

## MODIFIKASI ALGORITMA SEMUT UNTUK OPTIMASI PROBABILITAS PEMILIHAN NODE DALAM PENENTUAN JALUR TERPENDEK

**Erlin Windia Ambarsari**

Program Studi Informatika, Universitas Indraprasta PGRI  
erlinunindra@gmail.com

### Abstrak

Berdasarkan laporan pertanggungjawaban penelitian Hibah DIPA LPPM Unindra mengenai pencarian jalur terpendek yang pernah dilakukan penulis pada penelitian sebelumnya dengan judul Analisa Efektifitas Jalur Terpendek Menggunakan Metode Algoritma Semut Dan Pendekatan LeadTime : Studi Kasus Toko Gamis Murah Jakarta pada tahun 2014 masih jauh dari sempurna, terutama pada pemilihan jalur yang dimana dilakukan secara acak sehingga peluang jalur yang keluar dipilih bersifat satu kali dalam satu siklus. Ini akan mengakibatkan iterasi yang dilakukan untuk pencarian jalur terpendek akan lebih lama. Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi Algoritma pencarian jalur terpendek dengan menyisipkan Algoritma Fuzzy C-Means ke dalam probabilitas pemilihan titik (node) Algoritma Semut sehingga memungkinkan jalur yang dipilih selama siklus berjalan secara kontinu, sehingga iterasi yang dilakukan dalam perhitungan pencarian jalur terpendek tidak terlalu lama karena lebih cepat mendapatkan konvergensi nilai jalur. Penelitian ini mengambil data kualitatif dari jalur pengiriman barang pelanggan Toko Gamis Murah Jakarta, dimana hasil yang didapatkan adalah Jalur C-G-F-E-D-B-A (32,5 km) dengan probabilitas jalur yang keluar 100%, D-F-E-G-C-B-A (34,6 km) dengan probabilitas jalur yang keluar 93,75% dan F-G-E-D-C-B-A (37,5 km) dengan probabilitas jalur yang keluar 93,75%.

**Kata Kunci :** Jalur Terpendek, Algoritma Semut, Algoritma Fuzzy C-Means, Probabilitas

### Abstract

*LPPM Unindra's DIPA Research Grant progress report on the searching of the shortest route previously made by the researcher with the title Analysis of the Effectiveness of the Shortest Route Using Ant Algorithm Method and LeadTime Approach: Case Study of Toko Gamis Murah Jakarta in 2014 shows an imperfect route selection, especially the one which is randomly conducted, leading to the chance of output route to be selected is once in a cycle. This causes the iteration conducted to search the shortest route will take a longer time. The purpose of this study is to modify the algorithm for finding the shortest route by inserting the Fuzzy C-Means Algorithm into node selection probability of the ant algorithm to allow the route chosen during the cycle to continuously perform that iteration conducted in the shortest route searching calculation is not too long because the route value convergence is more quickly obtained. This research collects qualitative data from goods delivery route to Toko Gamis Murah Jakarta's customers, with the result showing CGFEDBA route (32.5 km) with 100% probability, DFEGCBA (34.6 km) with 93.75% probability and FGEDCBA (37.5 km) with 93.75% probability.*

**Keywords :** Shortest Route, Ant Algorithm, Fuzzy C-Means Algorithm, Probability

### 1. PENDAHULUAN

Jalur Terpendek merupakan jalur yang digunakan penggunaan transportasi untuk melakukan perjalanan di mana jalur yang dilalui merupakan jalur dengan jarak yang paling minimum atau terkecil.

Pencarian jalur terpendek dari sejumlah titik tempat yang harus dikunjungi tanpa

melalui jalur yang sama. Setiap jalur memiliki karakteristik yang kemungkinan beda dengan jalur yang lain misalnya terdapat jalanan satu jalur, jalan yang sedang diperbaiki, perbedaan waktu pada saat jam sibuk dan lain sebagainya [1].

Berdasarkan laporan pertanggungjawaban penelitian Hibah DIPA LPPM Unindra

mengenai pencarian jalur terpendek yang pernah dilakukan penulis dengan judul Analisa Efektifitas Jalur Terpendek Menggunakan Metode Algoritma Semut Dan Pendekatan *LeadTime* : Studi Kasus Toko Gamis Murah Jakarta pada tahun 2014 masih jauh dari sempurna, terutama pada pemilihan jalur yang dimana dilakukan secara acak sehingga peluang (probabilitas) jalur yang keluar dipilih bersifat satu kali dalam satu siklus. Ini akan mengakibatkan iterasi yang dilakukan untuk pencarian jalur terpendek akan lebih lama.

Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi Algoritma pencarian jalur terpendek dengan menyisipkan Algoritma *Fuzzy C-Means* ke dalam probabilitas pemilihan titik (*node*) Algoritma Semut sehingga memungkinkan jalur yang dipilih selama siklus berjalan secara kontinu. Kemudian, manfaat dari penelitian ini adalah iterasi yang dilakukan dalam perhitungan pencarian jalur terpendek tidak terlalu lama karena lebih cepat mendapatkan konvergensi nilai jalur.

### A. Jalur Terpendek

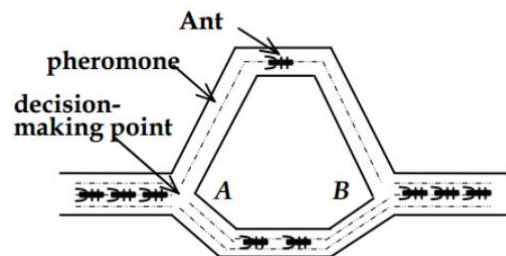
Secara umum dalam penyelesaian masalah pencarian jalur terpendek terdiri dari dua metode, yaitu metode algoritma konvensional dan metode heuristik. Metode algoritma konvensional diterapkan dengan cara perhitungan matematis biasa, sedangkan metode heuristik diterapkan dengan perhitungan kecerdasan buatan dengan menentukan basis pengetahuan dan perhitungannya [2].

- 1) Metode konvensional yang biasa digunakan untuk melakukan pencarian jalur terpendek, diantaranya *Dijkstra*, *Floyd-Warshall*, dan algoritma *Bellman-Ford*.
- 2) Metode heuristik adalah sub bidang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk melakukan pencarian dan penentuan optimasi jalur terpendek. Beberapa algoritma pada metode

heuristik yang biasa digunakan diantaranya adalah algoritma genetika, algoritma a star, logika *fuzzy*, *neural network*, pencarian tabu, *simulated annealing*, algoritma semut dan lain-lain.

### B. Algoritma Semut

Tujuan Algoritma ini adalah menemukan jalur terpendek berdasarkan jejak kaki lintasan yang telah dilalui semut. Semakin banyak semut melintasi dan meninggalkan feromon, maka akan semakin jelas bekas jejak kakinya. Hal ini menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit, semakin lama semakin berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan tidak dilewati sama sekali. Sebaliknya lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak, semakin lama akan semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan semua semut akan melewati lintasan tersebut.



Sumber : Chen., E. dan Liu., X. [3]

**Gambar 1. Pemilihan Jalur Semut**

Berdasarkan gambar 1. semut memilih jalur dimulai dari titik A, beberapa semut dapat memilih jalur dari atas atau bawah secara acak dengan kecepatan yang sama menuju titik B. Semut-semut yang memilih jalur bawah akan lebih cepat dibandingkan dengan jalur yang di atas. Kemudian semut-semut tersebut kembali pada titik A dengan mengikuti jejak feromon yang ditinggalkan sebelumnya, sehingga menyebabkan jumlah feromon pada jalur bawah semakin banyak dan akibatnya jumlah semut yang melewati jalur tersebut akan semakin banyak. Perilaku semut pada algoritma semut untuk menyelesaikan permasalahan

optimasi. Feromon merupakan kunci dasar semut-semut saat membuat keputusan [4]. Langkah-langkah Algoritma Semut untuk menentukan jalur terpendek adalah sebagai berikut :

- 1) Inisialisasi parameter-parameter dimana
  - a) Intensitas jejak semut yang menandakan intensitas feromon ( $\tau_{ij}$  )
  - b) Visibilitas jejak  $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$
  - c)  $\alpha$  tetapan pengendali intensitas
  - d)  $\beta$  tetapan pengendali visibilitas
  - e)  $\rho$  tetapan penguapan jejak semut
  - f) Q tetapan siklus semut
- 2) Mengisi jalur pertama ke dalam tabu list yang dilakukan secara acak
- 3) Menyusun kunjungan setiap semut ke setiap jalur.
- 4) Menggerakkan semut ke jalur berikutnya dengan menggunakan persamaan probabilitas sebagai berikut:

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ik'}]^\alpha \cdot [\eta_{ik'}]^\beta} \quad (1)$$

- 5) Menghitung panjang jalur setiap semut ( $L_k$ ) dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semut yang berdasarkan dengan tabu masing masing.

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)} \quad (2)$$

dengan  $d_{ij}$  adalah jarak antara jalur i ke jalur j yang dihitung berdasarkan :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (3)$$

- 6) Pencarian jalur terpendek berdasarkan harga minimal panjang jarak jalur.
- 7) Menghitung perubahan intensitas jejak semut dengan meninggalkan feromon pada lintasan yang dilaluinya.

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k \quad (4)$$

Setiap semut dihitung berdasarkan persamaan

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \quad (5)$$

- 8) Menghitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya

$$\tau_{ij} = \rho\tau_{ij} + \Delta\tau_{ij} \quad (6)$$

- 9) Menghentikan iterasi jika jumlah siklus sudah maksimum atau konvergensi [2].

### C. Algoritma Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan metode clustering yang memperbolehkan bagian data mempunyai dua atau lebih cluster (kelompok). Dalam teori fuzzy, keanggotaan sebuah data tidak diberikan nilai secara tegas dengan nilai 1 (menjadi anggota) dan 0 (tidak mencari anggota), melainkan dengan suatu nilai suatu nilai derajat keanggotaan yang jangkauan nilainya 0 sampai dengan 1.

Jumlah nilai derajat keanggotaan setiap data  $x_i$  selalu dengan 1, yang diformulasikan pada persamaan berikut :

$$\sum_{j=1}^k u_{ij} = 1 \quad (7)$$

Cluster  $c_j$  dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$0 < \sum_{j=1}^k u_{ij} < n \quad (8)$$

Nilai derajat keanggotaan data  $x_i$  pada cluster  $c_j$ , diformulasikan pada persamaan berikut

$$u_{ij} = \frac{D(x_i c_j)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{i=1}^k D(x_i c_j)^{\frac{-2}{w-1}}} \quad (9)$$

Parameter  $c_j$  adalah centroid cluster ke -j,  $D(x_i c_j)$  adalah jarak antara data dengan centroid, sedangkan w adalah parameter bobot pangkat (weighting exponent) yang diperkenalkan dalam FCM. w tidak memiliki nilai ketetapan, biasanya nilai  $w > 1$  dan umumnya diberi nilai 2.

Nilai keanggotaan tersebut disimpan dalam matriks fuzzy pseudo-partition berukuran  $N \times k$ , dimana baris merupakan data, sedangkan kolom adalah nilai keanggotaan pada setiap cluster. Bentuknya seperti dibawah ini :

$$U = \begin{bmatrix} u_{11}[x_1] & u_{12}[x_1] & u_{1k}[x_1] \\ u_{21}[x_2] & u_{22}[x_2] & u_{2k}[x_2] \\ u_{n1}[x_n] & u_{n2}[x_n] & u_{nk}[x_n] \end{bmatrix} \quad (10)$$

Untuk menghitung *centroid* pada *cluster*  $c_1$  pada fitur  $j$ , digunakan persamaan berikut :

$$c_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N (u_{i1})^w x_{ij}}{\sum_{i=1}^N D(u_{i1})^w} \quad (11)$$

Parameter  $N$  adalah jumlah data,  $w$  adalah bobot pangkat, dan adalah nilai derajat keanggotaan data  $x_i$  ke *cluster*  $c_1$ . Sementara fungsi objektif menggunakan persamaan berikut [5]:

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k (u_{ij})^w D(x_i c_i)^2 \quad (12)$$

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian terdahulu [1] dan data yang diambil adalah data kualitatif dari jalur pengiriman barang pelanggan Toko Gamis Murah Jakarta dan moda transportasi digunakan sebagai salah satu instrumen penelitian adalah kendaraan bermotor yang dilakukan pada bulan Februari sampai dengan bulan Mei tahun 2014 dengan mengambil titik koordinat dari *Google map* dan *Track Record*. Hasil sampel data kemudian dihitung dengan Algoritma Semut.

Langkah-langkah Algoritma Semut yang dilakukan pada penelitian tersebut sebagai berikut :

- a) Inisialisasi dan pengisian jalur dilakukan secara acak
- b) Menyusun kunjungan setiap semut (*Ant*) ke setiap jalur.
- c) Menggerakkan semut ke titik (*node*) jalur berikutnya (dilakukan secara acak)
- d) Menghitung panjang jalur setiap semut setelah satu siklus diselesaikan.
- e) Menghitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya.
- f) Siklus akan berhenti jika sudah maksimum atau konvergensi.

Kemudian langkah-langkah diatas dimodifikasi dengan cara menyisipkan Algoritma FCM ke dalam nilai acak pemilihan jalur (langkah c), yang akan di jelaskan pada langkah-langkah Algoritma sebagai berikut sebagai berikut :

- a) Inisialisasi dan pengisian jalur dilakukan secara acak
- b) Menyusun kunjungan setiap semut (*Ant*) ke setiap jalur.
- c) Menggerakkan semut ke titik (*node*) jalur berikutnya
  - 1) Inisialisasi : tentukan jumlah cluster ( $k \geq 2$ ), tentukan bobot pangkat ( $w > 1$ ), tentukan jumlah maksimal iterasi, tentukan ambang batas perubahan nilai fungsi objektif (jika perlu juga perubahan nilai *centroid*).
  - 2) Berikan nilai awal pada matriks *fuzzy pseudo-partition*.
  - 3) Lakukan langkah iv sampai v selama syarat dipenuhi : apabila perubahan pada nilai fungsi objektif masih diatas nilai ambang batas yang ditentukan; atau perubahan pada nilai *centroid* masih diatas nilai ambang batas yang ditentukan; atau iterasi maksimum belum tercapai.
  - 4) Hitung nilai *centroid* dari masing – masing *cluster*.
  - 5) Hitung kembali matriks *fuzzy pseudo partition* (derajat keanggotaan setiap data pada setiap *cluster*) [5]
- d) Mengambil nilai derajat keanggotaan tertinggi pada semua *cluster* sebagai titik (*node*) jalur yang akan diambil oleh semut.
- e) Menghitung panjang jalur setiap semut setelah satu siklus diselesaikan.
- f) Menghitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya
- g) Siklus akan berhenti jika sudah maksimum atau konvergensi [6].

Penggunaan algoritma semut yang dihubungkan dengan *Fuzzy C-*

Meanstersebut dilakukan pengelompokkan (*cluster*) *fuzzy*.Salah satu aspeknya adalah ketahanan dari algoritma semut dapat mempertahankan sensibilitas inialisasi *Fuzzy C-Means*. Di sisi lain, komputasi paralel dan terdistribusi dari algoritma koloni semut mempercepat konvergensi dan meningkatkan efisiensi pengelompokan. *Fuzzy C-Means* adalah salah satu algoritma pengelompokan *fuzzy* dan dapat memberikan tingkat keanggotaan masing-masing sampel data [7].

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sebelum membahas mengenai hasil modifikasi titik (*node*) Algoritma Semut, perlu baiknya melihat keluaran pencarian jalur pendek pada penelitian sebelumnya [1] pada tabel 2dengan sampel data sebagai berikut :

**Tabel 1 Titik Sampel Data**

Titik/Node	Sumber
A	Jl Pule No 27-30, Ciracas Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta 13740
B	Jl Kenanga 1 Kalisari Ciracas Jakarta Timur
C	Jl Tegal Parang Mampang Prapatan Jakarta Selatan
D	Jl H. Jian No.90 Cipete Utara Jakarta Selatan 12150
E	Jl Prapanca Buntu (Cicero) Cipete Utara Jakarta Selatan 12150
F	Jl Sultan Iskandarsyah 2 No. 96 Blok M Jakarta Selatan
G	Jl. Karet Pedurenan No. 12-25 Setiabudi Jakarta Selatan

Sumber : Ambarsari, E.W., Marlina, D., dan Susanto, A. [1]

**Tabel 2 Pencarian Jalur Terpendek Siklus 14 s/d 16.**

**Siklus 14**

Semut	Path							Jarak	Δti,j
	A	G	B	E	D	C	F		
S1	A	G	B	E	D	C	F	57.8	0.017301
S2	B	A	G	C	F	D	E	32.1	0.031153
S3	C	E	F	D	A	B	G	45.2	0.022124
S4	D	E	F	G	C	A	B	29.3	0.03413
S5	E	C	D	F	G	A	B	38.4	0.026042
S6	F	C	E	G	D	A	B	41.1	0.024331
S7	G	E	F	D	A	C	B	50.2	0.01992

Jalur Terbaik 0.03413

**Siklus 15**

Semut	Path							Jarak	Δti,j
	A	E	B	D	G	F	C		
S1	A	E	B	D	G	F	C	60.5	0.016529
S2	B	F	A	E	C	D	G	60.8	0.016447
S3	C	D	G	F	E	A	B	38.3	0.02611
S4	D	G	E	B	C	F	A	62	0.016129
S5	E	D	F	C	A	G	B	52.3	0.01912
S6	F	C	G	E	D	A	B	33.3	0.03003
S7	G	C	D	F	E	A	B	31.7	0.031546

Jalur Terbaik 0.031546

**Siklus 16**

Semut	Path							Jarak	Δti,j
	A	G	C	B	E	D	F		
S1	A	G	C	B	E	D	F	51.5	0.019417
S2	B	G	A	C	F	D	E	52.4	0.019084
S3	C	B	A	F	D	G	E	50.5	0.019802
S4	D	G	E	C	F	A	B	42.5	0.023529
S5	E	D	B	F	G	C	A	53.5	0.018692
S6	F	E	C	D	A	B	G	46.6	0.021459
S7	G	F	C	E	D	A	B	33.8	0.029586

Jalur Terbaik 0.029586

Iterasi dilakukan dari Siklus 1 sampai dengan Siklus 16 dengan pengendali intensitas ( $\alpha$ ) = 1, pengendali visibilitas ( $\beta$ ) = 1, penguapan jejak semut ( $\rho$ ) = 0.5, intensitas feromon ( $\tau_{ij}$ ) = 0.01, keluaran titik Jalur tidak ada yang sama setiap siklus. Penyebab terjadinya ketidaksamaan keluaran titik dikarenakan pemilihan jalur

dari probabilitas pada persamaan 1 menggunakan nilai acak.

Kemudian ketikadilakukan modifikasi Algoritma Semut dengan penyisipan Algoritma FCM ke dalam pemilihan titik (*node*) dengan ketetapan yang sama dengan penelitian sebelumnya dimana hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :

**Tabel 3. Modifikasi Pencarian Jalur Terpendek Siklus 14 s/d 16**

**Siklus 14**

Semut	Path							Jarak	$\Delta t_{i,j}$
S1	A	F	E	D	G	C	B	42.4	0.023585
S2	B	F	E	D	G	C	A	42.4	0.023585
S3	C	G	F	E	D	B	A	32.5	0.030769
S4	D	F	E	G	C	B	A	34.6	0.028902
S5	E	F	G	D	C	B	A	39.4	0.025381
S6	F	G	E	D	C	B	A	37.5	0.026667
S7	G	F	D	C	E	B	A	39.1	0.025575

Jalur Terbaik      0.030769

**Siklus 15**

Semut	Path							Jarak	$\Delta t_{i,j}$
S1	A	F	E	D	G	C	B	42.4	0.023585
S2	B	F	E	D	G	C	A	42.4	0.023585
S3	C	G	F	E	D	B	A	32.5	0.030769
S4	D	F	E	G	C	B	A	34.6	0.028902
S5	E	F	G	D	C	B	A	39.4	0.025381
S6	F	G	E	D	C	B	A	37.5	0.026667
S7	G	F	D	C	E	B	A	39.1	0.025575

Jalur Terbaik      0.030769

**Siklus 16**

Semut	Path							Jarak	$\Delta t_{i,j}$
S1	A	F	E	D	G	C	B	42.4	0.023585
S2	B	F	E	D	G	C	A	42.4	0.023585
S3	C	G	F	E	D	B	A	32.5	0.030769
S4	D	F	E	G	C	B	A	34.6	0.028902
S5	E	F	G	D	C	B	A	39.4	0.025381
S6	F	G	E	D	C	B	A	37.5	0.026667
S7	G	F	D	C	E	B	A	39.1	0.025575

Jalur Terbaik      0.030769

Penyebab banyaknya peluang keluaran titik saat pemilihan jalur dikarenakan dilakukan optimasi probabilitas titik dengan cara membagi 3 *cluster* dan kemudian dihitung nilai *centroid*-nya sehingga mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Pemilihan titik jalur dilakukan dengan mengambil nilai derajat keanggotaan tertinggi sehingga pemilihan titik tersebut menjadi optimal.

Pada penelitian ini nilai derajat keanggotaan yang didapatkan dari perhitungan Algoritma FCM dengan nilai kesalahan (*error*) adalah 0,013374342 dengan 10 iterasi sebagai berikut :

**Tabel 4. Nilai Maksimum Derajat Keanggotaan Untuk 3 Cluster**

Sum		
$c_1$	$c_2$	$c_3$
820.1553	742.8075	19.49429
1100.757	998.0309	18.51219
71.20108	19.91559	812.1208
3.979824	114.1216	906.5148
1.528156	108.0131	955.9006
12.78706	77.09307	1007.749
137.723	10.6059	906.2848

Sum <sup>-1/(w-1)</sup>			Total
$c_1$	$c_2$	$c_3$	
0.001219	0.001346	0.051297	0.053862601
0.000908	0.001002	0.054018	0.055928906
0.014045	0.050212	0.001231	0.065487992
0.251267	0.008763	0.001103	0.261133117
0.654383	0.009258	0.001046	0.664687703
0.078204	0.012971	0.000992	0.092167728
0.007261	0.094287	0.001103	0.102651531

$c_1$	$c_2$	$c_3$	MAX C
0.022637	0.02499404	0.952369081	0.952369081
0.016243	0.01791512	0.965841654	0.965841654
0.214463	0.76673471	0.018802591	0.766734711
0.96222	0.03355599	0.004224382	0.962219624
0.984498	0.01392855	0.001573873	0.984497577
0.848497	0.14073618	0.010766354	0.848497467
0.070734	0.91851698	0.010749044	0.918516983

Jalur yang terpendek yang di hasilkan pada penelitian ini adalah C-G-F-E-D-B-A (lihat tabel 3) dengan jarak 32,5. Berbeda sekali dengan jalur terpendek yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya yaitu G-C-F-E-D-A-B dengan jarak 28,8. Ini dikarenakan pemilihan probabilitas titik

jalur semut berdasarkan perhitungan *centroid* dari Algoritma FCM, namun kesempatan peluang keluarnya titik jalur yang sama lebih banyak. Berikut adalah jalur yang dipilih dari modifikasi Algoritma Semut beserta probabilitas jalur yang keluar.

**Tabel 5. Presentasi Probabilitas Jalur Siklus 1 s/d 16**

Path	Probabilitas Jalur yang Keluar (%)	Siklus
A-G-F-E-D-C-B	25	1, 2, 3, 12
A-F-E-G-D-C-B	12.5	4, 5
A-F-E-D-G-C-B	62.5	6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
B-G-F-E-D-C-A	25	1, 2, 3, 12
B-F-G-E-D-C-A	6.25	4
B-F-E-G-D-C-A	6.25	5
B-F-E-D-G-C-A	62.5	6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
<b>C-G-F-E-D-B-A</b>	<b>100</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16</b>
D-G-F-E-C-B-A	6.25	1
<b>D-F-E-G-C-B-A</b>	<b>93.75</b>	<b>2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16</b>
E-G-F-D-C-B-A	25	1, 2, 3, 4
E-F-G-D-C-B-A	68.75	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
E-F-D-G-C-B-A	6.25	12
F-E-G-D-C-B-A	6.25	1
<b>F-G-E-D-C-B-A</b>	<b>93.75</b>	<b>2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16</b>
G-F-E-D-C-B-A	18.75	1, 2, 3
G-F-D-E-C-B-A	6.25	4
G-F-D-C-E-B-A	68.75	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
G-F-C-E-D-B-A	6.25	12

Pemilihan jalur terpendek yang didapatkan berdasarkan banyaknya jalur yang keluar sebagai berikut :

- 1) Jalur C-G-F-E-D-B-A dengan probabilitas jalur yang keluar 100%
- 2) Jalur D-F-E-G-C-B-A dengan probabilitas jalur yang keluar 93,75%
- 3) Jalur F-G-E-D-C-B-A dengan probabilitas jalur yang keluar 93,75%

Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah jalur terpendek untuk

pengiriman barang pelanggan Toko Gamis Murah Jakarta antara lain jalur C-G-F-E-D-B-A dengan jarak 32,5 km; jalur D-F-E-G-C-B-A dengan jarak 34,6 km; dan jalur F-G-E-D-C-B-A dengan jarak 37,5 km (lihat pada tabel 3).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dari modifikasi Algoritma Semut dapat diperoleh simpulan sebagai berikut :

- 1) Penyebab banyaknya peluang keluaran titik saat pemilihan jalur dikarenakan dilakukan optimasi probabilitas titik dengan cara membagi 3 *cluster* dan kemudian dihitung nilai *centroid*-nya sehingga mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Pemilihan titik jalur dilakukan dengan mengambil nilai derajat keanggotaan tertinggi sehingga pemilihan titik tersebut menjadi optimal.
- 2) Pemilihan probabilitas titik jalur semut berdasarkan perhitungan *centroid* dari Algoritma FCM, sehingga kesempatan peluang keluarnya titik jalur yang sama lebih banyak.
- 3) Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah jalur terpendek untuk pengiriman barang pelanggan Toko Gamis Murah Jakarta antara lain jalur C-G-F-E-D-B-A dengan jarak 32,5 km (100% probabilitas); jalur D-F-E-G-C-B-A dengan jarak 34,6 km (93,75% probabilitas); dan jalur F-G-E-D-C-B-A dengan jarak 37,5 km (93,75% probabilitas).

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan tim Bapak Arif Susanto dan Ibu Dwi Marlina yang ikut andil dalam penelitian Analisa Efektifitas Jalur Terpendek Dengan Menggunakan Metode Algoritma Semut Dan Pendekatan *LeadTime* pada tahun 2014, serta Gravita Alfiani yang bersedia membantu menyelesaikan penelitian ini.



**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ambarsari, E.W., Marlina, D., dan Susanto, A. *Analisa Efektifitas Jalur Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Semut Dan Pendekatan LeadTime : Studi Kasus Toko Gamis Murah Jakarta*. Laporan Pertanggung Jawaban Penelitian Hibah DIPA LPPM Unindra.Jakarta : LPPM Unindra. 2014.
- [2] Mutakhirroh, I., Indrato.,dan Hidayat, T. Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007)*. B-81-B-85. 2007.
- [3] Chen, E.dan Liu, X. *Multi-Colony Ant Algorithm. In Ant Colony Optimization-Methods and Applications*. Pengeditan oleh Avi Ostfeld. InTech. 2011.
- [4] Ismail, A.A., Herdjunanto, S., dan Priyatmadi. Penerapan Algoritma Ant System Dalam Menemukan Jalur Optimal Pada Traveling Salesman Problem (TSP) Dengan Kekangan Kondisi Jalan. *JNTETI*. 1(3) : 43-48. 2012.
- [5] Astria, D., dan Suprayogi. Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Clustering Pelanggan Pada CV. Mataram Jaya Bawen, *Eksplora Informatika*. 6(2) : 169-178. 2017.
- [6] Kanade, P. M., dan Hall, L. O. Fuzzy ants as a clustering concept. *In Fuzzy Information Processing Society. 22nd International Conference of the North American. NAFIPS. IEEE*. 227-232. 2003.
- [7] Krishnan, P.H., dan Ramamoorthy, DR. P. Fuzzy Clustering Based Ant Colony Optimization Algorithm For Mr Brain Image Segmentation, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 65(3) : 644-649. 2014.