

PENCARIAN JALUR TERCEPAT MENGGUNAKAN ALGORITME GABUNGAN FUZZY DAN GENETIKA

Saleh Alameri¹⁾, Hanung Adi Nugroho²⁾

^{1), 2)} Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM, Yogyakarta
Jalan Grafika No 2, Kampus UGM Yogyakarta 55281
Email : salehalameri98@gmail.com¹⁾, adinugroho@ugm.ac.id²⁾

Abstrak

Saat mencari jalur tercepat, jalur terpendek tidak mesti tercepat dan jalur terpanjang bukan berarti terlama. Hal ini dikarenakan adanya faktor kepadatan jalan yang menyebabkan jalur terpendek menjadi lebih lama daripada jalur yang lebih panjang. Algoritme Fuzzy digunakan untuk menentukan nilai parameter panjang dan kepadatan jalan. Hasil keluaran dari algoritme fuzzy berupa nilai bobot tiap ruas jalan yang digunakan untuk mencari jalur tercepat. Jalur tercepat dicari menggunakan algoritme Genetika karena merupakan algoritme terbaik dalam mencari jalur tercepat. Dengan demikian hasil pencarian yang didapatkan lebih sesuai dengan kenyataan jalan..

Kata kunci: jalur tercepat, fuzzy, algoritme genetika

1. Pendahuluan

Pencarian rute tercepat saat melakukan perjalanan merupakan hal yang perlu dilakukan. Pencarian rute tercepat tersebut bermanfaat untuk menghindari pusat keramaian [1], menjadikan waktu perjalanan lebih efektif seperti dalam mencari lokasi wisata [2] dan membantu mobil ambulans menuju rumah sakit [3]. Selain efektivitas waktu perjalanan, jalur tercepat juga bermanfaat untuk meminimalkan biaya perjalanan karena semakin menghemat bahan bakar dan tenaga.

Logika fuzzy sangat dekat dengan pemikiran manusia [4]. Logika fuzzy digunakan untuk memodelkan kuantitas dari input [5]. Semua nilai keluaran dari logika fuzzy bisa dipakai sebagai input algoritme yang lain [6]. Oleh karena itu, penulis menggunakan logika fuzzy untuk memodelkan karakteristik yang dimiliki oleh jalan.

Algoritme Genetika sebagai cabang dari algoritme evolusi merupakan metode adaptive yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritme ini didasarkan pada proses genetika yang ada dalam makhluk hidup. Dengan meniru teori evolusi, algoritme ini dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata (7).

Dengan demikian pencarian jalur tercepat memerlukan analisis serta perhitungan matematis yang sangat detail

dalam proses menentukan rute jalan yang akan dipilih. Penulis dengan pertimbangan karakteristik jalan serta fenomena yang terjadi, maka dipergunakan logika fuzzy untuk memberi pertimbangan yang spesifik dalam memberikan nilai bobot tiap ruas jalan dan algoritma dijkstra untuk mencari rute yang diambil, sehingga didapat rute jalan tercepat.

2. Pembahasan

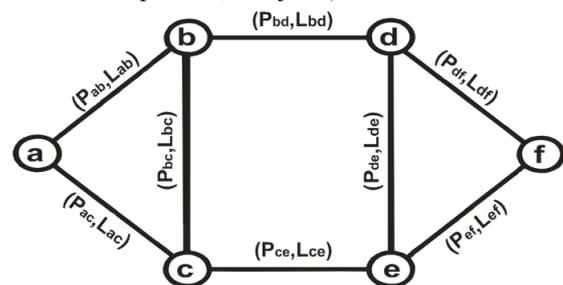
2.1 Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data dummy. Namun demikian, data yang digunakan dibuat seolah-olah mendekati nyata sesuai dengan kondisi jalan yang ada pada waktu-waktu tertentu. Data yang dibutuhkan antara lain :

- a) data panjang jalan,
- b) data kepadatan jalan.

Variabel yang digunakan antara lain:

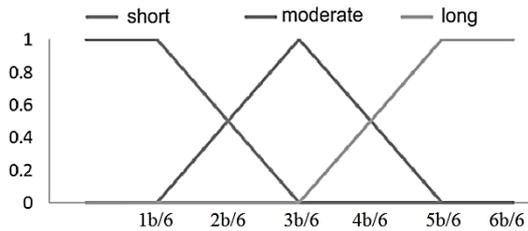
- a) μ = variabel parameter (panjang jalan, dan kepadatan jalan)
- b) P = panjang jalan (short, moderate, dan long)
- c) L = kepadatan jalan (loose, normal, dan dense)
- d) O = output (smooth, moderate, little-dense, creep- solid, dan jams)



Gambar 1. Representasi jalan dengan dua parameter setiap ruas

A. Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan

Fungsi keanggotaan panjang jalan menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh panjang jalan dengan tiga derajat keanggotaan, yaitu *short*, *moderate*, dan *long*.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan himpunan panjang jalan

Tiap fungsi keanggotaan, memiliki fungsi linear. Fungsi linear yang dimiliki oleh panjang jalan sebagai berikut:

Fungsi linear untuk himpunan *short* :

$$\mu_{jshort}(P) \begin{cases} 1 & ; P \leq 1b/6 \\ \frac{(1b/6-P)}{(3b/6-1b/6)} & ; 1b/6 \leq P \leq 3b/6 \\ 0 & ; P \geq 3b/6 \end{cases} \quad (1)$$

Fungsi linear untuk himpunan *moderate* :

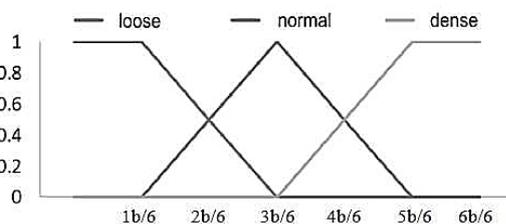
$$\mu_{jmoderate}(P) \begin{cases} 0 & ; P \leq 1b/6 \text{ atau } P \geq 5b/6 \\ \frac{(P-1b/6)}{(3b/6-1b/6)} & ; 1b/6 \leq P \leq 3b/6 \\ \frac{(5b/6-P)}{(5b/6-3b/6)} & ; 3b/6 \leq P \leq 5b/6 \end{cases} \quad (2)$$

Fungsi linear untuk himpunan *long* :

$$\mu_{jlong}(P) \begin{cases} 0 & ; P \leq 3b/6 \\ \frac{(P-3b/6)}{(5b/6-3b/6)} & ; 3b/6 \leq P \leq 5b/6 \\ 1 & ; P \geq 5b/6 \end{cases} \quad (3)$$

B. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Jalan

Fungsi keanggotaan kepadatan jalan menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh panjang jalan dengan tiga derajat keanggotaan, yaitu *loose*, *normal*, *dense*.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan himpunan kepadatan jalan

Tiap fungsi keanggotaan, memiliki fungsi linear. Fungsi linear yang dimiliki oleh kepadatan jalan sebagai berikut:

Fungsi linear untuk himpunan *loose* :

$$\mu_{jloose}(L) \begin{cases} 1 & ; L \leq 1b/6 \\ \frac{(1b/6-L)}{(3b/6-1b/6)} & ; 1b/6 \leq L \leq 3b/6 \\ 0 & ; L \geq 3b/6 \end{cases} \quad (4)$$

Fungsi linear untuk himpunan *normal* :

$$\mu_{jnormal}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 1b/6 \text{ atau } L \geq 5b/6 \\ \frac{(P-1b/6)}{(3b/6-1b/6)} & ; 1b/6 \leq L \leq 3b/6 \\ \frac{(5b/6-P)}{(5b/6-3b/6)} & ; 3b/6 \leq L \leq 5b/6 \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi linear untuk himpunan *dense* :

$$\mu_{jdense}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 3b/6 \\ \frac{(P-1b/6)}{(5b/6-3b/6)} & ; 3b/6 \leq L \leq 5b/6 \\ 1 & ; L \geq 5b/6 \end{cases} \quad (6)$$

C. Proses Inferensi Fuzzy

Rule evaluation yang digunakan ditunjukkan dengan Tabel 1.

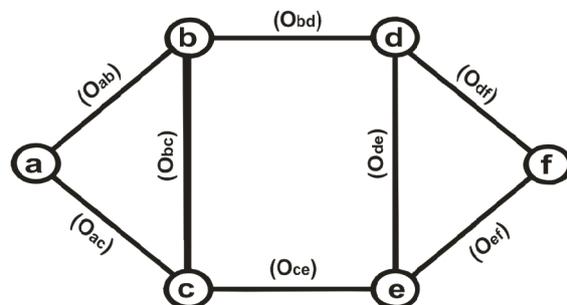
Tabel 1. Rule evaluation

Bobot		Kepadatan Jalan		
		Loose	Normal	Dense
Panjang Jalan	Short	0,1	0,25	0,5
	Moderate	0,25	0,5	0,75
	Long	0,5	0,75	1

Rule evaluation dituliskan untuk semua kemungkinan dari kombinasi empat parameter. Setelah proses rule evaluation, untuk menghasilkan keluaran dari logika fuzzy, digunakan fuzzy model sugeno untuk memodelkan hasil dari logika fuzzy. Notasi 0,1 sampai 1 adalah nilai ataupun bobot untuk menunjukkan tingkat atau grade yang dimiliki oleh jalan. Nilai tersebut adalah himpunan untuk masukan rule evaluation yang dimiliki oleh logika fuzzy. Pada proses fuzzy output, menggunakan model sugeno orde-nol

$$\text{If } (X_i \text{ is } P_i) \text{ AND } (Y_i \text{ is } L_i) \text{ then } z = O \quad (7)$$

P adalah parameter panjang jalan, L adalah parameter kepadatan jalan. Karena pada kasus pencarian jalur tercepat dicari nilai paling kecil yang dimiliki oleh tiap jalan, maka menggunakan operator logika fuzzy "AND". Jadi pembacaan rule adalah "If Panjang jalan (P) and kepadatan jalan (L) then jalan (O)". Dan i adalah setiap busur yang dimiliki.



Gambar 4. Hasil graf dari proses logika fuzzy

Setelah mendapatkan hasil dari logika fuzzy, maka diproses dengan algoritma Genetika. Pada algoritma ini,

memiliki bobot tiap ruas yaitu "O" seperti digambarkan pada Gambar 4 dan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot tiap ruas Gambar 4 setelah proses logika fuzzy

Ruas	Bobot
(a,b)	Oab
(a,c)	Oac
(b,c)	Obc
(b,d)	Obd
(c,e)	Oce
(d,e)	Ode
(d,f)	Odf
(e,f)	Oef

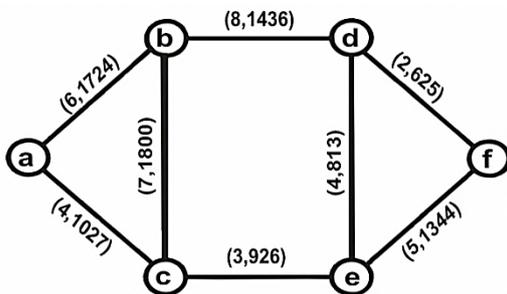
2.1 Hasil dan Pembahasan

Proses pertama dari proses pencarian jalur yaitu pemberian nilai dari parameter yang dimiliki, antara lain panjang jalan dan kepadatan jalan. Nilai tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai bobot tiap ruas jalur

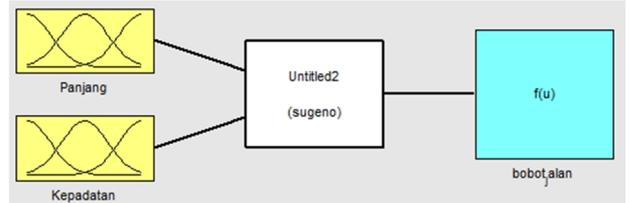
Ruas Jalur	Panjang Jalan	Kepadatan Jalan
(a,b)	6	1724
(a,c)	4	1027
(b,c)	7	1800
(b,d)	8	1436
(c,e)	3	926
(d,e)	4	813
(d,f)	2	625
(e,f)	5	1344

Setiap ruas, memiliki dua nilai parameter. Nilai tersebut sebagai nilai masukan dari algoritma fuzzy. Nilai untuk masing-masing simpul dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai yang dimiliki pada Tabel 3 digambarkan pada Gambar 5. Setiap nilai panjang jalan maupun kepadatan jalan, dimasukkan kedalam fungsi keanggotaan yang dimiliki oleh logika fuzzy. Tiap simpul dimasukkan satu persatu.



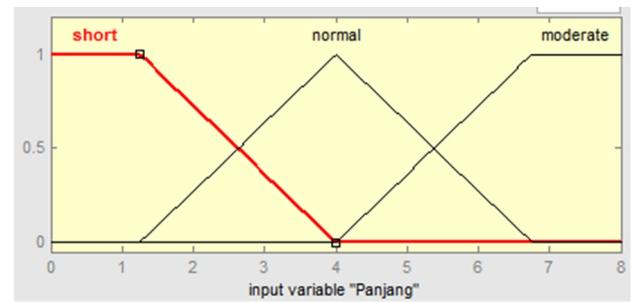
Gambar 5. Graf dengan dua parameter tiap ruas jalur

Proses logika fuzzy, seperti yang dimiliki oleh Gambar 6. Yaitu parameter panjang dan kepadatan jalan memiliki fungsi keanggotaan sendiri. Kemudian kedua parameter akan diolah dengan fuzzy-sugeno dan menghasilkan fuzzy output.

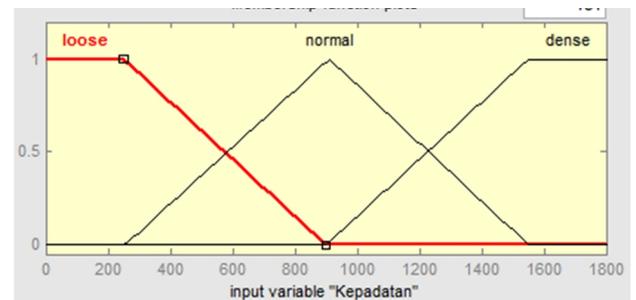


Gambar 6. Proses logika fuzzy

Fungsi keanggotaan panjang jalan dan kepadatan jalan dibagi menjadi tiga variabel parameter. Gambar 7 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan panjang jalan. gambar 8 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan kepadatan jalan. Masing masing variabel parameter memiliki batas yang berbeda, sesuai dengan data yang dimiliki oleh jalur yang akan diambil.



Gambar 7. Fungsi keanggotaan panjang jalan



Gambar 8. Fungsi keanggotaan kepadatan jalan

Masing masing parameter, yaitu panjang jalan dan kepadatan jalan, memiliki tiga variabel parameter, maka rule evaluation yang dimiliki oleh proses ini ada 9. Detail aturan yang dimiliki ditunjukkan pada Gambar 9. Bobot yang paling ringan adalah 0,1 dan yang paling besar adalah 1.

1. If (Panjang is short) and (Kepadatan is loose) then (bobot_jalan is lancar) (0.1)
2. If (Panjang is short) and (Kepadatan is normal) then (bobot_jalan is sedang) (0.25)
3. If (Panjang is short) and (Kepadatan is dense) then (bobot_jalan is macet) (0.5)
4. If (Panjang is normal) and (Kepadatan is loose) then (bobot_jalan is sedang) (0.25)
5. If (Panjang is normal) and (Kepadatan is normal) then (bobot_jalan is sedikit_padat) (0.5)
6. If (Panjang is normal) and (Kepadatan is dense) then (bobot_jalan is padat_merayap) (0.75)
7. If (Panjang is moderate) and (Kepadatan is loose) then (bobot_jalan is sedikit_padat) (0.5)
8. If (Panjang is moderate) and (Kepadatan is normal) then (bobot_jalan is padat_merayap) (0.75)
9. If (Panjang is moderate) and (Kepadatan is dense) then (bobot_jalan is macet) (1)

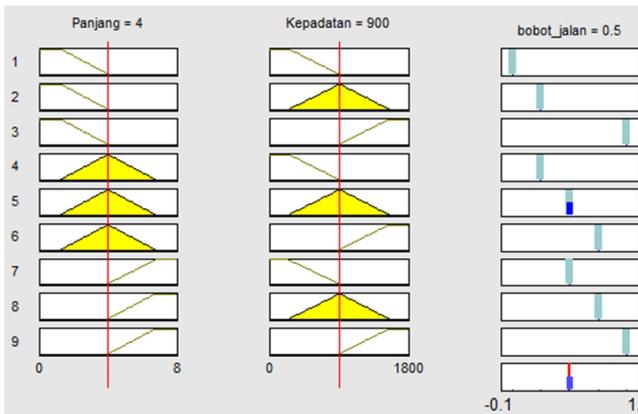
Gambar 9. Rule evaluation

Pada himpunan *fuzzy output*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 menggunakan lima variabel yaitu lancar, sedang, sedikit padat, padat merayap, dan macet. Masing masing memiliki batas nilai 0 - 0,1 (lancar); 0,25 (sedang); 0,5 (sedikit padat); 0,75 (padat merayap) dan 1 (macet).



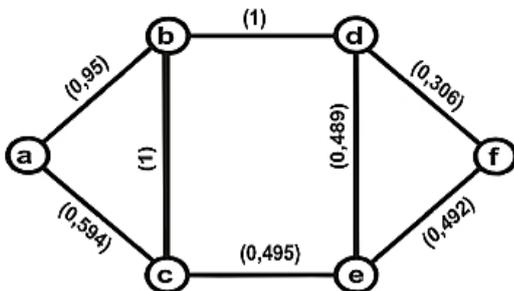
Gambar 10. Fuzzy output

Proses terakhir dari algoritma fuzzy adalah proses *defuzzifikasi*. Proses *defuzzifikasi* ditampilkan pada Gambar 11.



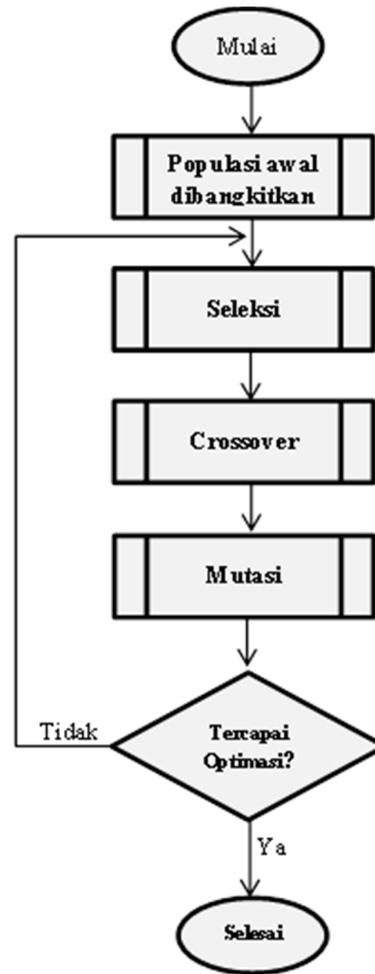
Gambar 11. Proses defuzzifikasi

Nilai panjang dan kepadatan diproses dikerjakan dengan sembilan rule evaluation yang dimiliki seperti Tabel 1. Kemudian hasil defuzzifikasi ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Graf hasil perhitungan logika Fuzzy

Fuzzy output digunakan sebagai masukan dari algoritma Genetika. Algoritme tersebut mencari jalur tercepat dari *node a* sampai *node f* sehingga didapatkan solusi jalur tercepat. Proses algoritma Genetika ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Proses algoritma Genetika

Semua proses dilakukan sampai node f, sehingga dari *node a* sampai *node f* didapatkan solusi jalur tercepat. Dan setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa rute tercepat yang diperoleh yaitu a-c-e-f dengan nilai totalnya 1,581.

3. Kesimpulan

Hasil pencarian jalur tercepat menggunakan gabungan algoritme Fuzzy dan Genetika menghasilkan pemilihan rute yang lebih sesuai dengan kondisi nyata karena mempertimpangkan variabel kepadatan jalan. Dengan metode ini, maka bisa dimasukkan beberapa parameter yang lain, misal kecepatan rata-rata pengguna kendaraan, volume jalan yang dimiliki, ataupun tingkat kerusakan jalan. Atau beberapa parameter lain yang mempengaruhi tingkat laju kendaraan. Dengan pendekatan algoritma ini, nilai yang dimiliki oleh jalan selalu dinamis, sehingga proses yang dilalui akan bias berubah setiap saat, dan rute yang dipilih bisa berubah setiap saat.

Daftar Pustaka

- [1] Alexandros Efentakis, Dimitris Theodorakis, and Dieter Pfoser, "Crowdsourcing Computing Resources for Shortest-Path Computation," presented at the ACM SIGSPATIAL GIS'12, Redondo Beach USA, 2012.
- [2] Diana Okta Pugas, Maman Somantri, and Kodrat Imam Satoto, "Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan Astar (A*) pada SIG Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kota Sawahlunto," TRANSMISI, vol. 13, no. 1, pp. 27-32, 2011.
- [3] Smitha Shekar B, Narendra Kumar G, Usha Rani, Divyashree C K, Gayatri George, and Aparajitha Murali, "GPS Based Shortest Path for Ambulances using VANETs," presented at the ICWN 2012, vol. 49.
- [4] Kaur, Arsshdeep dan Kaur, Amrit. 2012. Comparison Of Mamdani-Type And Sugeno-Type Fuzzy Inference Systems For Air Conditioning System, IJSCE Vol. 2 Issue 2.
- [5] Gollnarkar, A., Alesheikh A. A., dan Malek, M. R. (2010). Solving Best Path Problem on Multimodal Transportation Network with Fuzzy Costs, IJFS Vol. 7 no. 3, pp. 1-13.
- [6] Teuber, A., and Eissfeller B., 2006. WLAN Indoor Positioning Based on Euclidian Distances and Fuzzy Logic

Biodata Penulis

Saleh Alameri, memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer (S.Si), Jurusan Teknik Informatika Universitas Bantubayan Libya, lulus tahun 2006. Sedang menempuh gelar Magister Teknik Elektro (M.Eng) Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Hanung Adi Nugroho, memperoleh gelar Magister M.E (Master of Engineering) in Biomedical Engineering (The University of Queensland, Australia). Memperoleh gelar PhD in Image Processing (Universiti Teknologi PETRONAS). Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM Yogyakarta.