

OPTIMISASI POLA DISTRIBUSI DENGAN LOGIKA FUZZY DAN ALGORITMA SEMUT PADA PT. SRI ANEKA PANGAN NUSANTARA

OPTIMIZATION OF ROUTE DISTRIBUTION WITH FUZZY LOGIC AND ANT ALGORITHM IN PT. SRI ANEKA PANGAN NUSANTARA

Oleh: Rizka Nur Pratiwi¹⁾, Agus Maman Abadi²⁾, Emut³⁾

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA UNY

¹⁾rizka.pratiwi17@gmail.com, ²⁾agusmaman@uny.ac.id, ³⁾emut_kh@ymail.com

Abstrak

PT. Sri Aneka Pangan Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi makanan ringan. Sebagai perusahaan yang bergerak pada distribusi, optimisasi pendistribusian merupakan penentu utama untung dan ruginya perusahaan. Untuk mencapai rute yang optimal, maka permasalahan pendistribusian ini dapat diformulasikan dalam suatu model matematika dengan memperhatikan harus melalui semua titik tujuan yang lebih dikenal dengan *Travelling Salesman Problem*. Tujuan dari penelitian ini yaitu mencari rute optimal pendistribusian PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dengan logika *fuzzy* dan algoritma semut. Logika *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode mamdani. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengolah nilai panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan persentase tingkat kerusakan jalan di Kabupaten Bantul menjadi suatu nilai lama waktu tempuh. Selanjutnya nilai lama waktu tempuh tersebut digunakan untuk mencari rute optimum PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dengan algoritma semut. Algoritma semut merupakan algoritma yang diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai sistem semut. Hasil perhitungan pola distribusi dengan logika *fuzzy* dan algoritma semut yang dilakukan secara manual dan dengan *software* Matlab R2013a, diperoleh nilai waktu optimal yaitu 3,1 jam. Hasil tersebut lebih kecil dibandingkan dengan rute distribusi yang sering digunakan oleh PT. Sri Aneka Pangan Nusantara saat ini yaitu 3,5 jam dengan selisih nilai lama waktu yaitu 0,4 jam. Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa perhitungan rute distribusi dengan logika *fuzzy* dan algoritma semut lebih optimal daripada rute distribusi saat ini.

Kata kunci: *Travelling Salesman Problem*, logika *fuzzy*, metode mamdani, algoritma semut

Abstract

PT. Sri Aneka Pangan Nusantara is a food distribution company. As a company in distribution, distribution optimization is the main component of profit and loss of the company. To achieve the optimal route, then this distribution problem can be formulated in a mathematical model by paying attention to go through all the destination point better known as Traveling Salesman Problem. The purpose of this research is to find the optimal route distribution of PT. Sri Aneka Pangan Nusantara with fuzzy logic and ant algorithm. Fuzzy logic used in this research is mamdani method. Fuzzy logic is used to process the length of the road, the degree of saturation of the road, and the percentage of road damage in Bantul into a value of travel time. Next, the value of travel time is used to find the optimum route of PT. Sri Aneka Pangan Nusantara with ant algorithm. The ant algorithm is an algorithm that is adopted from the behavior of ant colonies known as the ant systems. The result of calculation of distribution route with fuzzy logic and ant algorithm done manually and with Matlab R2013a software, obtained the optimal time value is 3.1 hours. The result is shorter than the distribution route that is often used by PT. Sri Aneka Pus Nusantara currently is 3.5 hours with the difference of the time value is 0.4 hours. Based on the calculation, it can be concluded that the calculation of the distribution route with fuzzy logic and ant algorithm is more optimal than the current distribution route.

Keywords: *Travelling Salesman Problem*, fuzzy logic, mamdani method, ant algorithm

PENDAHULUAN

Permasalahan optimisasi merupakan permasalahan yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Proses distribusi barang

dari suatu tempat ke tempat lain merupakan bentuk optimisasi biaya yang dikeluarkan sehingga proses tersebut menghemat pengeluaran.

Menurut (Sunyoto, 2012:175) distribusi dikatakan efektif jika dalam penyaluran barang ke konsumen tidak terlalu rumit dan tidak membuang energi yang besar, karena jika penyalurannya membutuhkan waktu yang lama tentu saja banyak pihak yang dirugikan. Setiap perusahaan berusaha meminimumkan biaya dan waktu proses distribusi. Rute merupakan salah satu faktor penentu rugi atau untungnya suatu perusahaan karena berkaitan langsung dengan biaya dan waktu distribusi. Permasalahan distribusi seperti ini muncul di PT. Sri Aneka Pangan Nusantara.

PT. Sri Aneka Pangan Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi makanan ringan. Pada industri makanan distribusi menjadi bagian penting. Produk berupa makanan mempunyai umur yang relatif singkat. Makanan kemasan pabrik pasti memiliki batas kadaluwarsa, terlebih pada kue basah batas kadaluwarsanya yang lebih singkat. Sistem distribusi yang baik akan menjamin produk sampai ke konsumen lebih cepat sehingga mengurangi resiko kerugian.

Alamat kantor PT. Sri Aneka Pangan Nusantara di jalan Wahidin Sudiro Husodo, Trirenggo, Kec. Bantul, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagai perusahaan yang bergerak pada distribusi, optimisasi pendistribusian merupakan penentu utama untung dan ruginya perusahaan. Sasaran distribusi PT ini adalah toko, swalayan, dan pasar di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan total ratusan lokasi. Distribusi dilakukan dengan 4 mobil box yang beroperasi bersama dari pukul 8.00 WIB hingga pukul 16.00 WIB dengan sistem target. Dalam sehari, sebuah mobil box ditargetkan dapat mendistribusikan ke

20 hingga 25 outlet. Jam operasi tersebut dapat berakhir cepat ataupun lebih lama, tergantung dari lamanya proses distribusi.

Dengan distribusi yang diterapkan oleh PT Sri Aneka Pangan Nusantara saat ini, para pegawai yang bekerja sebagai distributor lapangan masih sering pulang melebihi jam operasi dikarenakan harus memenuhi seluruh target distribusi. Hal tersebut berarti bahwa sistem distribusi tersebut masih kurang efektif.

Permasalahan optimisasi rute biasa disebut dengan *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP bertujuan mencari rute dari kota asal ke kota-kota yang dituju dengan syarat setiap kota hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali kota awal. Dalam menyelesaikan TSP, ada beragam teori algoritma yang dapat digunakan seperti: algoritma *brute force*, algoritma *greedy*, algoritma *genetic*, dan algoritma *ant system*, (Mulia, 2011:1).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syaiful Anam tentang pencarian rute terbaik menggunakan logika *fuzzy* dan algoritma semut, dibahas pencarian jalur tercepat dengan memodelkan multi karakteristik yang dimiliki jalan dengan logika *fuzzy Tsukamoto*. Selanjutnya hasil keluaran dari logika *fuzzy* yang merupakan nilai waktu tempuh dari tiap jalan diolah dengan algoritma semut. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa Logika *fuzzy* dan algoritma semut telah berhasil digunakan untuk mencari rute terbaik dengan pemilihan parameter algoritma semut secara tepat.

Penelitian lainnya telah dilakukan oleh Dzikri Udkhia Rizqi pada tahun 2015 tentang penentuan rute tercepat jaringan kerja polres Magelang kota dengan algoritma hybrid *fuzzy-warshall*. Dalam penelitian tersebut, terdapat

gabungan nilai panjang jalan dan kepadatan lalu lintas jalan di Kota Magelang diolah dengan Logika *Fuzzy* mamdani menjadi suatu nilai kemacetan jalan. Selanjutnya nilai kemacetan jalan tersebut digunakan untuk mencari rute terpendek jaringan kerja Polres Magelang Kota dengan Algoritma *Warshall*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa gabungan logika *fuzzy* mamdani dengan Algoritma *Warshall* dapat digunakan untuk mencari rute terpendek, dengan memberikan saran untuk menambahkan tingkat kerusakan jalan pada *variable input* dalam logika *fuzzy*.

Logika *fuzzy* sangat beragam, salah satunya adalah logika *fuzzy* Mamdani. Dalam metode Mamdani, *output* dari aturan *fuzzy* ditentukan menggunakan metode MIN. Selanjutnya, *output-output* dari aturan-aturan *fuzzy* diinterferensikan menggunakan metode MAX. Oleh karena itu, metode Mamdani juga dikenal dengan metode MIN-MAX. Proses operasi dalam metode Mamdani lebih kompleks dibandingkan metode *fuzzy* yang lain, seperti Tsukamoto dan Sugeno. Oleh karena itu, metode Mamdani disebut-sebut sebagai metode *fuzzy* yang menyerupai cara kerja otak manusia. Metode ini bersifat intuitif, dapat mencakup bidang yang luas, dan memiliki proses input informasi yang menyerupai kinerja manusia. Kelebihan-kelebihan tersebut membuat metode Mamdani sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk untuk dunia industri.

Dengan latar belakang tersebut, dalam penelitian ini terdapat dua algoritma yaitu logika *fuzzy* mamdani dan algoritma semut, dengan menggabungkan nilai panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan persentase tingkat kerusakan jalan di Kabupaten Bantul menjadi suatu nilai

lama waktu tempuh sebagai *variable input* logika *fuzzy* sehingga didapat rute distribusi PT. Sri Aneka Pangan Nusantara yang optimal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan digunakan metode *fuzzy* Mamdani untuk memodelkan karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh jalan, yaitu panjang jalan derajat kejenuhan jalan, dan persentase kerusakan jalan. Hasil keluaran dari logika *fuzzy* yang merupakan nilai lama waktu tempuh diolah dengan Algoritma Semut untuk menentukan rute tercepat.

A. Merepresentasikan data ke dalam notasi simpul

Pendistribusian makanan ringan oleh PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dilaksanakan pada hari senin s/d sabtu dengan 4 mobil box. Pada hari senin, salah satu mobil melakukan pendistribusian di 22 *outlet* dengan lokasi kabupaten Bantul. Data tersebut yang akan dijadikan objek penelitian ini, selanjutnya akan direpresentasikan ke dalam bentuk simpul-simpul. PT. Sri Aneka Pangan Nusantara menjadi lokasi awal dan akhir rute. Berdasarkan hal tersebut maka berikut daftar simpul-simpul yang merepresentasikan PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dan data *outlet*:

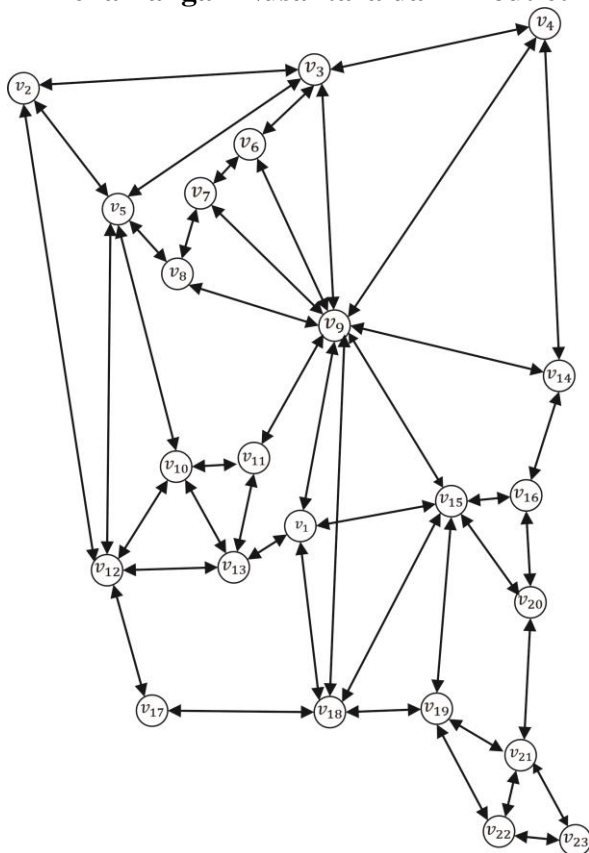
Tabel 1. Simpul Representasi PT Sri Aneka Pangan Nusantara dan Data Outlet

Simpul	Nama Outlet
v_1	PT. Sri Aneka Pangan Nusantara
v_2	Toko Amira
v_3	Toko Christa
v_4	Emirate Market
v_5	Toko Ridho Jaya
v_6	Toko Fan's
v_7	Toko Kuncoro
v_8	Toko Ana
v_9	Toko Mubarak

v_{10}	Toko Putra Menara
v_{11}	Toko Samirejo
v_{12}	Toko Fitri
v_{13}	Toko Berkah
v_{14}	Enha Mart
v_{15}	Toko Pandi
v_{16}	Toko Rumana
v_{17}	Toko Sakinah
v_{18}	Toko Rida
v_{19}	Toko Anugerah
v_{20}	Toko Rejeki Bendo
v_{21}	Toko Sidoharjo
v_{22}	Toko Lestari Imogiri
v_{23}	Toko Protelon

Selanjutnya simpul-simpul pada **Tabel 1** direpresentasikan dalam sebuah graf berarah. Berikut representasi PT Sri Aneka Pangan Nusantara dan data *outlet*:

Gambar 1. Graf Hasil Representasi PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dan 22 outlet



B. Menentukan Panjang Jalan, Derajat Kejenuhan, dan Persentase Kerusakan Jalan

Tahap selanjutnya dicari panjang jalan, derajat kejenuhan, dan persentase kerusakan jalan yang dilalui dari simpul-simpul terhubung.

C. Pembentukan Nilai Lama Waktu Tempuh dengan Logika Fuzzy

1. Penentuan Variable Input dan Output

Dalam membentuk nilai lama waktu tempuh, diperlukan beberapa *variable*, yaitu *variable input* dan *output*, yaitu:

a. *Variable Input*

Variable kebutuhan *input* merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kemacetan jalan, yaitu panjang jalan, derajat kejenuhan, dan kerusakan jalan.

b. *Variable Output*

Output yang dihasilkan adalah nilai waktu tempuh dari tiap jalan.

2. Penentuan Himpunan *Universal*

Himpunan *universal* merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu *variable fuzzy*.

a. *Himpunan Universal pada Variable Input*

1) *Variable Panjang Jalan*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa panjang jalan terpendek yang dilalui dari ke *outlet* lainnya adalah 75 m dan panjang jalan terpanjang adalah 5600 m sehingga himpunan *universal* untuk panjang jalan adalah [75, 5600].

2) *Variable Derajat Kejenuhan*

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di Dinas Perhubungan Kabupaten Bantul dan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa kepadatan terendah adalah 0,20 dan kepadatan tertinggi adalah 0,73. Himpunan *universal* untuk derajat kejenuhan adalah [0, 1].

3) *Variable* Persentase Kerusakan Jalan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis diketahui bahwa persentase kerusakan jalan terkecil yang dilalui dari *outlet* ke *outlet* lainnya adalah 0,09 dan persentase kerusakan jalan terbesar adalah 0,50. Sesuai dengan kriteria tingkat kerusakan jalan oleh Bina Marga seperti yang tertera pada Lampiran 3, himpunan *universal* untuk kerusakan jalan adalah [0, 1]

b. *Himpunan Universal pada Variable Output*

Output pada penelitian ini adalah nilai waktu tempuh yang dimiliki oleh tiap ruas jalan. Nilai waktu tempuh terendah adalah 0 dan nilai waktu tempuh tertinggi adalah 1 sehingga himpunan *universal* untuk nilai waktu tempuh adalah [0,1].

3. Penentuan Himpunan *Fuzzy*

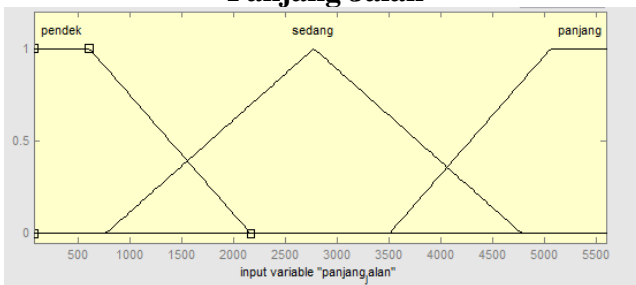
a. Himpunan *Fuzzy* pada *Input*

Data yang diperoleh dari penelitian merupakan data tegas yang kemudian akan diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan menentukan fungsi keanggotaannya.

1) Panjang Jalan

Panjang jalan dilambangkan dengan notasi *P*. Fungsi keanggotaan panjang jalan dibagi menjadi tiga derajat keanggotaan, yaitu pendek, sedang, dan panjang.

Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Himpunan Panjang Jalan

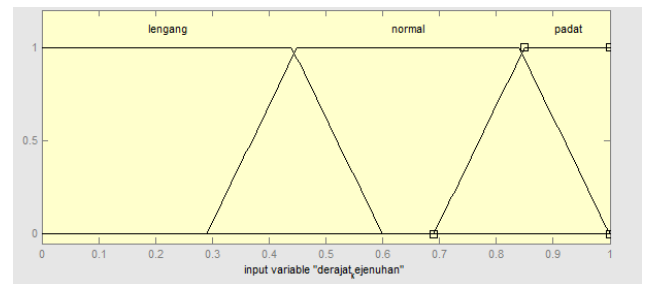


2) Derajat Kejenuhan lalu-lintas

Derajat kejenuhan lalu-lintas dilambangkan dengan notasi *D*. Fungsi keanggotaan derajat

kejenuhan dibagi menjadi tiga derajat keanggotaan, yaitu lengang, normal, dan padat.

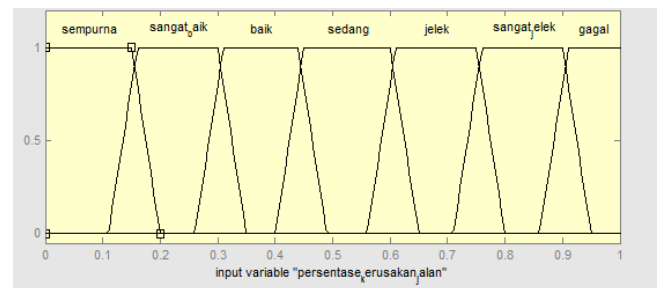
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Himpunan Derajat Kejenuhan



3) Persentase Kerusakan Jalan

Persentase kerusakan jalan dilambangkan dengan notasi *K*. Persentase kerusakan jalan dibagi menjadi 7 kategori, yaitu sempurna, sangat baik, baik, sedang, jelek, sangat jelek, dan gagal.

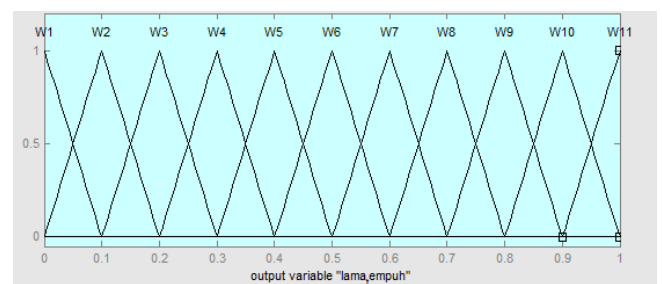
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Himpunan Persentase Kerusakan Jalan



b. Himpunan *Fuzzy* pada *Output*

Himpunan *fuzzy* pada *output* merupakan nilai waktu tempuh dilambangkan dengan notasi *W*. Banyaknya himpunan *fuzzy* nilai waktu tempuh dibagi menjadi 11 himpunan, yaitu W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, dan W11.

Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Himpunan Nilai Waktu Tempuh



4. Penentuan Rule

Pada tiap fungsi keanggotaan himpunan *input* memiliki masing-masing memiliki tiga, tiga, dan tujuh variabel keanggotaan, maka aturan atau *rule evaluation* berjumlah 63 *rule*.

5. Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode Mamdani. Pada metode ini, aturan yang digunakan pada fungsi implikasi adalah aturan MIN.

6. Defuzzifikasi

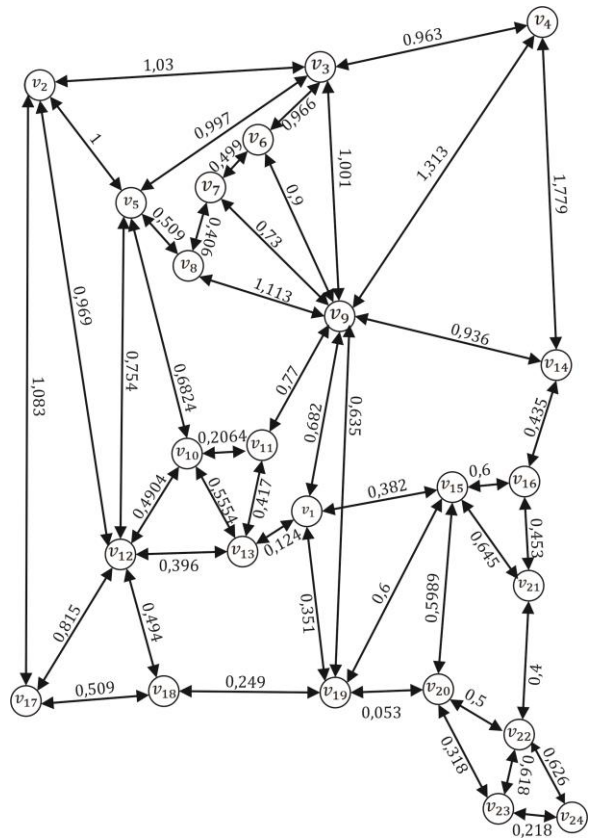
Proses terakhir dari pencarian nilai *output* dengan logika *fuzzy* adalah proses defuzzifikasi. Tujuan dari defuzzifikasi adalah mengkonversi setiap hasil dari *FIS* yang diekspresikan dalam bentuk himpunan *fuzzy* ke suatu bilangan *real*. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Centroid. Untuk memperoleh hasil *output* nilai waktu tempuh digunakan rumus sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz}$$

D. Perhitungan Rute Tercepat dengan Algoritma Semut

Langkah selanjutnya adalah menentukan rute tercepat distribusi. Berikut representasi simpul-simpul ke dalam graf terhubung berbobot didasarkan pada peta lokasi *outlet* dan nilai waktu tempuh hasil defuzzifikasi.

Gambar 6. Representasi Graf Terhubung, Berarah, dan Berbobot



1. Inisialisasi Harga Parameter Algoritma dan Feromon Awal

Inisialisasi awal semut dilakukan dengan meletakkan semua semut pada suatu simpul awal, yaitu simpul v_1 (PT. Sri Aneka Pangan Nusantara). Kemudian semut pertama akan melewati sejumlah simpul yang telah ditentukan dan berakhir pada simpul awal kembali. Selanjutnya pemilihan parameter α , β , dan ρ ditentukan berdasarkan penelitian yang pernah ditulis oleh Agus Leksono (2009:44-46) tentang pengaruh α , β , dan ρ terhadap performa Algoritma Semut. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa perhitungan dengan parameter α (0,5 ; 0,8 ; 1), β (0,1 ; 0,5 ; 0,8 ; 1), dan ρ (0,05 ; 0,01 ; 0,1) menunjukkan hasil optimal untuk $\alpha = 1$, $\beta = 1$, dan $\rho = 0,05$.

Berikut ini disajikan parameter-parameter selengkapnya.

- a. Banyak simpul (n) = 23
- b. Tetapan siklus semut (Q) = 1
- c. Tetapan pengendali intensitas feromon(α)=1
- d. Tetapan pengendalian visibilitas (β) = 1
- e. Banyak semut (m) = 23
- f. Tetapan penguapan jejak semut (ρ) = 0,05
- g. Jarak antar simpul (d_{ij})
- h. Visibilitas antar node (η_{ij}) = $\frac{1}{d_{ij}}$
- i. Nilai feromon awal (τ_{ij}).

2. Pengisian Tabu List

Masing-masing semut memilih node awal secara acak. Selanjutnya tabu list akan diisi dengan node yang terpilih sebelumnya. Pengisian tabu list menggunakan rumus sebagai berikut.

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{(\tau_{ij})^\alpha (\eta_{ij})^\beta}{\sum_{k' \in [N - Tabu_k]} (\tau_{ik'})^\alpha (\eta_{ik'})^\beta} & , j \in [N - Tabu_k] \\ 0 & , j \text{ yang lain.} \end{cases}$$

Pengisian tabu list dilakukan sampai semua semut mengunjungi semua node dan kembali ke node awal.

3. Menghitung Panjang Perjalanan

Langkah selanjutnya adalah menghitung panjang perjalanan pada setiap tabu dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$L_k = d_{tabu(n),tabu(1)} + \sum_{m=1}^{n-1} d_{tabu(s),tabu(s+1)}$$

4. Memperbarui Feromon

Proses memperbarui feromon dilakukan dengan rumus

$$\tau'_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} + \sum_{k=1}^n \Delta\tau_{ij}^k$$

Dari serangkaian proses di atas diperoleh nilai

lama waktu tempuh minimal adalah 12.7428.

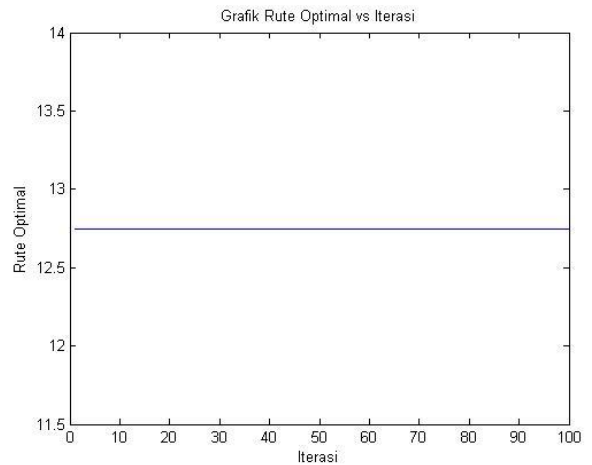
Dengan rute $v_1 - v_{13} - v_{11} - v_{10} - v_{12} -$

$v_{17} - v_{18} - v_{19} - v_{22} - v_{23} - v_{21} - v_{20} -$
 $v_{16} - v_{14} - v_4 - v_3 - v_2 - v_5 - v_8 - v_7 -$
 $v_6 - v_9 - v_{15} - v_1 - v_{13} - v_{11} - v_1 .$

5. Perhitungan dengan Program

Perhitungan rute tercepat dengan algoritma semut dilakukan dengan software Matlab R2013a dengan jumlah iterasi sebanyak 100, diperoleh hasil sebagai berikut:

Gambar 7. Grafik Rute Optimal



Dari grafik di atas, diperoleh rute optimal yang sama pada setiap iterasi, dengan nilai lama waktu tempuh minimal adalah 12.7428.

E. Perbandingan Rute Distribusi Saat Ini dengan Hasil Penelitian

Pada saat ini, rute distribusi PT. Sri Aneka Pangan Nusantara yang sering digunakan adalah PT. Sri Aneka Pangan Nusantara—Toko Berkah—Toko Fitri—Toko Rida—Toko Sakinah—Toko Amira—Toko Christa—Toko Fan’s—Toko Kuncoro—Toko Ana—Toko Ridho Jaya—Toko Putra Menara—Toko Samirejo—Toko Mubarak—Emirate Market—Enha Mart—Toko Rumana—Toko Pandi—Toko Sidoharjo—Toko Lestari Imogiri—Toko Pertelon—Toko Rejeki Bendo—Toko Anugerah—PT. Sri Aneka Pangan Nusantara. Dengan rute tersebut, diperoleh hasil nilai waktu tempuh sebesar 14,3628. Nilai tersebut lebih besar daripada hasil perhitungan

dengan algoritma semut yaitu 12,7428, dengan selisih nilai waktu tempuh sebesar 1,62. Lama waktu tempuh dengan rute yang diterapkan PT. Sri Aneka Pangan Nusantara pada saat ini adalah 3,5 jam.

Dengan menggunakan perbandingan, didapat lama waktu tempuh dari hasil perhitungan adalah 3,1 jam dengan selisih waktu 0,4 jam. Dengan demikian, rute distribusi hasil penelitian dengan algoritma semut lebih optimal daripada rute distribusi saat ini.

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pencarian rute terbaik distribusi PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dengan logika *fuzzy* mamdani dan algoritma semut, dapat disimpulkan sebagai berikut.

Penyelesaian rute optimal distribusi PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dengan logika *fuzzy* dan algoritma semut adalah sebagai berikut:

PT. Sri Aneka Pangan Nusantara – Toko Berkah – Toko Samirejo – Toko Putra Menara – Toko Fitri – Toko Sakinah – Toko Rida – Toko Anugerah – Toko Lestari Imogiri – Toko Protelon – Toko Sidoharjo – Toko Rejeki Bendo – Toko Rumana – Enha Mart – Emirate Market – Toko Christa – Toko Amira – Toko Ridho Jaya – Toko Ana – Toko Kuncoro – Toko Fan's – Toko Mubarak – Toko Pandi – PT. Sri Aneka Pangan Nusantara.

Dengan rute tersebut, didapatkan lama waktu tempuh adalah 3,1 jam. Hasil tersebut lebih optimal daripada rute yang digunakan saat ini dengan selisih lama waktu tempuh sebesar 0,4 jam.

B. Saran

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan PT. Sri Aneka Pangan Nusantara dalam melakukan distribusi makanan ringan. Melihat metode yang digunakan tidak terlalu rumit dan fleksibel dalam penerapannya. Pengembangan dan perbaikan yang hendaknya dilakukan guna memperoleh hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Model graf *fuzzy* perlu disempurnakan dengan menambah asumsi-asumsi dan variabel-variabel yang digunakan, sehingga dapat diperoleh model yang lebih mendekati keadaan sebenarnya.
2. Pencarian jalur terbaik dapat dilakukan dengan gabungan Logika *Fuzzy* dan algoritma pencarian jalur terpendek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, S. (2016). Pencarian Rute Terbaik Menggunakan Logika Fuzzy dan Algoritma Semut. tidak diterbitkan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Marga, D. J. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Bina Marga.
- Mulia, D. (2011). Aplikasi Algoritma Ant System (AS) dalam Kasus Travelling Salesman Problem (TSP). *Skripsi*, tidak diterbitkan, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Rizqi, D. U. (2015). Aplikasi Algoritma Hybrid Fuzzy-Warshall untuk Menentukan Rute Tercepat Jaringan Kerja Polres Magelang Kota. *skripsi*, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sunyoto, D. (2012). *Dasar-dasar Manajemen Pemasaran*. Yogyakarta: CAPS.