adalah sebesar 0,130. Nilai visibilitas lainnya didapat dengan cara yang sama. Hasil perhitungan nilai visibilitas antar simpul untuk rute kunjungan KPC pada Kantor Pos Boyolali adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Visibilitas antar simpul

| Dari /ke | A | B | C | D | E | F |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 0 | 0,130 | 0,102 | 0,053 | 0,054 | 0,043 |
| B | 0,130 | 0 | 0,182 | 0,071 | 0,081 | 0,065 |
| C | 0,102 | 0,182 | 0 | 0,083 | 0,086 | 0,061 |
| D | 0,053 | 0,071 | 0,083 | 0 | 0,127 | 0,078 |
| E | 0,054 | 0,081 | 0,086 | 0,127 | 0 | 0,200 |
| F | 0,043 | 0,065 | 0,061 | 0,078 | 0,200 | 0 |

d. Perhitungan Perubahan Harga Intensitas Jejak Kaki Semut

Pheromone merupakan jejak yang ditinggalkan semut. Pada jalur yang sering dilewati semut, akan menyebabkan penguapan dan memungkinkan terjadinya perubahan harga intensitas jejak semut antar simpul. Berikut adalah persamaan untuk perubahan harga intensitas jejak semut :

$$\Delta\tau_{ij} = \frac{Q}{L_k} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

Dengan :

Q = Tetapan siklus semut

L_k = Panjang jalur

m = Banyak semut

$$\Delta\tau_{ij} = \frac{1}{82,8} + \frac{1}{61,6} + \frac{1}{65,6} + \frac{1}{77,2} + \frac{1}{76,6} + \frac{1}{64,5} + \frac{1}{62,6} = 0,101$$

Jadi perubahan intensitas jejak semut dari penggabungan rute kunjungan dari Kantor Pos Boyolali nilainya sama disetiap simpulnya yaitu 0,101.

Tabel 5 Perubahan Intensitas Jejak Semut ($\Delta\tau_{ij}$)

| Dari/ke | A | B | C | D | E | F |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 0 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 |
| B | 0,101 | 0 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 |
| C | 0,101 | 0,101 | 0 | 0,101 | 0,101 | 0,101 |
| D | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0 | 0,101 | 0,101 |
| E | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0 | 0,101 |
| F | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 0 |

e. Perhitungan Nilai Jejak Semut antar Simpul untuk Siklus Selanjutnya

Nilai intensitas jejak kaki semut awal (τ_{ij}) yang ditetapkan adalah 0,5. Dapat dilihat pada tabel IV.12.

Tabel 6 Intensitas Jejak Semut Awal(τ_{ij})

| | A | B | C | D | E |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| B | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| C | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,5 |
| D | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,5 |
| E | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0 |

Untuk perhitungan harga atau nilai intensitas jejak semut antar simpul untuk siklus selanjutnya akan dihitung dengan persamaan berikut ini

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} (\text{awal}) + \Delta\tau_{ij}$$

Keterangan :

ρ = Tetapan penguapan jejak semut

τ_{ij} (awal) = Intensitas jejak semut antar kota

$\Delta\tau_{ij}$ = Perubahan intensitas jejak semut antar kota

Maka :

$$\tau_{AB} = (1 \times 0,5) + 0,101 = 0,601$$

Jadi nilai intensitas jejak kaki semut untuk siklus selanjutnya adalah 0,601. Pencarian intensitas jejak semut untuk siklus baru yang lainnya dicari dengan cara yang sama. Untuk intensitas jejak semut yang telah diperbaharui untuk siklus selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7 Intensitas Jejak Kaki (τ_{ij}) rute kunjungan

| Dari/ke | A | B | C | D | E | F |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 0 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 |
| B | 0,601 | 0 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 |
| C | 0,601 | 0,601 | 0 | 0,601 | 0,601 | 0,601 |
| D | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0 | 0,601 | 0,601 |
| E | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0 | 0,601 |
| F | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0 |

f. Penentuan Jalur dengan Mencari Nilai Probabilitas

Untuk menghitung nilai probabilitas dengan tujuan untuk menentukan simpul yang akan menjadi tujuan perjalanan. Nilai probabilitas tertinggi dari suatu simpul akan menjadi simpul tujuan selanjutnya, dapat dengan persamaan berikut ini :

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{t=1}^n [\tau_{ij'}]^a \cdot [\eta_{ij'}]^\beta}$$

PAA=

$$\frac{[0]^1 \cdot [0]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0$$

$$PAB = \frac{[0,601]^1 \cdot [0,130]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0,340$$

$$PAC = \frac{[0,601]^1 \cdot [0,102]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0,267$$

$$PAD = \frac{[0,601]^1 \cdot [0,053]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0,139$$

$$PAE = \frac{[0,601]^1 \cdot [0,054]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0,142$$

$$PAF = \frac{[0,601]^1 \cdot [0,043]^1}{\{[0]^1 \cdot [0]^1 + [0,601]^1 \cdot [0,130]^1 + \dots + [0,601]^1 \cdot [0,043]^1\}} = 0,112$$

Perhitungan nilai probabilitas simpul lainnya dapat dihitung dengan cara yang sama. Berikut nilai probabilitas dari setiap simpul.

Tabel 8 Nilai Probabilitas Antar Simpul

| Dari /ke | A | B | C | D | E | F |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 0 | 0,340 | 0,267 | 0,139 | 0,142 | 0,112 |
| B | 0,246 | 0 | 0,344 | 0,135 | 0,153 | 0,122 |
| C | 0,199 | 0,354 | 0 | 0,162 | 0,168 | 0,118 |
| D | 0,128 | 0,173 | 0,202 | 0 | 0,307 | 0,188 |
| E | 0,099 | 0,147 | 0,157 | 0,231 | 0 | 0,365 |
| F | 0,096 | 0,145 | 0,136 | 0,174 | 0,449 | 0 |

Berdasarkan tabel nilai probabilitas antar simpul dengan simpul awal A, terpilih probabilitas tertinggi yaitu B = 0,340 sehingga semut berjalan dari simpul A ke simpul B. Dari simpul B terpilih simpul C = 0,344 dengan nilai probabilitas paling tertinggi, selanjutnya semut berjalan dari simpul C menuju simpul E. Dari simpul E terpilih simpul F = 0,365 dengan nilai probabilitas tertinggi, selanjutnya semut

berjalan dari simpul F menuju simpul D dengan nilai probabilitas tertinggi yaitu 0,174. Simpul yang terbentuk adalah A-B-C-E-F-D-A.

Jalur perjalanan yang diperoleh dari hasil penggabungan rute kunjungan KPC Boyolali berdasarkan perhitungan algoritma ACO (*Ant Colony Optimization*) yaitu Dari KPRK ke KPC Teras ke KPC Banyudono ke KPC Simo ke KPC Simo selanjutnya ke KPC Ngemplak dan kembali lagi ke KPRK KP Boyolali. Total jarak yang ditempuh berdasarkan Metode ACO ini adalah sebesar 61,6 Km.

4.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan berikut :

1. Hasil dari analisis yang dilakukan oleh Penulis, Rute kunjungan yang sebaiknya digunakan oleh Kantor Pos Boyolali adalah :

Kantor Pos Boyolali – KPC Teras
 – KPC Banyudono – KPC Sambi
 – KPC Simo – KPC Ngemplak – Kantor Pos Boyolali

5. REFERENSI

Andhi, dkk. 2012. *Penerapan Algoritma Ant System dalam Menemukan Jalur Optimal pada Travelling Salesman Problem (TSP) dengan kekekangan jalan*. Jurnal. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Gemet, Priyanka dkk. 2013. *Penerapan Algoritma Ant Colony untuk Travelling Salesman Problem pada Perangkat Bergerak*. Jurnal Teknik Pomits. Vol. 2 No. 1, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Gunawan dkk. *SEMANTIK: Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang Dengan Ant Colony Optimization*. 2012: Jurnal. Semarang:

Fakultas Teknologi Industri, Institut
Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Munir, Rinaldi. 2005. *Matematika Diskrit*.
Bandung: Informatika.

Nasution. 2015 *Manajemen Transportasi*.
Jakarta: Ghalia Indonesia.

Prasamya, Satria. *Ant Colony
Optimization: Penentuan Jalur
Terpendek Pada Kota Kecil dan Kota
Besar Menggunakan Teknologi Google
Maps Mashups Dengan Mobile Sistem
Andorid*. 2011: Skripsi. Surabaya:
Fakultas Teknologi Informatika, Institut
Teknologi Sepuluh Nopember.

Woodward, Frank H. 1986. *Manajemen
Transpor. Edisi kedua*. PT Pustaka
Binaman Pressindo : Jakarta