

Penerapan *Travelling Salesman Problem* Untuk Optimasi Jarak Jalur Kurir Menggunakan Algoritma *Ant Colony Optimization (Aco)*

Dwi Cipta Nugraha¹ Shah Khadafi²
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2}
e-mail: huracan080899@gmail.com

ABSTRACT

The needs of people upon the services of delivery expeditions are tremendous. The major factor influencing the performance of expedition service is the courier. When a courier delivers packages, he is demanded to find the destination addresses of packages very fast. In addition, the distribution process of package delivery addresses to each courier is uneven or imbalance due to the factor of inappropriate monitoring. Nowadays, the problem of optimization grows continuously. Many problems of expedition companies have caused them to involve optimization method including the use of Ant Colony Optimization (ACO) algorithm. Basically, this sort of algorithm is used to shape the fastest route of delivery to package addresses that will be sent by the courier based on the routes passed by the ant colony. Those routes will create formation adjusting the creeping path by utilizing the value of q random from probability within the size q random > 1 . By Ant Colony Optimization (ACO), one of couriers who must travel the distance for 100.43 km in 4.5 hours could be shortened by the distance 64.03 km in 3.5 hours. After that, the sequence of courier route would be displayed in Google Maps API to ease the search of delivery address.

Keywords: *Optimization, Ant Colony Optimization, courier, Google Maps API, route, delivery, fastest*

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan jasa ekspedisi pengiriman sangat tergolong besar. Faktor yang mempengaruhi kinerja dari jasa ekspedisi tersebut adalah kurir. Seorang kurir ketika mengirim paket-paket pengantaran dituntut untuk menemukan alamat tujuan paket dengan cepat. Selain itu terkadang proses pendistribusian alamat-alamat pengiriman paket untuk masing-masing kurir tidak merata atau tidakimbang diakarenakan faktor pengawasan yang kurang tepat. Saat ini perkembangan dari masalah *optimization* terus berkembang. Permasalahan yang dihadapi perusahaan-perusahaan ekspedisi ini melibatkan metode *optimization* yang harus diselesaikan. Salah satunya Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*. Algoritma ini digunakan untuk membentuk rute pengiriman tercepat dari alamat-alamat paket yang akan dikirim oleh seorang kurir berdasarkan jalur yang dilalui oleh kawanan semut. Rute-rute tersebut akan membentuk sesuai dengan jalur perayapan dengan memanfaatkan nilai q *random* yang dari probabilitas dengan ukuran q *random* > 1 . Dengan menggunakan *Ant Colony Optimization (ACO)* salah satu kurir yang harus menempuh jarak sejauh 100,43 km dan waktu tempuh 4,5 jam dapat dijangkau dengan jarak hanya sejauh 64,03 km dan waktu tempuh 3,5 jam. Kemudian hasil urutan-urutan rute kurir tersebut akan ditampilkan ke dalam *Google Maps API* untuk memudahkan pencarian alamat pengiriman.

Kata Kunci: *Optimization, Ant Colony Optimization, Kurir, Google Maps API, rute, pengiriman, tercepat.*

PENDAHULUAN

Jasa pengiriman barang merupakan suatu bentuk pelayanan publik yang menawarkan kemudahan dalam proses mengirim suatu barang dari satu kota ke kota lainnya dengan aman dan dapat dipertanggung jawabkan oleh pihak jasa tersebut. Pengiriman barang dapat berupa dokumen, logistik, produk elektronik dan lain lain. Alat transportasi yang digunakan untuk mengirim barang dapat melalui jalur darat, laut maupun udara [1].

Salah satu faktor yang mempengaruhi pengiriman jasa ekspedisi tersebut adalah kurir, dimana kurir ini adalah salah satu paling penting dalam setiap pengiriman jasa ekspedisi dilihat dari faktor ketepatan waktu dan jarak yang harus dilalui oleh kurir. Ketika kurir mengirimkan sebuah paket pengirimnya harus sesuai dengan waktu yang sangat singkat, maka dari itu seorang kurir akan mencari rute tercepat untuk melakukan pengiriman sesuai waktu yang ditentukan.

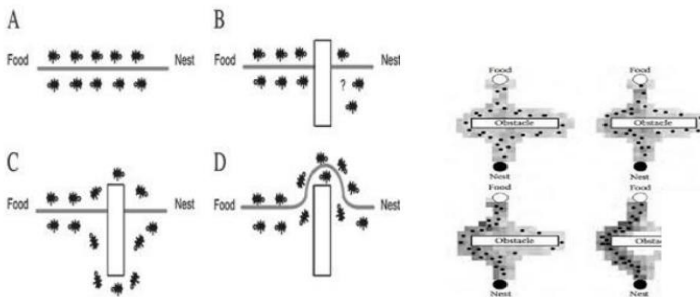
Permasalahan yang menyangkut kurir terkait dengan probabilitas urutan-urutan alamat pengantaran paket. Salah satu algoritma yang menghasilkan probabilitas adalah algoritma ACO yang kepanjangan dari Ant Colony Optimization. Dengan algoritma ACO ini dapat menghasilkan solusi untuk menentukan urutan-urutan tercepat pengiriman alamat-alamat dari beberapa paket. Solusi-solusi yang dihasilkan oleh algoritma ACO dapat dijadikan acuan oleh kurir untuk proses pengiriman beberapa paket ke beberapa alamat tujuan [3].

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh M.Dorigo dan L. M Gambardella (1997) dalam penyelesaian kasus TSP, terbukti bahwa algoritma Ant Colony Optimization (ACO) mampu mendapatkan hasil tur terbaik dibandingkan dengan algoritma genetik (GA), evolutionary programming (EP), simulated annealing (SA), dan annealing-genetic algorithm (AG).

TINJAUAN PUSTAKA

Ant Colony Optimization (ACO)

Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) termasuk dalam kelompok *Swarm Intelligence*, yang merupakan salah satu jenis pengembangan paradigma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi di mana inspirasi yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut berasal dari perilaku kumpulan atau kawan (swarm) serangga. Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) diperkenalkan oleh Moysen dan Manderick dan secara meluas dikembangkan oleh Marco Dorigo. Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) adalah algoritma probabilitas untuk menyelesaikan permasalahan, berdasarkan tingkah laku semut dalam sebuah koloni yang mencari sumber makanan.[2]



Gambar 1. Konsentrasi Jalur Pheromone

METODE

Didalam metode ini terdapat 3 rancangan yaitu:

- Pengumpulan Data Alamat Pengiriman Kurir.
- Menghitung Jarak Antar 2 Koordinat.
- Optimasi *Ant Colony Optimization* (ACO).

Seluruh perancangan sistem ini dapat dijelaskan pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Alamat Pengiriman Kurir

Data tersebut akan digunakan untuk melakukan penelitian untuk mencari optimasi sedangkan 3 data yang tidak valid akan dihapus dikarenakan tidak ada kecocokan antara pengiriman kurir dan alamat yang dituju seperti tabel 1 berikut:

Tabel 1 Data Pengiriman Beserta Latitude Longitude

ID	Alamat	Latitude	Longitude
P	Jl. Raya Arjuna	- 7,2626561	112,72671
4	Jl. Manyar Kertoadi, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60116	- 7,2838636	112,77768
13	Jl. Nginden Intan Barat No.B, Ngenden Jangkungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60118	- 7,3071551	112,762622
16	Jl. Dharmahusada Permai, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo, Kota SBY, Jawa Timur 60115	- 7,2698796	112,782656
17	Jl. Medokan Semampir Indah No.97, Medokan Semampir, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60119	- 7,3081142	112,787968

Menghitung Jarak Antar 2 Koordinat

Pada tahap ini data pengiriman kurir akan dijadikan menjadi jarak per pengiriman kurir dimana jarak ini akan dijadikan sebuah matriks 2 dimensi untuk memudahkan penghitungan jarak tersebut. Berikut contoh tabel penghitungan jarak antar 2 koordinat:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jarak Antar 2 Koordinat

	4	11	17	16	13	P
4	0	2	2,9	1,6	3,1	6,1
11	2	0	4	3,1	2,4	4,5
17	2,9	4	0	4,3	2,8	8,4
16	1,6	3,1	4,3	0	4,7	6,2
13	3,1	2,4	2,8	4,7	0	6,3
P	6,1	4,5	8,4	6,2	6,3	0

Optimasi Ant Colony Optimization (ACO)

Setelah menghitung jarak masing-masing antar koordinat selanjutnya adalah tahap untuk melakukan penyelesaian penghitungan *Ant Colony Optimization (ACO)* dengan metode *Travelling Salesman Problem* sehingga nantinya akan mendapatkan nilai optimasi dari jalur pengiriman yang telah ditentukan dan bisa membandingkan apakah jalur yang telah dioptimasi sebelumnya dapat memberikan hasil yang baik dari jalur sebelum dioptimasi.

Tabel 3. Jalur Pengiriman Sebelum Optimasi

Jalur pengiriman sebelum optimasi	Total Jarak
P->4->11->17->16->13->P	27,4 km

Dimana jalur sebelum dioptimasi berjarak sejauh 27,4 km maka akan dilakukan penghitungan *Ant Colony Optimization (ACO)* untuk meoptimasi jalur tersebut dengan parameter yang telah ditentukan.

Tabel 4. Parameter Penghitungan

Parameter	Nilai
alpha (α)	0,1
beta (β)	2
rho (ρ)	0,1
jumlah_semut (k)	2
batas_iterasi (n)	1
phenorome_awal (τ)	0,001
q random	< 1

1. Menghitung Invers/Visibilitas Jarak

Berikut contoh penghitungan invers/visibilitas jarak

$$\eta_{(3,12)} = \frac{1}{distance(4,11)} = \frac{1}{2} = 0,5 \dots\dots\dots (1)$$

Dan hasil penghitungan total bisa dilihat pada tabel 5:

Tabel 5. Hasil Penghitungan Invers Semua Titik

	4	11	17	16	13	P
4	0,00	0,50	0,34	0,63	0,32	0,16
11	0,50	0,00	0,25	0,32	0,42	0,22
17	0,34	0,25	0,00	0,23	0,36	0,12
16	0,63	0,32	0,23	0,00	0,21	0,16
13	0,32	0,42	0,36	0,21	0,00	0,16
P	0,16	0,22	0,12	0,16	0,16	0,00

2. Memberi Nilai Phenorome Awal (τ)

Setelah hasil visibilitas dihitung tahap selanjutnya adalah memberikan nilai phenorome (τ) pada awal perhitungan ditetapkan dengan angka kecil. Pada contoh perhitungan penelitian ini nilai awal phenorome dimisalkan sebesar 0,001 [3]. Penetapan nilai phenorome awal dimaksudkan supaya tiap-tiap ruas memiliki ketratrikan untuk dikunjungi oleh tiap-tiap semut.

Tabel 6. Phenorome Awal Masing-masing titik

	4	11	17	16	13	CP
4	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
11	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
17	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
16	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
13	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
CP	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

3. Menghitung Probabilitas

Setelah menentukan nilai awal phenorome tahap selanjutnya adalah pemilihan titik jalur yang dituju di literasi pertama dengan melakukan penetapan dari nilai $\beta \geq 0$ adalah parameter perhitungan untuk mendapatkan nilai yang optimal dalam ACS. Disini penulis menggunakan $\beta = 2$ untuk mempermudah melakukan penghitungan. Selanjutnya dilakukan penetapan titik masing-masing semut dimana jumlah semut yang dikeluarkan sebanyak 2 semut disini penulis menetapkan semua semut berada di titik 0 karena itu adalah titik utama.

Contoh menghitung probabilitas nilai titik awal P:

$$v = p_1(x, z) = \frac{[\tau(x, z)] \cdot [\eta(x, z)]^\beta}{\sum_{i=1}^n [\tau(x, u_i)] \cdot [\eta(x, u_i)]^\beta} \dots\dots\dots (2)$$

$$v = p_1(P, 4) = \frac{[0,001] \cdot [0,16]^2}{[0,001] \cdot [0,16]^2 + [0,001] \cdot [0,0,22]^2 + [0,001] \cdot [0,12]^2 + [0,001] \cdot [0,16]^2 + [0,001] \cdot [0,16]^2}$$

$$v = p_1(P, 4) = \frac{0}{0,00014}$$

$$v = p_1(P, 4) = 0,19$$

Sehingga bisa dijabarkan semua titik penghitungan dalam tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Hasil penghitungan probabilitas semua titik semut mulai dari titik P

k	t awal	Probabilitas					
		4	11	17	16	13	P
1	P	0,19	0,35	0,10	0,18	0,18	0,00
2	P	0,19	0,35	0,10	0,18	0,18	0,00

Sehingga diperoleh kumulatif hasil probabilitas titik awal semut P dengan ditunjukkan pada tabel 8 :

Tabel 8. Hasil penghitungan probabilitas kumulatif semua titik semut mulai dari titik P

k	t awal	Probabilitas Kumulatif						q random	t pilih	tabu list
		4	11	17	16	13	P			
1	P	0,19	0,54	0,64	0,82	1,00	0,00	0,55	17	P->17
2	P	0,19	0,54	0,64	0,82	1,00	0,00	0,7	16	P->16

Sehingga pada probabilitas titik P maka didapatkan titik jalur yang dipilih yaitu $k_1 = 17$ dan $k_2 = 16$ maka tabu list nya adalah $k_1 = P \rightarrow 17$ dan $k_2 = P \rightarrow 16$. Ulangi menghitung probabilitas semua semut, namun dari titik semut yang sudah pilih pada awal titik tersebut.

Sehingga didapatkan hasil akhir dari penghitungan probabilitas ditunjukkan pada tabel 9 untuk probabilitas dan tabel 10 untuk kumulatif :

Tabel 9. Hasil penghitungan probabilitas semua titik semut 11 dan 17

k	t awal	Probabilitas					
		4	11	17	16	13	P
1	11	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
2	17	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 10. Hasil penghitungan probabilitas kumulatif semua titik semut 11 dan 17

k	t awal	Probabilitas Kumulatif						q random	t pilih	tabu list
		4	11	17	16	13	P			
1	11	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,55	13	P->17->16->4->11->13
2	17	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,7	4	P->16->11->13->17->4

Maka rute dan Panjang rute yang dihasilkan oleh 2 semut tersebut :

Tabel 11. Rute dan jarak 2 semut

k	rute/tour	panjang (km)
1	P->17->16->4->11->13->P	25
2	P->16->11->13->17->4->P	23,5

Pada literasi pertama ini semut ke 2 memiliki jalur paling pendek dengan total panjang perjalanan sejauh 23,5 km dan merupakan lintasan paling pendek yang ada di literasi pertama, tahap selanjutnya adalah memperbaharui phenorome local rute yang dilalui oleh semut-semut tersebut.

4. Pembaharuan Phenorome Lokal

Tahap selanjutnya adalah memperbaharui phenorome local rute-rute yang dilalui oleh semut dengan menggunakan persamaan (4) disini penulis menggunakan $\rho = 0,1$ untuk memudahkan penghitungan. Contoh penghitungan phenorome local rute yang dilewati pada titik 11 dan 13 :

$$\tau(x, z) \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau(x, z) + \rho \cdot \Delta\tau(x, z) \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta\tau(x, z) = \gamma \cdot \max_{z \in jk(z)} \tau(v, z)$$

$$\tau(11, 13) \leftarrow (1 - 0,1) \cdot \tau(11, 13) + 0,1 \cdot \Delta\tau(11, 13)$$

$$\Delta\tau(11, 13) = \frac{1}{25,6} + \frac{1}{23,56}$$

$$= 0,49$$

$$\tau(11, 13) \leftarrow (1 - 0,1) \cdot 0,001 + 0,1 \cdot 0,49$$

$$\tau(11, 13) \leftarrow 0,050$$

Sehingga hasil seluruh penghitungan phenorome local dapat ditunjukkan pada tabel 12:

Tabel 12. Hasil phenorome local

	4	11	17	16	13	P
4	0	0,025	0,026	0,025	0,001	0,026
11	0,025	0	0,001	0,026	0,050	0,001
17	0,026	0,001	0	0,025	0,026	0,025
16	0,025	0,026	0,025	0	0,001	0,026
13	0,001	0,050	0,026	0,001	0	0,025
P	0,026	0,001	0,025	0,026	0,025	0

5. Perbandingan Jalur Sebelum Optimasi Dan Sesudah Optimasi

Tabel 13. Hasil perbandingan hasil sebelum optimasi dan sesudah optimasi

Jalur pengiriman sebelum optimasi	Total Jarak
P->4->11->17->16->13->P	27,4 km
P->16->11->13->17->4->P	23,5 km

Setelah dibandingkan dengan jarak sebelumnya maka hasil nya adalah optimal sehingga dapat digunakan untuk rekomendasi jalur pengiriman.

KESIMPULAN

Dari hasil pemabahasan yang telah dijelaskan dengan berbagai tahap sebelumnya maka penulis dapat mengambil beberapa poin kesimpulan yaitu :

- a. Dari pengujian dengan menggunakan 2 parameter yang berbeda dimana parameter pertama memiliki jumlah semut dan batas iterasi bernilai 2 dan parameter kedua memiliki jumlah

semut dan batas iterasi bernilai 10 terdapat perbedaan yang cukup jauh semakin besar nilai parameter tersebut maka semakin besar kemungkinan jalur teroptimasi dengan baik.

- b. Pada perbandingan jarak tempuh antara hasil rekomendasi kurir dan hasil optimisasi tersebut dapat menghasilkan sebuah jarak tempuh yang sangat optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shah Khadafi, "PEMBAGIAN DAN PERANCANGAN RUTE KURIR SECARA OTOMATIS MEMANFAATKAN QUANTUM-BEHAVED PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN GOOGLE MAPS API DI SEBUAH EKSPEDISI," SEKOLAH TINGGI TEKNIK SURABAYA, SURABAYA, 2016.
- [2] Deny Wiria Nugraha, Amriana, and Rieska Setiawati, "Implementasi Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Pada Pencarian Jalur Terpendek Automatic Teller Machine (ATM) Di Kota Palu," *InfoTekJar J. Nas. Inform. Dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2.
- [3] S. Khadafi, "IMPLEMENTASI ALGORITMA PSO UNTUK PROBABILITAS URUTAN PENGIRIMAN PAKET PENGANTARAN KURIR," p. 6, 2016.