Pencarian Jalur Kemacetan Wilayah Kecamatan Tanah Abang Dengan Konsep Clustering Algoritma Fuzzy Ant

Erlin Windia Ambarsari^{*1}, Siti Khotijah²

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Matematika, dan Ilmu Pengetahuan Alam
(FTMIPA), Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Nangka No 58C Tanjung Barat, Jakarta, 12530,
E-mail: ^{*1}erlinunindra@gmail.com, ²khotijah_2006@yahoo.co.id

Abstrak

Daerah Kecamatan Tanah Abang merupakan daerah yang sebagian besar perkantoran, pusat perbelanjaan dan pemukiman penduduk, sehingga lalu lalang kendaraan, udara panas, dan lembab adalah pemandangan yang sudah biasa terlihat di Tanah Abang. Berdasarkan situasi padatnya lalu lintas di daerah tersebut, penulis melakukan penelitian untuk pencarian jalur kemacetan. Metode yang digunakan untuk pencarian jalur tersebut adalah Algoritma Fuzzy Ant yang di dasari oleh Algoritma Ant dan Fuzzy C-Means dimana pencarian jalur dapat lebih optimal. Berdasarkan hasil pengolahan data jalur kemacetan mulai dari tertinggi sampai ke rendah adalah B-E-C-A, A-C-E-B, E-C-D-B-A, D-C-E-B-A dan C-E-D-A-B. Alasan B-E-C-A dipilih sebagai jalur termacet dikarenakan pada daerah Kecamatan Tanah Abang terdapat parkir sembarangan dan pedagang yang berjualan di luar batas trotoar; perbaikan jalan dan pembongkaran kabel; dan penutupan jalan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pelaksanaan teknis dan review desain jalan sehingga struktur jalan akan lebih efisien.

Kata Kunci—Fuzzy Ant, Algoritma Ant, Algoritma Fuzzy C-Means, Jalur Kemacetan

Abstract

Tanah Abang Sub-district has been an offices area, shopping centers and residential areas, as result lots of vehicle passing by cause traffic congestion, hot air, and humidity commonly seen in Tanah Abang. Based on the situation of traffic density, we do research for searching Congestion path. The method we used to search the path is the Fuzzy Ant algorithm which is based on the Ant Algorithm and Fuzzy C-Means, and the search path can be more optimal. Based on the results of data processing; highest path to low path are B-E-C-A, A-C-E-B, E-C-D-B-A, D-C-E-B-A and C-E-D-A-B. The reason for B-E-C-A path was chosen as the most congested because there was parking violation and traders selling item outside sidewalk's boundaries; road repairs and cable disassembly; and road closures. Research can be used as a reference for technical implementation and road design review as of the road structure will be more efficient.

Keywords—Fuzzy Ant, Ant Algorithm, Fuzzy C-Means Algorithm, Congestion Path

1. Pendahuluan

Kecamatan Tanah Abang yang terletak di Kota Administrasi Jakarta Pusat dengan luas wilayah 9,3 Km² terdiri dari tujuh kelurahan, yaitu Kelurahan Gelora, Bendungan Hilir, Karet Tengsin, Kebon Melati, Petamburan, Kebon Kacang, dan Kampung Bali. Kecamatan Tanah Abang juga berbatasan langsung dengan Kecamatan Menteng, Kecamatan Gambir, Kecamatan Palmerah, Kecamatan Kebayoran Lama, Kecamatan Kebayoran Baru dan Kecamatan Setiabudi.

Daerah Kecamatan Tanah Abang merupakan daerah yang sebagian besar perkantoran, pusat perbelanjaan dan pemukiman penduduk, sehingga lalu lalang kendaraan, udara panas, dan lembab adalah pemandangan yang sudah biasa terlihat di Tanah Abang [1].

Banyaknya lalu lalang kendaraan di sekitar Wilayah Tanah Abang diantaranya belum efektifnya angkutan umum seperti busway, Mass Rapid Transit (MRT) dan Light Rail Transit

(LRT); Pertumbuhan kendaraan yang tinggi tidak diimbangi oleh pembangunan jalan; kurangnya kesadaran masyarakat untuk menggunakan moda angkutan umum.

Berdasarkan situasi padatnya lalu lintas, penulis melakukan penelitian untuk pencarian jalur kemacetan di wilayah tersebut. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pelaksanaan teknis dan review desain jalan sehingga struktur jalan akan lebih efisien. Metode yang digunakan untuk pencarian jalur tersebut adalah Algoritma *Fuzzy Ant* yang di dasari oleh Algoritma *Ant* dan *Fuzzy C-Means* dimana pencarian jalur dapat lebih optimal.

Algoritma *Fuzzy Ant* dipilih dikarenakan dapat mempercepat konvergensi yang di dasarkan oleh konsep yang dikemukakan oleh Krishnan dan Ramamoorthy dalam penelitian *Fuzzy Clustering Based Ant Colony Optimization Algorithm For Mr Brain Image Segmentation* yang mengatakan bahwa dengan menggunakan algoritma *ant colony* yang dihubungkan dengan *Fuzzy C-Means* dilakukan pengelompokan (*cluster*) *fuzzy*. Salah satu aspeknya adalah ketahanan algoritma koloni semut (*Ant Colony Algorithm*) dapat mempertahankan sensibilitas inisialisasi *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 [2].

2. Metode Penelitian

2.1. Algoritma Ant

Konsep dari algoritma ini adalah menemukan rute terpendek berdasarkan jejak kaki lintasan yang telah dilalui semut (*Ant*). 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.

Gambar 1 Lintasan Jalur Semut

Berdasarkan gambar 1. semut memilih rute mulai dari titik A, beberapa semut dapat memilih rute dari atas atau bawah secara acak dengan kecepatan yang sama menuju titik B. Semut-semut yang memilih rute bawah akan lebih cepat dibandingkan dengan rute atas. Kemudian semut-semut tersebut kembali ke titik A dengan mengikuti jejak feromon yang ditinggalkan sebelumnya, sehingga menyebabkan jumlah feromon pada rute bawah semakin banyak dan akibatnya jumlah semut yang melewati rute tersebut akan semakin banyak. Perilaku semut pada algoritma *Ant* untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Feromon merupakan kunci dasar semut-semut saat membuat keputusan [3].

Langkah-langkah Algoritma *Ant* berdasarkan perilaku semut untuk menentukan rute terpendek adalah sebagai berikut :

- a) Inisialisasi parameter-parameter dimana
 1. Intensitas jejak semut yang menandakan intensitas feromon (τ_{ij})
 2. Visibilitas jejak $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$
 3. α tetapan pengendali intensitas

4. β tetapan pengendali visibilitas
5. ρ tetapan penguapan jejak semut
6. Q tetapan siklus semut
- b) Mengisi jalur pertama ke dalam tabu list yang dilakukan secara acak
- c) Menyusun kunjungan setiap semut ke setiap jalur.
- d) Menggerakkan semut ke jalur berikutnya dengan menggunakan persamaan probabilitas sebagai berikut :

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

- e) Menghitung panjang rute 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 :

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

- f) Pencarian rute terpendek berdasarkan harga minimal panjang jarak rute.
- g) 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

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

- h) Menghitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya

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

- i) Menghentikan iterasi jika jumlah siklus sudah maksimum atau konvergensi [4]

1.2. Algoritma Fuzzy C-Means (FCM)

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 :

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

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]:

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

1.3. Algoritma Fuzzy Ant

Algoritma *Fuzzy Ant* adalah algoritma kolaborasi antara *Fuzzy C-Means* dan *Ant*, dimana langkah-langkah algoritma sebagai berikut :

- a) Inisialisasi dan pengisian jalur dilakukan secara acak
- b) Menyusun kunjungan setiap semut (*Ant*) ke setiap jalur.
- c) Menggerakkan semut ke jalur berikutnya, kemudian pemilihan rute semut dilakukan dengan menggunakan *Fuzzy C-Means* (poin i s/d v) sebagai berikut :
 - i. 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*).
 - ii. Berikan nilai awal pada matriks *fuzzy pseudo-partition*.
 - iii. 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.
 - iv. Hitung nilai *centroid* dari masing – masing cluster.
 - v. Hitung kembali matriks *fuzzy pseudo partition* (derajat keanggotaan setiap data pada setiap *cluster*) [5]
- d) Mengambil nilai derajat keanggotaan tertinggi pada semua *cluster* sebagai jalur yang akan diambil oleh semut.
- e) Menghitung panjang rute setiap semut setelah satu siklus diselesaikan.
- f) Menghitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya
- g) Siklus akan berhenti jika sudah maksimum atau konvergensi [6]

3. Hasil dan Pembahasan

Data sampel yang diambil di wilayah Tanah Abang adalah data kecepatan yang meliputi jalur A (jl.taman jati baru no. 18), B (Jl. Tanah Abang 5 No. 54 E), C (Jl. Kebun Kacang IV No. 2B, D (Jl. KH. Wahid Hasyim no. 177), E (Jl. KB Jati no. 32); dimana pemetaan wilayah yang diambil adalah sebagai berikut :

Gambar 2 Wilayah Sampel Titik A, B, C, dan D

Menentukan nilai $\alpha = 1$, $\beta = 1$, $\rho = 0.5$, $\tau_{ij} = 0.01$, $NC_{max} = 6$, dengan matriks $(m \times n) = 5 \times 5$ yang kemudian dihitung nilai visibilitas jejak semut sebagai berikut :

Tabel 1 Data Sampel Kecepatan Jarak Rute Dengan Nilai Visibilitas

	A	B	C	D	E
A	0	0.061349693	0.163934426	0	0.096618357
B	0.054945055	0	0.076452599	0	0.088339223
C	0.163934426	0.095877277	0	0.100806452	0.032594524
D	0.07558579	0.054585153	0.146627566	0	0.061349693
E	0.072463768	0.114025086	0.074074074	0.173310225	0

Kemudian dihitung probabilitas semut menuju ke jalur berikutnya dengan mengambil derajat keanggotaan tertinggi dari tiga *cluster* (max c) dengan menghitung *centroid* dari masing-masing *cluster* tersebut dimana iterasi dilakukan sebanyak 15 kali dengan nilai kesalahan 0,0009.

Tabel 2 Probabilitas Semut

Probabilitas						
Asal	$\Sigma[t_{ij}]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}$	A	B	C	D	E
A	0.003219025	0	0.190584719	0.509267365	0	0.300147916
B	0.002197369	0.250049312	0	0.347927942	0	0.402022746
C	0.003932127	0.416910326	0.243830584	0	0.256366229	0.082892861
D	0.003381482	0.223528587	0.161423756	0.433619239	0	0.181428418
E	0.004338732	0.167016022	0.262807424	0.170727489	0.399449065	0

Probabilitas Kumulatif				
A	B	C	D	E
0	0.190584719	0.699852084	0.699852084	1
0.250049	0.250049312	0.597977254	0.597977254	1

Probabilitas Kumulatif				
A	B	C	D	E
0.41691	0.66074091	0.66074091	0.917107139	1
0.223529	0.384952343	0.818571582	0.818571582	1
0.167016	0.429823446	0.600550935	1	1

Selanjutnya nilai derajat keanggotaan tertinggi dimasukkan ke dalam Tabu *Ant* berdasarkan nilai probabilitas kumulatif pada Tabel 2. Kemudian lakukan iterasi siklus sampai mencapai nilai konvergensi.

Tabel 3 Derajat Keanggotaan Tertinggi FCM Dikaitkan dengan Tabu *Ant*

c ₁	c ₂	c ₃	max c	Tabu	Memori				
3.90157E-14	1.91519E-13	1	1	0	A	E	C	B	
3.90157E-14	1.91519E-13	1	1	0	B	E	C	A	
1.92467E-11	1	2.844E-11	1	A	C	E	D	B	A
0.997941319	0.001595333	0.000463348	0.997941319	A	D	C	E	B	A
0.998207692	0.001366788	0.000425521	0.998207692	A	E	D	C	B	A

Konvergensi telah tercapai dimulai dari siklus tiga sampai siklus enam (perhatikan tabel 4), dimana hasil yang didapatkan dari jalur tertinggi ke jalur ke rendah adalah sebagai berikut:

1. Jalur 2 : B-E-C-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.03234$
2. Jalur 1 : A-C-E-B dengan $\Delta t_{ij} = 0.02195$
3. Jalur 5 : E-C-D-B-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.01668$
4. Jalur 4 : D-C-E-B-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.01551$
5. Jalur 3 : C-E-D-A-B dengan $\Delta t_{ij} = 0.01516$

Tabel 4 Siklus Jalur

Siklus	Jalur 1 Δt_{ij}	Jalur 2 Δt_{ij}	Jalur 3 Δt_{ij}	Jalur 4 Δt_{ij}	Jalur 5 Δt_{ij}	Max
1	0.029171529 A-E-C-B	0.032341527 B-E-C-A	0.013704262 C-E-D-B-A	0.01551109 D-C-E-B-A	0.024260068 E-D-C-B-A	0.032341527 B-E-C-A
2	0.029171529 A-E-C-B	0.032341527 B-E-C-A	0.0151611 C-E-D-A-B	0.01551109 D-C-E-B-A	0.02691 E-C-B-D-A	0.032341527 B-E-C-A
3	0.0219539 A-C-E-B	0.032341527 B-E-C-A	0.0151611 C-E-D-A-B	0.01551109 D-C-E-B-A	0.01668335 E-C-D-B-A	0.032341527 B-E-C-A
4	0.0219539 A-C-E-B	0.032341527 B-E-C-A	0.0151611 C-E-D-A-B	0.01551109 D-C-E-B-A	0.01668335 E-C-D-B-A	0.032341527 B-E-C-A
5	0.0219539 A-C-E-B	0.032341527 B-E-C-A	0.0151611 C-E-D-A-B	0.01551109 D-C-E-B-A	0.01668335 E-C-D-B-A	0.032341527 B-E-C-A
6	0.0219539 A-C-E-B	0.032341527 B-E-C-A	0.0151611 C-E-D-A-B	0.01551109 D-C-E-B-A	0.01668335 E-C-D-B-A	0.032341527 B-E-C-A

Kesimpulan yang didapatkan dari data tersebut adalah jalur yang lebih besar terjadinya kemacetan di wilayah Tanah Abang adalah jalur B-E-C-A. Alasan terpilihnya B-E-C-A dikarenakan pada daerah Kecamatan Tanah Abang terdapat parkir sembarangan dan pedagang yang berjualan di luar batas trotoar; perbaikan jalan dan pembongkaran kabel; dan penutupan jalan

Gambar 3 Jalur B-E-C-A

Gambar 4 Keadaan Jalur B-E-C-A di Kecamatan Tanah Abang

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dari algoritma *Fuzzy Ant* dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Jalur kemacetan mulai dari tertinggi sampai ke rendah adalah Jalur 2 : B-E-C-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.03234$; Jalur 1 : A-C-E-B dengan $\Delta t_{ij} = 0.02195$; Jalur 5 : E-C-D-B-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.01668$; Jalur 4 : D-C-E-B-A dengan $\Delta t_{ij} = 0.01551$; dan Jalur 3 : C-E-D-A-B dengan $\Delta t_{ij} = 0.01516$

2. Alasan terpilihnya B-E-C-A dikarenakan pada daerah Kecamatan Tanah Abang terdapat parkir sembarangan dan pedagang yang berjualan di luar batas trotoar; perbaikan jalan dan pembongkaran kabel; dan penutupan jalan

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat saran bahwa perlu untuk penambahan *cluster* sehingga nilai derajat keanggotaan sebagai dasar pengambilan jalur akan lebih akurat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Indraprasta PGRI yang telah memberikan dukungan hibah LPPM sehingga dapat terlaksananya penelitian ini dengan Nomor Kontrak : 0366/SP3M/KP/LPPM/UNINDRA/V/2017.

Daftar Pustaka

- [1] Seksi Neraca Wilayah dan Analisis Statistik, 2016, *Statistik Kecamatan Tanah Abang 2016*, Katalog BPS : 1101002.3173011, Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Pusat, Jakarta.
- [2] Krishnan, P.H., Ramamoorthy, DR. P., 2014, Fuzzy Clustering Based Ant Colony Optimization Algorithm For Mr Brain Image Segmentation, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 65, No. 3, Hal. 644-649.
- [3] Ismail, A.A., Herdjunto, S., dan Priyatmadi., 2012, Penerapan Algoritma Ant System dalam Menemukan Jalur Optimal pada Traveling Salesman Problem (TSP) dengan Kekangan Kondisi Jalan, *JNTETI*, Vol. 1, No. 3, Hal. 43-48.
- [4] Ambarsari, E.W., Marlina, D., dan Susanto, A., 2014, Analisa Efektifitas Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut Dan Pendekatan LeadTime, *Prosiding SNTI 2014*, Jakarta, 13 Desember.
- [5] Astria, D., dan Suprayogi, 2017, Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Clustering Pelanggan Pada CV. Mataram Jaya Bawen, *Eksplora Informatika*, Vol. 6, No. 2, Hal. 169-178.
- [6] Kanade, P.M., 2004, Fuzzy ants as a clustering concept, Tesis, Ilmu Komputer, University of South Florida, Amerika.