

OPTIMASI JALUR PENGANGKUTAN SAMPAH MENGUNAKAN METODE ANT COLONY OPTIMIZATION DI KOTA PEKANBARU

Muhammad Irsyad, Iwan Iskandar, Febbi Fista Tiraz

Teknik Informatika, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R Soebrantas KM.15 Panam - Pekanbaru

irsyadtech@uin-suska.ac.id, iwan.iskandar@uin-suska.ac.id, febfi.ftiraz@student.uin-suska.ac.id

Abstrak - Sampah merupakan salah satu permasalahan utama yang terjadi di kota-kota besar termasuk Pekanbaru. Data yang diperoleh pada tahun 2016 kota Pekanbaru menyisakan sampah 500 ton/hari. Selanjutnya di tahun 2017 sebanyak 720 ton dalam sehari. Pengelolaan sampah perlu diperhatikan untuk mengatasi meningkatnya sampah yang diproduksi setiap tahunnya. Jumlah armada pengangkut sampah di Pekanbaru saat ini sangat terbatas, yakni hanya 35 unit. Namun armada yang aktif hanya berjumlah 27 unit karena 8 unit dalam kondisi rusak. Total sampah yang dapat diangkut hanya sebagian perharinya. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi dalam proses pengangkutan sampah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan optimasi jalur pengangkutan sampah untuk setiap armada yang beroperasi. Optimasi jalur yang diteliti menggunakan metode *Ant Colony Optimization (ACO)*. Metode ACO diterapkan untuk mencari jalur terpendek yang akan dilalui oleh armada. Rute yang dilalui diperoleh dari data perumahan di kota Pekanbaru dengan 41 titik node. Siklus yang digunakan sebanyak 2 kali untuk memperbarui *pheromone* lokal dan global. Setiap node akan diberi inisialisasi awal yang sama dan harus dilewati. Setiap jalur yang dilewati akan dicatat dan diperbarui nilai *pheromone* lokalnya. Selanjutnya dibandingkan antar jalur tersebut dan diambil nilai yang terkecil. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa algoritma ACO dapat memberikan solusi dalam penentuan jalur terpendek yang dapat digunakan untuk rute yang efektif dilalui oleh armada dalam pengangkutan sampah.

Kata Kunci: *Ant Colony Optimization (ACO)*, *Pheromone*, Rute, Sampah

PENDAHULUAN

Setiap muslim diwajibkan agar senantiasa menjaga kebersihan baik kebersihan badan maupun kebersihan lingkungannya/tempat tinggal. Nabi Muhammad SAW telah bersabda di banyak haditsnya tentang masalah kebersihan ini, salah satu hadits tentang kebersihan yang disabdakan nabi adalah sebagai berikut:

عَنْ سَعْدِ بْنِ أَبِي وَقَّاصٍ عَنْ أَبِيهِ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ اللَّهَ طَيِّبٌ يُحِبُّ الطَّيِّبَ نَظْفِيفٌ يُحِبُّ النَّظْفَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكَرِيمَ جَوَادٌ يُحِبُّ الْجَوَادَ فَظَفُّوا أَفْنِيَّتَكُمْ

Dari Sa'ad bin Abi Waqqas, Rasulullah bersabda: "Sesungguhnya Allah itu baik. Dia menyukai kebaikan. Allah itu bersih dan Dia menyukai kebersihan. Allah itu mulia dan ia menyukai kemuliaan. Allah itu dermawan dan menyukai kedermawanan, maka bersihkanlah olehmu tempat-tempatmu." (HR. Tirmidzi)

Pemerintah sangat peduli dan perhatian tentang kebersihan lingkungan yang dituangkan dalam bentuk undang-undang. Salah satu undang-undang yang dibuat oleh pemerintah adalah Undang-undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 yang menyatakan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat anorganik yang dianggap tidak berguna dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan dapat melindungi investasi pembangunan. Sampah perkotaan adalah sampah yang timbul di kota [1].

Pekanbaru merupakan kota dengan peningkatan produksi sampah cukup cepat. Pada tahun 2016 kota Pekanbaru memproduksi sampah 500 ton/hari dengan jumlah penduduk ± 1,3 juta [2]. Penambahan jumlah penduduk dan pengembangan wilayah, menyebabkan produksi sampah terus meningkat. Selain itu, armada angkut sampah sangat terbatas sebanyak 35 unit. Dari total 35 unit yang ada terdapat 8 unit dalam

kondisi rusak sehingga armada yang saat ini aktif hanya 27 unit. Data terakhir per agustus 2017 menurut Zulkarnain, TPA Muara Fajar hanya menerima rata-rata 380 ton sampah perhari padahal timbunan atau produksi sampah kota Pekanbaru setiap hari mencapai 720 ton” [3].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan optimasi terhadap rute pengangkutan sampah. Hal ini disebabkan kurangnya armada pengangkut sampah dan produksi sampah yang terus meningkat di kota Pekanbaru. Optimasi merupakan suatu cara dalam pencarian hasil yang terbaik dengan tujuan untuk mendapatkan solusi nilai-nilai yang mendekati optimal dalam suatu permasalahan [4]. Metode optimasi yang digunakan adalah *Ant Colony Optimization* (ACO). Metode ACO termasuk teknik pencarian *multi agent* untuk menyelesaikan permasalahan optimasi, khususnya kombinatorial yang terinspirasi tingkah laku semut dalam suatu koloni. Hewan yang hampir buta dengan kemampuan individu yang sederhana namun dapat menemukan jalan terpendek dari sarang menuju sumber makanan [5].

Berdasarkan penelitian oleh Febrianto Nur Anwari, dkk tahun 2011 disimpulkan bahwa optimasi pengangkutan sampah menggunakan metode Algoritma Genetika dapat meningkatkan optimasi pengangkutan sampah setiap armada serta menekan biaya bahan bakar. Penelitian lain oleh Iwan A Soenandi, dkk pada tahun 2015 telah dilakukan perbandingan 4 metode optimasi yakni Algoritma genetika, *Particle Swarm Optimization*, *Ant Colony Optimization* dan *Cross Entropy* untuk kasus distribusi bahan baku makanan. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa metode ACO lebih baik daripada algoritma genetika dan *Particle Swarm Optimization*.

Optimasi pengangkutan sampah menggunakan metode *Ant Colony Optimization* diharapkan dapat membantu pemerintah kota Pekanbaru dalam menyelesaikan permasalahan distribusi pengangkutan sampah.

Ant Colony Optimization (ACO)

Algoritma *ant colony* terinspirasi oleh penelitian terhadap perilaku koloni semut. *Ant Colony Optimization* termasuk teknik pencarian *multi agent* untuk menyelesaikan permasalahan optimasi, khususnya kombinatorial yang terinspirasi tingkah laku semut dalam suatu koloni. Algoritma *Ant Colony* pertama kali diperkenalkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1991 sebagai thesis PhD-nya yang kemudian dipublikasikan dengan nama *Ant System (AS)*.

Terdapat beberapa varian dari metode ACO yaitu *Ant System (AS)*, *MAX-MIN AS*, dan *Ant Colony System (ACS)* [5]. *Ant Colony System (ACS)* merupakan perbaikan dari AS yang asli. Pada ACS, sebuah prosedur peng-update-an *pheromone* yang dilakukan pada akhir pembangunan suatu solusi atau tur yang lengkap. Peng-update-an *pheromone* lokal dilakukan oleh semua semut setelah setiap langkah pembangunan solusi [5].

A. Transisi Status pada ACS

Aturan transisi status yang berlaku pada ACS adalah sebagai berikut: seekor semut yang ditempatkan pada kota r memilih untuk menuju ke kota s dengan menerapkan aturan berikut :

$$S = \begin{cases} \arg \max_{u \in J_k(r)} \{ \tau_{ru} [\eta_{ru}]^\beta & \text{jika } q \leq q_0 \text{ (eksploitasi)} \\ S, & \text{jika tidak (eksplorasi)} \end{cases} \dots (1)$$

Keterangan :

$\tau(r,u)$ = jumlah *pheromone* pada sisi dari node r ke node u .

$\eta(r,u)$ = panjang *edges* dari node r ke node u

β = parameter perbandingan jumlah *pheromone* relatif terhadap jarak (merupakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya)

u = node yang berada dalam $J_k(r)$

s = node berikutnya yang dipilih

q = bilangan random

q_0 = parameter perbandingan eksploitasi terhadap eksplorasi

$J_k(r)$ = himpunan yang berisi node yang akan dikunjungi oleh semut

dimana q adalah sebuah bilangan pecahan acak antara $[0..1]$, q_0 adalah sebuah parameter pembandingan bilangan acak ($0 \leq q_0 \leq 1$) dan S adalah

Jika $q \leq q_0$ maka semut tersebut akan memanfaatkan pengetahuan yang ada mengenai masalah tersebut, yaitu pengetahuan heuristik tentang jarak antara kota tersebut dengan kota-kota lainnya dan juga pengetahuan yang telah didapat dan disimpan dalam bentuk *pheromone trail*. Hal ini mengakibatkan ruas terbaik dipilih *exploitation*. Jika sebaliknya maka sebuah ruas dipilih berdasarkan:

$$P_k(r,s) = \begin{cases} \frac{[\tau_{rs}]^\alpha \cdot [\eta_{rs}]^\beta}{\sum_{u \in J_k(r)} [\tau_{ru}]^\alpha \cdot [\eta_{ru}]^\beta} & \text{untuk } s=j^k \\ 0 & \text{untuk } s \text{ lainnya} \end{cases} \dots (2)$$

Keterangan :

$P_k(r,s)$ = probabilitas semut k yang memilih berada di *node* r memilih *node* s untuk tujuan selanjutnya.

$\tau(r,s)$ = jumlah *pheromone* pada sisi dari *node* r ke *node* s.

$\eta(r,s)$ = panjang *edges* dari *node* r ke *node* s.

β = parameter yang menentukan besarnya pengaruh jarak terhadap jumlah *pheromone*.

$Jk(r)$ = himpunan yang berisi *node* yang akan dikunjungi oleh *ants*.

u = *node* yang berada dalam $Jk(r)$

B. Pembaruan *Pheromone* Lokal pada ACS

Selagi melakukan tur untuk mencari solusi dari TSP, semut mengunjungi ruas-ruas dan mengubah tingkat *pheromone* pada ruas-ruas tersebut dengan menerapkan aturan pembaruan *pheromone* lokal yang ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$\tau(r,s) \leftarrow (1-\rho) \cdot \tau(r,s) + \rho \cdot \Delta\tau(r,s) \dots\dots\dots (3)$$

dimana $0 < \rho < 1$ adalah sebuah parameter.

Peranan dari aturan pembaruan *pheromone* lokal ini adalah untuk mengacak arah tur-tur yang sedang dibangun, sehingga kota-kota yang telah dilewati sebelumnya oleh tur seekor semut mungkin akan dilewati kemudian oleh tur semut yang lain. Dengan kata lain, pengaruh dari pembaruan lokal ini adalah untuk membuat tingkat ketertarikan ruas-ruas yang ada berubah secara dinamis. Dengan cara ini, semut akan membuat penggunaan informasi *pheromone* menjadi lebih baik: tanpa pembaruan lokal, semua semut akan mencari pada lingkungan yang sempit dari tur terbaik yang telah ditemukan sebelumnya.

C. Pembaruan *Pheromone* Global pada ACS

Pembaharuan *pheromone* secara global hanya dilakukan oleh semut yang membuat tur terpendek sejak permulaan percobaan. Pada akhir sebuah iterasi, setelah semua semut menyelesaikan tur mereka, sejumlah *pheromone* ditaruh pada ruas-ruas yang dilewati oleh seekor semut yang telah menemukan tur terbaik (ruas-ruas yang lain tidak diubah). Tingkat *pheromone* itu diperbarui dengan menerapkan aturan pembaruan *pheromone* global yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

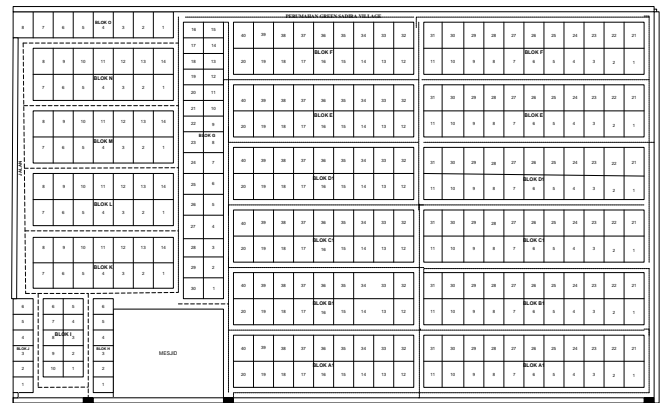
$$\tau(r,s) \leftarrow (1-\alpha) \cdot \tau(r,s) + \alpha \cdot \Delta\tau(r,s) \dots\dots\dots (4)$$

dimana $\Delta\tau(r,s) = \begin{cases} L_{gb} - 1 & \text{jika } (r,s) \in \text{global - best - tour} \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases}$

$0 < \alpha < 1$ adalah parameter *pheromone decay*, dan L_{gb} adalah panjang dari tur terbaik. Secara global sejak permulaan percobaan. Seperti yang terjadi pada *ant system*, pembaruan *pheromone* global dimaksudkan untuk memberikan *pheromone* yang lebih banyak pada tur-tur yang lebih pendek. Persamaan (4) menjelaskan bahwa hanya ruas-ruas yang merupakan bagian dari tur terbaik secara global yang akan menerima penambahan *pheromone*.

PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian adalah lintasan jalan dari sebuah perumahan yang memiliki 15 blok yang terdiri dari 542 rumah. Pada gambar 1 dijelaskan bahwa lintasan perumahan tersebut memiliki 41 persimpangan jalan yang akan menjadi 41 node. Jarak setiap node diukur dan disimpan dalam bentuk tabel 1.



Gambar 1. Alur Lintasan Perumahan

Tahap awal pada metode ACO ini adalah penentuan setiap nilai lintasan atau jarak setiap node yang ada.

1. Tentukan Parameter yang digunakan :
 - a. Jumlah node = 10
 - b. Jumlah semut = 10
 - c. $q_0 = 0,9$
 - d. $\alpha = 0,1$
 - e. $\beta = 2$
 - f. $\rho = 0,1$
 - g. *pheromone* awal (τ) = 0,0001
 - h. jumlah siklus maksimum = 2

Selanjutnya menentukan jarak lintasan setiap node

2. Langkah berikutnya menentukan invers dari setiap jarak antar node. Menentukan titik selanjutnya menggunakan rumus aturan transisi status pada persamaan 3 dan nilai probabilitas pada persamaan 2

$$\begin{aligned} & \text{Temporary (pintu1, pintu2)} \\ &= \tau_{(\text{pintu1,A})} \cdot [\eta_{(\text{pintu1,pintu2})}]^\beta \\ &= 0.0001 \cdot [0,006]^2 \\ &= 3,6E-09 \end{aligned}$$

$$\text{Probabilitas (pintu1, pintu 2)} = \frac{3,6E-09}{1,12749E-05} = 0,0003193$$

Hasil perhitungan *temporary* dan *probabilitas* siklus pertama untuk semut 1

Siklus 1 Tabu list 1

- Bilangan random yang dibangkitkan $q=0,532$
- Memeriksa parameter perbandingan eksploitasi terhadap eksplorasi dengan bilangan random.
- $q < q_0$ pilih node A (berdasarkan tabel diatas yang dicetak tebal)
- Isi tabu list Pintu 1-A

Siklus 1 Tabu List Pintu 1, A

- Bilangan random yang dibangkitkan $q=0,199$
- Memeriksa parameter perbandingan eksploitasi terhadap eksplorasi dengan bilangan random.
- $q < q_0$ pilih node B (berdasarkan tabel diatas yang dicetak tebal)
- Isi tabu list Pintu 1-A-B

Proses perhitungan ini dilakukan pada setiap node terhadap lintasan yang dihasilkan hingga pada lintasan terakhir.

Siklus 1 Tabu List Pintu 1, A, B, Pintu 3, C, F, Pintu 2, D, E

Jalur semut 1: Pintu 1-A-B Pintu 3-C-F-Pintu 2-D-E-G

- Lanjutkan kembali pencarian untuk semut ke 2 sampai semut ke 10
- Node yang telah dituju disimpan ke dalam tabu list untuk menyatakan node tersebut telah menjadi bagian dari membangun solusi, kemudian intensitas *pheromone* di sisi tersebut di ubah dengan menggunakan persamaan 4. Perhitungan *update pheromone* lokal pada node (pintu 1, A)

$$\begin{aligned} \Delta\tau_{(\text{Pintu 1, A})} &= \frac{1}{L.C} \\ &= \frac{1}{3.10} \end{aligned}$$

$$= 0,0334$$

$$\begin{aligned} \tau_{(\text{Pintu 1, A})} &\leftarrow (1-\rho) \cdot \tau_{(\text{Pintu 1, A})} + \rho \cdot \Delta\tau_{(\text{Pintu 1, A})} \\ \tau_{(\text{Pintu 1, A})} &\leftarrow (1-0,1) \cdot 0,0001 + 0,1 \cdot 0,0334 \\ \tau_{(\text{Pintu 1, A})} &\leftarrow 0,00343 \end{aligned}$$

- Lakukan perangkingan semua semut untuk mendapatkan jarak terpendek
Total jarak dan jalur dari ke-10 semut dari siklus pertama adalah:

Jalur Semut 1: Pintu 1-A-B-Pintu 3 -C-F-Pintu 2-D-E -G = 1103 M

Jalur semut 2: Pintu 2-Pintu 3-F-B-C-Pintu 1-G-D-E-A = 1047,5 M

Jalur semut 3: Pintu 3-Pintu 2-F-C-B-G-D-Pintu 1-A-E = 817,5 M

Jalur semut 4: A-Pintu 1-B-Pintu 3-C-Pintu 2-F-D-E-G = 1102 M

Jalur semut 5: B -A-Pintu 3-Pintu 1-D-E-C-F-G-Pintu 2 = 1068,5 M

Jalur semut 6: C -F-D-E-A-Pintu 3-Pintu 1-G-B-Pintu 2 = 1356,5 M

Jalur semut 7: D-E-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3 = 768,5 M

Jalur semut 8: E-D-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 3-Pintu 2 = 949,5 M

Jalur semut 9: F-C-G-D-E-A-Pintu 1-Pintu 2-Pintu 3-B = 963 M

Jalur semut 10: G-F-C-D-E-A-Pintu 1-Pintu 2-Pintu 3-B = 959 M

Berdasarkan total jarak dari ke 10 semut pada siklus pertama, yang merupakan jalur terpendek adalah semut ke 7 dengan total jarak 768,5 m dengan rute D, E, C, B, F, A, Pintu 1, G, Pintu 2, Pintu 3

- Tahap selanjutnya yaitu menyelesaikan siklus kedua, maka kita mengosongkan tabu list dengan urutan node yang baru. Ulangi langkah dimulai dari aturan transisi status untuk mencari titik selanjutnya dengan menggunakan harga parameter intensitas *pheromone* yang sudah diperbaharui

- Tahap selanjutnya melakukan pencarian berdasarkan aturan transisi status pada siklus kedua untuk semut ke-1 sampai semut ke-10. Sehingga diperoleh Jalur ke-10 semut pada siklus kedua adalah:

Jalur Semut 1: Pintu 1-A-B-C -F-D-E-G-Pintu 2 -Pintu 3

Jalur semut 2: Pintu 2-F-C-G-D-E-Pintu 1-A-B-Pintu 3

Jalur semut 3: Pintu 3-Pintu 2-F-C-B-G-D-Pintu 1-A-E

Jalur semut 4: A-Pintu 1-B-C-F-D-E-G-

Pintu 3- Pintu 2
 Jalur semut 5: B -A-Pintu 1-Pintu 3-D-E-C- Pintu 2-F- G
 Jalur semut 6: C -Pintu 3-F-D-E-Pintu 2-A-Pintu 1-G-B
 Jalur semut 7: D-E-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3
 Jalur semut 8: E-D-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3
 Jalur semut 9: F-Pintu 3-C-G-D-E-A-Pintu 1-Pintu2-B
 Jalur semut 10: G-Pintu 3-F-C-D-E-A-Pintu 1-Pintu 2-B

8. Apabila telah memilih node yang dituju, node tersebut disimpan ke dalam tabu list untuk menyatakan bahwa node tersebut telah menjadi bagian dari membangun solusi. Setelah itu intensitas *pheromone* di sisi tersebut dinamakan perubahan *pheromone* lokal.
9. Tahap selanjutnya melakukan pencarian berdasarkan aturan transisi status pada siklus kedua untuk semut ke-1 sampai semut ke-10. Sehingga diperoleh Jalur ke-10 semut pada siklus kedua adalah:
 - Jalur Semut 1: Pintu 1-A-B-C -F-D-E-G-Pintu 2 -Pintu 3
 - Jalur semut 2: Pintu 2-F-C-G-D-E-Pintu 1-A-B-Pintu 3
 - Jalur semut 3: Pintu 3-Pintu 2-F-C-B-G-D-Pintu 1-A-E
 - Jalur semut 4: A-Pintu 1-B-C-F-D-E-G-Pintu 3- Pintu 2
 - Jalur semut 5: B -A-Pintu 1-Pintu 3-D-E-C- Pintu 2-F- G
 - Jalur semut 6: C -Pintu 3-F-D-E-Pintu 2-A-Pintu 1-G-B
 - Jalur semut 7: D-E-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3
 - Jalur semut 8: E-D-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3
 - Jalur semut 9: F-Pintu 3-C-G-D-E-A-Pintu 1-Pintu2-B
 - Jalur semut 10: G-Pintu 3-F-C-D-E-A-Pintu 1-Pintu 2-B
10. Apabila telah memilih node yang dituju, node tersebut disimpan ke dalam tabu list untuk menyatakan bahwa node tersebut telah menjadi bagian dari membangun solusi. Setelah itu intensitas *pheromone* di sisi tersebut dinamakan perubahan *pheromone* lokal.

Pembaharuan *pheromone* lokal dari semua obyek pada siklus 2

11. Setelah selesai untuk mendapatkan satu rute dan setiap lokasi yang dikunjungi telah mengalami pembaharuan *pheromone* lokal, maka tahap selanjutnya perangkingan untuk mencari path terbaik
 Total jarak dan jalur dari ke 10 semut pada siklus kedua adalah :

Jalur Semut 1 : Pintu 1-A-B-C -F-D-E-G-Pintu 2 -Pintu 3 = 634,5 M

Jalur semut 2 : Pintu 2-F-C-G-D-E-Pintu 1-A-B-Pintu 3 = 797 M
 Jalur semut 3 : Pintu 3-Pintu 2-F-C-B-G-D-Pintu 1-A-E = 817,5 M
 Jalur semut 4 : A-Pintu 1-B-C-F-D-E-G-Pintu 3- Pintu 2 = 831,5 M
 Jalur semut 5 : B -A-Pintu 1-Pintu 3-D-E-C- Pintu 2-F- G = 1014 M
 Jalur semut 6 : C -Pintu 3-F-D-E-Pintu 2-A-Pintu 1-G-B = 1241 M
 Jalur semut 7 : D-E-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3 = 768,5 M
 Jalur semut 8 : E-D-C-B-F-A-Pintu 1-G-Pintu 2-Pintu 3 = 1755,5 M
 Jalur semut 9 : F-Pintu 3-C-G-D-E-A-Pintu 1-Pintu2-B = 1207
 Jalur semut 10: G-Pintu 3-F-C-D-E-A-Pintu 1-Pintu 2-B = 1122

Berdasarkan total jarak dari ke 10 semut pada siklus pertama, yang merupakan **JALUR TERPENDEK** adalah semut ke 1 dengan total jarak **634,5 m** dengan rute Pintu 1, A, B, C, F, D, E, G, Pintu 2 dan Pintu 3

12. Berdasarkan hasil pencarian jalur terpendek pada siklus 1 dan siklus 2 didapat :
 Semut 7 dengan panjang jarak 768,5 m pada siklus 1
 Semut 1 dengan panjang jarak 634,5 m pada siklus 2
 Di ambil **JALUR TERPENDEK YANG TERBAIK** yaitu : semut 1 dengan panjang **jarak 634,5 m** pada siklus 2
13. Nilai *pheromone* setelah mengalami pembaharuan *pheromone* lokal dari semua node untuk semut 1

Tabel 7 Nilai *pheromone* setelah mengalami pembaharuan *pheromone* lokal dari semua node untuk semut 1

14. Pembaruan *pheromone* pada node-node yang termuat dalam path terbaik disebut *pheromone* global. Dari rute *path* terbaik panjang jalur 634,5 m, maka pembaruan *pheromone* adalah sebagai berikut :

$$\Delta\tau(t,v) = \frac{1}{L_{gb}}$$

$$= \frac{1}{634,5}$$

$$= 0,001576$$

Sebagai contoh digunakan update *pheromone* global untuk *pheromone* τ (pintu 1, A)

$$\tau(\text{pintu } 1, A) \leftarrow (1-\alpha) \cdot \tau(\text{Pintu } 1, A) + \alpha \cdot \Delta\tau$$

$$\tau(\text{Pintu } 1, A) \leftarrow (1-0.1) \cdot 0,000642 + 0.1 \cdot 0,001576$$

$$\tau(\text{Pintu } 1, A) \leftarrow 0,00593$$

Update *pheromone* global pada titik yang tidak dilalui oleh lintasan terbaik maka $\Delta\tau=0$
Misalnya: (F,E)

$$\Delta\tau=0$$

$$\tau(F,E) \leftarrow (1-\alpha) \cdot \tau(F,E) + \alpha \cdot \Delta\tau$$

$$\tau(F,E) \leftarrow (1-0.1) \cdot 0,00035 + 0.1 \cdot 0$$

$$\tau(1,5) \leftarrow 0,00032$$

Nilai *pheromone* setelah mengalami update *pheromone* global

Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil pengujian parameter pada sistem optimasi pengangkutan sampah

Tabel 1 Pengujian perubahan parameter α dan β

α	β	Jarak
0.1	0.2	4351
	1	4424
	1.8	4266
1	0.2	3821
	1	4670
	1.8	4568
1.9	0.2	4256
	1	4448
	1.8	4364

Tabel 2 Pengujian perubahan parameter α , β dan ρ

ρ	α	β	Jarak (m)
0.1	0.1	0.2	3999
	1	1	4315
	1.9	1.8	4364
0.5	0.1	0.2	4424
	1	1	4697
	1.9	1.8	4781
1	0.1	0.2	4199
	1	1	4655
	1.9	1.8	4175

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil menerapkan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk memperoleh jalur terpendek dari graf yang dibentuk dari jalur perumahan untuk proses pengangkutan sampah. Namun terdapat kekurangan pada saat proses pencarian jalur karena terdapat beberapa node yang ditelusuri lebih dari dua kali. Hal ini dikarenakan jalur graf yang berbentuk kotak – kotak dan nilai awal node yang akan ditelusuri diambil secara random. Perubahan nilai α , β dan ρ yang diambil secara random mempengaruhi panjang rute yang ditempuh. Pada penelitian ini diperoleh jalur terpendek sebesar 3.999 meter pada $\alpha=0,1$, $\beta=0,2$ dan $\rho=0,1$

REFERENSI

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Teknik Operasional Sampah Perkotaan SNI 19-2454-2002. Jakarta
- [2] Media Indonesia. (2016). Pekanbaru Hasilkan Sampah 500 Ton Per Hari. <http://mediaindonesia.com/index.php/news/read/40867/pekanbaru-hasilkan-500-ton-sampah-per-hari/2016-04-17>, diakses tanggal 16 September 2017.
- [3] Riau pos, (2017). Setengah Sampah Tak Terangkut. http://riaupos.co/161725-berita-setengah-sampah-tak-terangkut.html#.WgpfE0_5K7Y, diakses tanggal 16 September 2017
- [4] Hasibuan, Medrio Dwi Aksara Cipta. (2015). Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika Pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru. SATIN-Sains dan Teknologi Informasi, Vol 1 No 1
- [5] Suyanto. (2010). Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabilistik. Graha ilmu. Yogyakarta
- [6] Adnani, Hariza. (2010). Perilaku Petugas Pengumpul Sampah Untuk Melindungi Dirinya Dari Penyakit Bawaan Sampah di Wilayah Patangpuluhan Yogyakarta Tahun 2009, Kesmas Vol 4 No 3

- [7] Amalia, Rini. (2015). Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan *Ant Colony System* (Kasus: Pariwisata Kota Bogor)
- [8] Efendi, Rusli dan Siti Maulida. (2010). Studi Perbandingan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan *Ant Colony System* dalam Pemecahan *Travelling Salesman Problem*. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)*.
- [9] Kresha, Jan Alif, dkk (2011). Desain Rute Terpendek Untuk Distribusi Koran Dengan Algoritma *Ant Colony System*. *SNTIKI III 2011*.
- [10] Leksono, Agus. (2009). Algoritma *Ant Colony Optimization* untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* (TSP).
- [11] Nasution, Adnan Buyung. (2015). Implementasi Algoritma Genetika dalam Optimasi Jalur Pendistribusian Keramik Pada PT Chang Jui Fang. *Seminar Nasional Informatika 2015*.
- [12] Refianti, Rina dan Pipit Dewi Arsenia. (2009). Aplikasi *Ant Colony System* Pada *Travelling Salesman Problem*. *Seminar Nasional Sistem dan Teknologi Informasi 2009*.
- [13] Samudra, Laksana dan Imam Mukhlash. (2013). Penentuan Rute Optimal Pada Kegiatan Penjemputan Penumpang Travel Menggunakan *Ant Colony System*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol 2 No 1*.