

PENENTUAN RUTE ANGKUTAN TERSIER DARI KANTOR POS PEMERIKSA KE KANTOR POS CABANG DI WILAYAH BANJARNEGARA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANT COLONY OPTIMIZATION(ACO)*

Darfial Guslan, S.T., MT.¹⁾, M. Hasan Al-Anshary²⁾

¹ Prodi D4 Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia (Darfial Guslan, S.T., MT)

email: darfialguslan@poltekpos.ac.id

² Prodi D4 Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia (M. Hasan Al-Anshary)

Abstracts

Banjarnegara Post Office is part of the company PT. Pos Indonesia (Persero) which is engaged in the business of freight owned by the government, the Post Office Banjarnegara want optimal transportation cost performance do sac distribution of postal items throughout the Post Office branch in the territory of Banjarnegara. Ant Colony Optimization method is used to analyze the routes used by KP banjarnegara in the process of tertiary freight transportation done, whether the currently used have been effective and efficient or not. The study was conducted by processing all the data and information needs related to used methods. Based on the result of analysis by using ACO these differences are a shorter distance of 19 Km. For daily fuel costs are the difference of Rp. 10 669 a month when there is a difference of Rp. 288 049 and if the difference occurs within a year of cost-saving Rp. 3,456,582 and the number of employed fleet was to be the fleet before using ACO method requires two fleets of vehicles.

Keywords: *Ant Colony Optimization (ACO), Route transport*

1. PENDAHULUAN

Kegiatan logistik merupakan hal yang penting di dalam proses bisnis suatu perusahaan, baik dalam bidang jasa maupun manufaktur. Khususnya dalam bidang jasa kurir yang meliputi kegiatan *collecting, processing, transporting, distribution, delivery*, merupakan kunci berlangsungnya proses bisnis di perusahaan jasa kurir. Pada era modern ini kebutuhan masyarakat akan suatu jasa pengiriman barang sangat tinggi untuk itu perusahaan yang memiliki kegiatan jasa pengiriman barang, Seharusnya melakukan perbaikan terus menerus dimana industri bisnis tersebut mampu memudahkan penyedia jasa dan konsumen bertransaksi. Selain menjanjikan pelayanan terbaik, mereka juga berupaya menghadirkan berbagai produk inovatif jasa layanan pengiriman. Distribusi memiliki pengertian sebagai kegiatan ekonomi yang menjembatani suatu proses produksi dan konsumsi suatu barang, agar barang dan jasa yang di berikan kepada para konsumen tepat pada waktunya dan dengan kualitas pelayanan

yang baik sehingga kegunaan yang di dapat dari nilai barang dan jasa tersebut semakin maksimal setelah di konsumsi oleh konsumen. Transportasi ialah suatu bagian khusus yang berkaitan dengan kerja sistem distribusi sebagai penunjang perpindahan barang yang akan dikirimkan ke pihak penerima barang. Berdasarkan uraian sebelumnya maka perlu adanya strategi yang dirancang khusus untuk dapat memaksimalkan sebuah proses kerjadistribusi agar memberikan keuntungan dan kemudahan bagi perusahaan dengan meminimalisasi biaya yang ada, sehingga dapat mencapai kepuasan yang optimal dari pelanggan dan menjadikan operasi pendistribusian berjalan lancar sesuai rencana. Unit Pelaksana Teknis Kantor Pos Banjarnegara Divisi Regional VI Semarang merupakan bagian dari perusahaan PT. Pos Indonesia (Persero) yang bergerak di bisnis pelayanan jasa pengiriman barang milik pemerintah, Dalam proses pengirimannya PT. Pos Indonesia bisa melayani jasa pengiriman hampir ke seluruh wilayah di Indonesia

dan luar negeri. Aktivitas yang terjadi di Kantor Pos Banjarnegra yaitu meliputi *Collecting, Processing, Transporting, Delivery*. Dalam kegiatan pendistribusian kiriman pos ini KP Banjarnegara menginginkan rute terbaik, namun KP Banjarnegara belum memiliki metode tertentu untuk mengetahui apakah rute yang digunakan selama ini sudah optimal atau belum. Penyusunan rute yang baik dapat memperpendek jarak tempuh, mempersingkat waktu kegiatan pendistribusian, pengoptimalan tersebut dapat memberikan dampak penghematan biaya. Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan membuat analisa dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization* untuk memecahkan masalah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan adalah metode Ant Colony Optimization (ACO) yaitu metode yang meniru dari perilaku sekawanan semut yang mencari rute terpendek dalam upaya mencari makanan dari sarang mereka hingga sampai pada tempat makanan itu berada. Model yang digunakan dalam metode ACO adalah model graf yang memiliki sirkuit Hamilton.

Setelah data-data yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat terkumpul, kemudian data-data tersebut dianalisis atau diolah untuk menemukan solusi terbaik dari permasalahan tersebut. Pengolahan data menggunakan metode Ant Community Optimization (ACO) untuk mendapatkan usulan perbaikan atau solusi yang lebih akurat. Berikut ini flowchart dalam proses pengolahan data menggunakan metode algoritma Ant Community Optimization(ACO):

1. Mulai
2. Tetapkan nilai parameter $Q, m, \tau, a, \beta, \rho, NC_{max}$
3. Menentukan rute kunjungan
4. Menghitung jarak yang dilalui semut
5. Menghitung visibilitas antar simpul (η_{ij})

6. Menghitung perubahan harga intensitas jejak kaki semut
7. Menghitung nilai probabilitas(p_{ij}^k)
8. Analisis dan Pembahasan
9. Kesimpulan dan Saran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh mengenai berat kantung kiriman pos dari KPRK ke KPC diatas, dapat diperoleh untuk rata-rata berat dari setiap kantungnya, berikut adalah rumus untuk mengetahui berat kantung rata-rata:

$$\begin{aligned} & \text{Berat kantung rata – rata} \\ &= \frac{\text{total berat kantung}}{\text{total jumlah kantung}} \\ &= \frac{362}{34} = 10,64 \text{ Kg} = 11 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Jadi, rata-rata berat setiap kantung yang di kiriman ke KPC di wilayah Banjarnegara diasumsikan sebesar 11 Kg.

Penentuan Jumlah Armada

Untuk mempermudah dalam proses penentuan rute pengiriman angkutan tersier ke KPC wilayah Banjarnegara, dibutuhkan jumlah armada yang sesuai, sehingga dapat mengetahui jumlah daya angkut maksimum kantung dari setiap armada. Berikut adalah rumus untuk mengetahui jumlah maksimum kantung yang dapat diangkut oleh satu armada.

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah maksimum kantung} \\ &= \frac{\text{kapasitas armada}}{\text{berat kantung rata – rata}} \\ & \text{Mobil Daihatsu Grand Max BV} \\ & \text{Jumlah maksimum kantung} = \frac{770 \text{ Kg}}{11 \text{ Kg}} \\ &= 70 \text{ Kantung} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan kapasitas angkut mobil diatas, maka dalam pemilihan rute ini penulis akan memilih untuk menggunakan mobil Daihatsu Grand Max BV mengingat total jumlah pengiriman kantong perhari yang hanya 34 kantong dapat diangkut dengan mobil tersebut. Berikut adalah rumus untuk menghitung jumlah armada yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Jumlah armada}}{\text{kapasitas armada}} \\ &= \frac{\text{jumlah kapasitas maksimum kantung}}{\text{jumlah kapasitas maksimum kantung}} \\ &= \frac{34}{70} = 0,48 \text{ Kendaraan} \\ &= 1 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Biaya dan Jenis Bahan Bakar Minyak (BBM)

Berikut adalah data biaya BBM untuk kendaraan yang digunakan oleh KPRK Banjarnegara dalam melakukan pendistribusian kantung kiriman pos ke KPC di wilayah Banjarnegara:

- Jenis mobil : Daihatsu GranMax BV
- Jenis BBM : Premium
- Harga per liter : Rp. 7.300
- Penggunaan per liter : 13 Km

Penentuan Rute Angkutan Tersier di wilayah Banjarnegara Jarak Antar Kantor Pos Cabang (KPC)

Dalam penentuan rute angkutan tersier diperlukan data jarak antar simpul, sebagai berikut :

NO	Dari/Ko	KPRK BA	KPC WND	KPC RAK	KPC BAW	KPC PNG	KPC MRU	KPC KLP	KPC SUNA	KPC MKR	KPC PGTN	KPC PWN	KPC BUR	KPC WNY	KPC KKB	KPC BMU
1	KPRKBA	0	16.92	26.85	10.15	23.10	33.49	41.40	51.14	4.78	20.92	26.97	37.14	28.59	21.48	6.63
2	KPCWND	16.92	0	12.91	7.32	11.11	10.47	26.63	38.47	19.84	33.64	35.23	44.80	32.98	26.35	11.49
3	KPCRAK	26.85	12.91	0	16.84	4.23	7.60	24.74	25.84	30.84	45.87	48.09	58.21	45.75	39.21	23.22
4	KPCBAW	10.15	7.32	16.84	0	13.44	23.86	31.54	42.51	14.04	29.22	32.76	43.12	32.10	37.17	6.72
5	KPCPNG	23.10	11.11	4.23	13.44	0	10.41	18.28	28.75	27.36	42.79	45.73	55.99	44.01	37.20	20.19
6	KPCMRU	33.49	20.47	7.60	23.86	10.41	0	8.17	18.66	37.78	53.16	55.66	65.80	57.32	53.22	30.51
7	KPCKLP	41.40	26.03	14.74	31.54	18.28	8.17	0	11.26	45.61	60.58	62.14	72.31	59.38	53.22	37.95
8	KPCSUNA	52.14	38.47	25.84	42.51	28.75	18.66	11.26	0	56.45	71.73	73.65	83.59	70.63	64.50	49.06
9	KPCMKR	4.78	19.84	30.84	14.04	27.36	37.78	45.61	56.45	0	16.12	22.44	32.52	24.73	17.88	8.43
10	KPCPGTN	20.92	35.94	45.87	29.22	44.79	53.28	60.58	71.73	16.12	0	10.90	18.28	11.11	14.40	22.89
11	KPCPWN	26.97	35.23	48.09	32.76	45.73	55.66	62.14	73.65	22.44	10.90	0	10.41	7.71	9.55	26.10
12	KPCBUR	37.14	44.80	58.21	43.12	55.99	65.80	72.31	83.59	32.52	18.28	10.41	0	13.80	19.12	36.54
13	KPCWNY	28.59	32.98	45.75	32.10	44.01	57.32	59.38	70.63	24.73	17.11	7.71	13.80	0	7.23	25.95
14	KPCKKB	21.48	26.35	39.21	37.17	37.20	53.22	53.22	64.50	17.88	14.40	9.55	19.12	7.23	0	18.81
15	KPCBMU	6.63	11.49	23.22	6.72	10.19	30.51	37.95	49.06	8.43	22.86	26.10	36.54	25.95	18.81	0

Penentuan Rute Kunjungan

Penentuan rute kunjungan setiap semut dapat ditempatkan pada titik A dan akan kembali lagi ke titik yang sama karena titik A merupakan titik awal dan titik akhir dari pada rute ini.

No	Perjalanan yang Terbentuk	Total Jarak
1	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-A	229.91 km
2	A-D-E-F-H-G-C-B-O-I-J-K-L-M-N-A	191.39km
3	A-D-E-H-F-G-C-B-O-N-M-L-K-J-I-A	200.32 km
4	A-H-F-G-C-E-B-D-I-J-K-L-M-N-O-A	213.91 km
5	A-D-E-C-F-G-H-B-O-I-J-K-L-M-N-A	195.14 km
6	A-D-E-F-G-H-C-B-O-N-M-L-K-J-I-A	185.68 km
7	A-I-J-K-L-M-N-O-B-D-E-H-G-F-C-A	196.53 km
8	A-O-N-M-L-K-J-I-D-E-C-F-G-H-B-A	197.63 km
9	A-K-L-M-N-O-J-I-D-E-F-H-G-C-B-A	228.38 km
10	A-O-B-E-C-F-G-H-D-I-J-K-L-M-N-A	196.59 km
11	A-N-M-L-K-J-I-O-B-D-E-H-G-F-C-A	202.85 km
12	A-B-O-N-M-L-K-J-I-D-E-H-F-G-C-A	229.93 km
13	A-I-O-D-B-E-F-C-G-H-N-M-K-L-J-A	211.42 km
14	A-D-E-F-H-G-C-B-O-I-J-K-L-M-N-A	191.03 km
15	A-I-O-J-K-L-M-N-B-D-E-C-F-G-H-A	208.32 km

Perhitungan Visibilitas Antar Simpul

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. Berikut adalah cara untuk menghitung nilai visibilitas simpul A menuju simpul B dengan jarak 17 km.

$$\eta_{AB} = \frac{1}{d_{AB}} = \frac{1}{16.92} = 0,059$$

Jadi, visibilitas dari simpul A menuju simpul B adalah sebesar 0,058. Nilai visibilitas simpul lainnya di dapatkan dengan cara yang sama. Berikut hasil perhitungan visibilitas antar simpul:

Dist/Ita	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0.059	0.037	0.098	0.043	0.03	0.024	0.019	0.209	0.048	0.027	0.026	0.038	0.046	0.157
B	0.059	0	0.077	0.137	0.09	0.049	0.017	0.026	0.05	0.03	0.028	0.022	0.03	0.036	0.087
C	0.037	0.077	0	0.059	0.236	0.131	0.068	0.039	0.032	0.022	0.021	0.017	0.022	0.026	0.043
D	0.098	0.137	0.059	0	0.074	0.042	0.032	0.023	0.071	0.034	0.03	0.023	0.031	0.027	0.149
E	0.043	0.09	0.236	0.074	0	0.096	0.035	0.035	0.036	0.023	0.022	0.018	0.024	0.027	0.05
F	0.03	0.049	0.131	0.042	0.096	0	0.122	0.063	0.026	0.019	0.018	0.016	0.017	0.019	0.039
G	0.024	0.037	0.068	0.032	0.035	0.122	0	0.089	0.021	0.016	0.016	0.014	0.017	0.019	0.026
H	0.018	0.026	0.039	0.023	0.035	0.063	0.089	0	0.018	0.014	0.013	0.012	0.014	0.015	0.02
I	0.209	0.05	0.032	0.071	0.036	0.026	0.022	0.018	0	0.062	0.044	0.031	0.04	0.056	0.119
J	0.048	0.03	0.022	0.034	0.023	0.015	0.016	0.014	0.062	0	0.095	0.055	0.058	0.069	0.044
K	0.027	0.028	0.021	0.03	0.022	0.016	0.016	0.013	0.041	0.095	0	0.096	0.13	0.105	0.038
L	0.026	0.022	0.017	0.029	0.018	0.015	0.014	0.012	0.031	0.053	0.096	0	0.072	0.062	0.027
M	0.035	0.03	0.022	0.031	0.023	0.017	0.017	0.014	0.04	0.058	0.13	0.072	0	0.138	0.036
N	0.046	0.038	0.025	0.027	0.027	0.019	0.019	0.015	0.056	0.069	0.105	0.052	0.138	0	0.063
O	0.157	0.087	0.043	0.149	0.05	0.033	0.016	0.02	0.119	0.044	0.038	0.027	0.038	0.063	0

Perhitungan Perubahan Harga Intensitas Jejak Kaki Semut

Semut yang berjalan akan meninggalkan jejak pheromone. Adanya penguapan dan perbedaan banyak semut yang melewati jalur akan menyebabkan

kemungkinan terjadinya perubahan harga intensitas semut antar simpul. Persamaan perubahan ini adalah:

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

$$\Delta \tau_{ij}^k = \frac{1}{229.91} + \frac{1}{191.39} + \frac{1}{200.32} + \frac{1}{213.91} + \frac{1}{193.14} + \frac{1}{185.68} + \frac{1}{196.53} + \frac{1}{197.63} + \frac{1}{228.38} + \frac{1}{196.59} + \frac{1}{202.85} + \frac{1}{229.93} + \frac{1}{211.42} + \frac{1}{191.03} + \frac{1}{208.32} = 0,073$$

Jadi total perubahan harga intensitas jejak kaki semut mempunyai nilai yang sama di setiap simpulnya yaitu 0,073. Berikut adalah tabel perubahan intensitas jejak semut:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
B	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
C	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
D	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
E	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
F	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
G	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
H	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
I	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
J	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
K	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073	0,073
L	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073	0,073
M	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073	0,073
N	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0	0,073
O	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0

Perhitungan Harga intensitas Jejak Semut antar Simpul untuk Siklus Selanjutnya

Nilai intensitas jejak semut antar simpul ($\Delta \tau_{ij}$) pada awal perhitungan ditetapkan dengan angka awal yang kecil. Pada penelitian ini, Nilai *pheromone* menggunakan nilai awal sebesar 0,5. Berikut adalah table intensitas jejak semut awal:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
B	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
C	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
F	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
G	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
H	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
J	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
K	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5
L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5
M	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5
N	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5
O	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0

Perhitungan harga atau nilai intensitas jejak semut antar simpul untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

$$\tau_{AB} = 0,5 \cdot 0,5 + 0,07 = 0,323$$

Pencarian intensitas jejak semut lainnya dicari dengan cara yang sama. Berikut adalah tabel intensitas jejak semut yang telah diperbaharui untuk siklus selanjutnya:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
B	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
C	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
D	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
E	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
F	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
G	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
H	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
I	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
J	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
K	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323	0,323
L	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323	0,323
M	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323	0,323
N	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0	0,323
O	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0

Perhitungan Harga intensitas Jejak Semut antar Simpul untuk Siklus Selanjutnya

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

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

$$P_{AA} = \frac{[0]^1 \cdot [0]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = 0$$

$$P_{AB} = \frac{[0,323]^1 \cdot [0,059]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,001}{0,030} = 0,068$$

$$P_{AC} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,037]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0004}{0,030} = 0,015$$

$$P_{AD} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,098]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,009}{0,030} = 0,303$$

$$P_{AE} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,043]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0006}{0,030} = 0,020$$

$$P_{AF} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,030]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0003}{0,030} = 0,010$$

$$P_{AG} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,024]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0002}{0,030} = 0,006$$

$$P_{AH} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,019]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0001}{0,030} = 0,004$$

$$P_{AI} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,209]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,014}{0,030} = 0,278$$

$$P_{AJ} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,048]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0007}{0,030} = 0,025$$

$$P_{AK} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,037]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0004}{0,030} = 0,015$$

$$P_{AL} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,026]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0002}{0,030} = 0,007$$

$$P_{AM} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,035]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0004}{0,030} = 0,015$$

$$P_{AN} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,046]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,0007}{0,030} = 0,025$$

$$P_{AO} \frac{[0,323]^1 \cdot [0,157]^2}{\{[0]^1 [0]^2 + [0,323]^1 [0,059]^2 + \dots + [0,323]^1 [0,157]^2\}} = \frac{0,008}{0,030} = 0,265$$

Perhitungan nilai probabilitas lainnya dihitung dengan cara yang sama. Berikut adalah tabel hasil perhitungan nilai probabilitas antar simpul: Perhitungan nilai probabilitas lainnya dihitung dengan cara yang sama. Berikut adalah tabel hasil perhitungan nilai probabilitas antar simpul:

Simpul	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0,068	0,015	0,033	0,02	0,01	0,006	0,004	0,278	0,025	0,015	0,007	0,015	0,025	0,265
B	0,068	0	0,084	0,022	0,087	0,026	0,015	0,007	0,027	0,01	0,008	0,005	0,01	0,025	0,265
C	0,015	0,084	0	0,068	0,6	0,185	0,05	0,016	0,011	0,005	0,005	0,003	0,005	0,007	0,02
D	0,033	0,022	0,068	0	0,053	0,019	0,011	0,006	0,054	0,012	0,01	0,006	0,01	0,008	0,002
E	0,02	0,087	0,6	0,059	0	0,099	0,031	0,013	0,014	0,006	0,005	0,003	0,006	0,008	0,027
F	0,01	0,026	0,145	0,019	0,099	0	0,14	0,03	0,007	0,004	0,003	0,002	0,003	0,004	0,012
G	0,006	0,015	0,05	0,011	0,032	0,16	0	0,284	0,005	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,007
H	0,004	0,007	0,019	0,006	0,013	0,03	0,085	0	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,004
I	0,278	0,027	0,011	0,084	0,014	0,007	0,005	0,009	0	0,041	0,021	0,01	0,017	0,034	0,152
J	0,025	0,01	0,005	0,012	0,006	0,004	0,003	0,002	0,021	0	0,097	0,032	0,036	0,051	0,021
K	0,015	0,008	0,005	0,01	0,005	0,003	0,003	0,002	0,021	0,097	0	0,294	0,182	0,119	0,015
L	0,007	0,005	0,003	0,006	0,003	0,002	0,002	0,001	0,01	0,032	0,099	0	0,056	0,029	0,008
M	0,015	0,01	0,005	0,01	0,006	0,003	0,003	0,002	0,017	0,036	0,145	0,036	0	0,205	0,015
N	0,025	0,015	0,007	0,008	0,008	0,004	0,004	0,002	0,034	0,051	0,119	0,019	0,205	0	0,03
O	0,265	0,081	0,02	0,002	0,027	0,012	0,007	0,004	0,152	0,021	0,015	0,008	0,015	0,119	0

Berdasarkan tabel diatas nilai probabilitas antara simpul di wilayah Banjarnegara dengan simpul awal A,

selanjutnya terpilih probabilitas tertinggi yaitu simpul D = 0,303 dari simpul D terpilih probabilitas paling tinggi selanjutnya yaitu simpul E= 0,099 dan seterusnya F = 0,16, G = 0,085, H = 0,016, C = 0,064, B = 0,081, O = 0,315, N = 0,205, M = 0,182, K = 0,099, L = 0,032, J = 0,041, I = kembali lagi ke simpul awal dengan nilai probabilitas dari I ke A = 0,047. Jadi simpul yang terbentuk adalah A-D-E-F-G-H-C-B-O-N-M-K-L-J-I-A. Jadi total jarak yang ditempuh berdasarkan metode ACO adalah sebesar 185.68 Km dan terpilih jalur terbaik dilalui semut ke 6.

Perhitungan Biaya Pengeluaran Perhari

Dalam menghitung biaya BBM yang di keluarkan dalam proses pendistribusian kantung kiriman pos ke KPC yang berada di wilayah Banjarnegara dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Biaya BBM} = \frac{\text{Jarak yang ditempuh}}{\text{Konsumsi BBM Perliter}} \times \text{Harga BBM}$$

Perhitungan Biaya BBM Sebelum Menggunakan Metode ACO

Berikut adalah biaya BBM yang dikeluarkan KPRK Banjarnegara saat ini:

1. Mobil Grand Max BV jalur 1 = 88,28 Km

$$\text{Biaya BBM} = \text{Rp.}100.000$$

Jadi, biaya BBM yang dipergunakan angkutan tersier dalam pendistribusian kantung kiriman pos di jalur satu dalam sehari sebesar Rp. 100.000.

2. Mobil Grand Max BV jalur 2 = 109.1 Km

$$\text{Biaya BBM} = \text{Rp.}100.000$$

Jadi, biaya BBM yang dipergunakan angkutan tersier dalam pendistribusian kantung kiriman pos di jalur dua dalam sehari sebesar Rp.100.000.

Total biaya dalam penggunaan BBM yang dikeluarkan KPRK dalam pendistribusian kantung kiriman pos ke KPC dalam sehari sebesar Rp. 200.000.

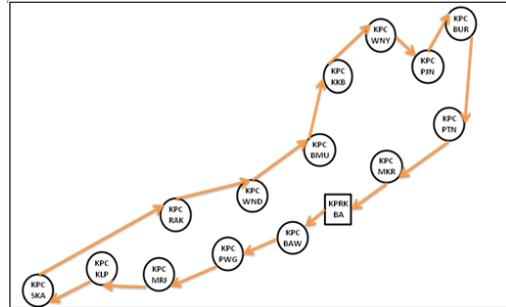
Perbandingan Rute Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode ACO

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Algoritma ACO untuk analisis penentuan rute angkutan tersier KPRK Banjarnegara diatas. Berikut adalah table perbandingan antara rute yang saat ini di pergunakan oleh KPRK Banjarnegara dengan rute yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan metode Algoritma ACO:

Rute	Biaya BBM/hari	Biaya BBM/bulan	Biaya BBM/tahun	Jarak Tempuh hari
Sebelum ACO Jalur 1	Rp. 100.000	Rp. 2.700.000	Rp. 32.400.000	88,28 Km
Sebelum ACO Jalur 2	Rp. 100.000	Rp. 2.700.000	Rp. 32.400.000	109,10 Km
Total	Rp. 200.000	Rp. 5.400.000	Rp. 64.800.000	197,38 Km
Sesudah ACO Satu Jalur	Rp. 95.734	Rp. 2.815.182	Rp. 33.782.184	185,68 Km
Total Sesudah	Rp. 95.734	Rp. 2.584.818	Rp. 31.017.816	11,7 Km

Berdasarkan tabel diatas selisih untuk biaya penggunaan BBM perhari yaitu sebesar Rp. 95.734 sedangkan untuk selisih biaya penggunaan BBM dalam

sebulan sebesar Rp. 2.584.818 dan jika dalam setahun selisih biaya penggunaan BBM yang dapat di pangkas adalah sebesar Rp. 31.017.816. Dengan jarak tempuh yang sudah menggunakan metode ACO mempunyai selisih sebesar 11,7 Km.



4. KESIMPULAN

1. Biaya yang dikeluarkan oleh KPRK Banjarnegara saat ini untuk BBM yang digunakan untuk angkutan tersier dalam melakukan proses pendistribusian kantung kiriman pos belum optimal. Karena berdasarkan hasil analisis rute dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization* terdapat selisih jarak sebesar 11,7 Km yang akan berpengaruh terhadap biaya bahan bakar, jumlah armada ,dan juga rute pendistribusian. Untuk biaya bahan bakar harian terdapat selisih sebesar Rp. 95.734, dalam sebulan terdapat selisih Rp. 2.584.818. Jumlah armada yang dipergunakan cukup satu yang sebelumnya memerlukan dua armada kendaraan.

2. Rute paling optimal yang dapat dipergunakan oleh KPRK Banjarnegara dalam pendistribusian kantung kiriman pos ke KPC untuk seluruh wilayah Banjarnegara, adalah sebagai berikut:

KPRK BA - KPC Bawang - KPC Purwonegoro - KPC Mandiraja - KPC Klampok - KPC Susukan - KPC Rakit - KPC Wanadadi - KPC Banjarnangu - KPC Karangobar - KPC Wanayasa - KPC Pejawaran - KPC Batur - KPC Pagentan - KPC Madukara dan kembali lagi ke KPRK Banjarnegara. Rute tersebut memiliki selisih jarak 11,7 Km lebih pendek dari sebelumnya yang dipergunakan KPRK Banjarnegara.

5. REFERENSI

- Ballou H. Ronald. 1999. *Business Logistic management*. Prentice-Hall : United State.
- Bangun, Paulus. 2011. *Perancangan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem (VRP)*, Depok .Teknik Industri, Universitas Indonesia.
- Bullnheimer, B., Hartl, R. F., dan Strauss, C. (1997). *A New Rank Based Version Of The Ant System — A computational Study*. Technical Report. Institute of Management Science. University of Vienna. Austria.
- Dorigo, Marco dan Stutzle. 2004. *Ant Colony Optimization*. London: Massachusetts Institute of Technology.
- Gunawan. 2012. *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang Dengan Ant Colony Optimization*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institute Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Maulana, Chandra. 2014. *Penentuan Jalur Shuttlr Bus Perusahaan Otobus Efisiensi Yogyakarta Menggunakan Algoritma Semut*. Program Studi Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Munir, Rinaldi. 2014. *Matematika Diskrit*, Edisi Kelima. Bandung: Informatika.
- Nasution. 2008. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Pangestu, Subagyo. (2000). *Manajemen Operasi*, Edisi Pertama. Yogyakarta: BPF.
- Salim, Abbas. 2006. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Santosa, Budi dan Paul Willy. 2011. *Metode Metaheuristik*. Surabaya: Guna Widya.