

LOGIKA FUZZY MAMDANI DAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK MANAJEMEN KESELAMATAN PADA PENCARIAN RUTE

Mochammad Firman Arif¹⁾ Muhammad Misdrum²⁾
Program Studi Informatika, Universitas Merdeka Pasuruan,¹⁾²⁾
Email : mochammadfirmanarif@gmail.com, misdrumdosen@gmail.com

Abstract: *Congestion in Malang has become a common sight. The government has done a lot of ways to overcome these bottlenecks, such as the construction of flyovers and underpasses, the operation of busway lanes and so forth. But congestion still often occur until ini. Oleh therefore required the active role of road users themselves to be able to overcome the jam. One of the most effective ways is to find an alternative route that can be passed. Therefore we tried to address using Fuzzy Logic Mamadani and Dijkstra's algorithm to find the fastest and shortest path to include the factor of speed and travel time as well as leisure broad scope.*

Keywords: *Dijkstra Algorithm, Fuzzy logic Mamdani, quickest route*

(1) Latar Belakang

Jalan adalah prasarana bagi lalu lintas yang dipergunakan untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Selain itu jalan menjadi penghubung antar lokasi, antar desa, antar provinsi ataupun antar Negara, hubungan itu disebut rute. Pencarian rute disebut pencarian jalur, proses untuk mencari rute adalah proses yang tidak mudah dilakukan, karena jalan adalah sarana yang memiliki kompleksitas tinggi. Masalah pencarian jalur tercepat adalah masalah klasik yang terus dikaji sampai saat ini. Pada saat ini jumlah kendaraan hamper tiap hari bertambah, tetapi penambahan dan perbaikan kondisi jalan tidak berubah sebanding dengan jumlah penumbuhan kendaraan yang sangat tajam, disertai dengan penurunan rata-rata kecepatan kendaraan dan semakin padanya arus kendaraan pada sebuah rute jalan. Kondisi tersebut menyebabkan penumpukan kendaraan pada ruas jalan tertentu dan terjadi kemacetan ataupun perjalanan tidak lancar adapun tingkat kriminalitas dalam rute tersebut yang biasa mengakibatkan keselamatan para pengguna rute, oleh karena itu diperlukan manajemen keselamatan. Manajemen keselamatan tersebut meliputi jaringan jalan, pembangunan model jaringan dan penentuan parameter jalan yang benar.

Pencarian jalur terpendek adalah mencari jalur atau rute jalan dengan jarak terpendek dari titik awal sampai titik akhir jalan. Secara umum hasil pencarian jalur tercepat, dapat dimanfaatkan seperti mencapai lokasi wisata, membantu ambulan untuk menentukan rute tercepat menuju rumah sakit, menghindari kemacetan dan pusat keramaian,

meminimalisir penggunaan bahan bakar, memprediksi alur lalu lintas yang akan dilewati.

Oleh karena itu dibutuhkan sebuah analisis, perhitungan matematis serta implementasi proses penentuan rute jalan. Dengan mempertimbangkan karakteristik jalan serta fenomena dan kriminalitas yang terjadi, maka penulis menggunakan 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 dan aman atau rute tempuh tercepat dan aman.

(2) Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, masalah dapat dirumuskan sebagai berikut: bagaimana permodelan logika fuzzy dengan parameter panjang, kecepatan rata-rata, kapasitas, dan kepadatan jalan untuk mendapatkan rute tempuh dari sebuah ruas jalan. Bagaimana pencarian jalur tercepat dengan algoritma dijkstra berdasarkan rute tempuh. Bagaimana analisis hasil penggabungan antara algoritma dijkstra dengan logika fuzzy.

(3) Tujuan Penelitian

Maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: memodelkan parameter dalam logika fuzzy, melakukan pencarian jalur dengan algoritma dijkstra, menganalisis hasil pencarian jalur dengan menggabungkan logika fuzzy dengan algoritma dijkstra.

(4) Kajian Teoritik**A. Jalan**

Karakteristik jalan yang digunakan sebagai parameter adalah sebagai berikut.

1. Panjang jalan adalah hasil pengukuran antara titik awal sampai titik akhir sebuah ruas jalan, dinyatakan dalam satuan kilometer (km).
2. Kepadatan jalan adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu penumpang tertentu pada suatu ruas jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu. Volume lalu lintas rata-rata adalah jumlah kendaraan rata-rata dihitung menurut satuan mobil penumpang/jam atau (smp)/jam.
3. Kecepatan rata-rata adalah kemampuan rata-rata waktu tempuh pada jarak ruas jalan tertentu dalam satuan waktu, dinyatakan dalam kilometer/jam (km/jam).
4. Kapasitas jalan atau volume jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung jumlah lalu lintas yang ideal, digunakan satuan mobil penumpang (smp)

Berikut adalah pengelompokkan jalan menurut fungsi jalan.

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, dan kecepatan rata-rata tinggi.
2. Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang dan kecepatan rata-rata sedang.
3. Jalan local jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat.

B. Logika Fuzzy

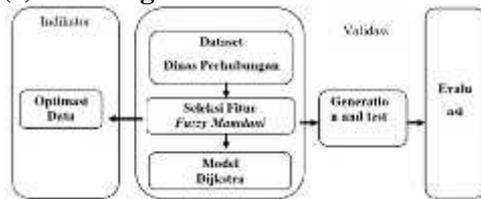
Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika Fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multichannel atau workstation berbasis

akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika Fuzzy kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya

C. Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang paling sering digunakan dalam pencarian rute terpendek, sederhana penggunaannya dengan menggunakan simpul-simpul sederhana pada jaringan jalan yang tidak rumit. Adapun nama algoritma Dijkstra sendiri berasal dari penemunya yaitu Edsger Dijkstra. Dalam mencari solusi, algoritma Dijkstra menggunakan prinsip greedy, yaitu mencari solusi optimum pada setiap langkah yang dilalui, dengan tujuan untuk mendapatkan solusi optimum pada langkah selanjutnya yang akan mengarah pada solusi terbaik. Hal ini membuat kompleksitas waktu algoritma Dijkstra menjadi cukup besar, yaitu sebesar $O(V * \log(v + e))$, dimana v dan e adalah simpul dan sisi pada graf yang digunakan. Input dari algoritma Dijkstra berupa sebuah graf berbobot $G(e, v)$, sedangkan outputnya berupa rute terpendek dari simpul awal (start) ke masing-masing simpul yang ada pada graf

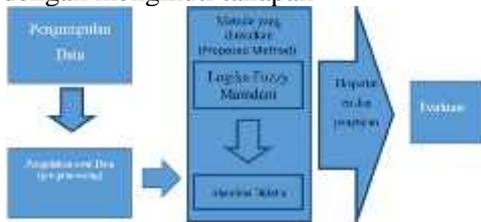
(5) Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

METODE PENELITIAN

Tahapan awal Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah model dari eksperimen. Penelitian eksperimen dan pengujian yang dikontrol sendiri. Sering kali penelitian semi eksperimental mendapatkan kendala pada tidak cukupnya akses terhadap sampel, masalah etika dan sebagainya. Eksperimen biasanya dilakukan dalam pengembangan, evaluasi dan pemecahan masalah proyek. Karena penelitian yang diakui/diterima harus mengikuti aturan yang diakui, maka pada penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan



Gambar 2. Tahapan Penelitian

A. Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dari penelitian sebelumnya yang didapatkan dari data jalan dinas perhubungan kota malang. Dataset ini terdiri dari 91 data jalan dengan 4 karakteristik, yaitu :

- Panjang Jalan
- Rata-rata Kecepatan
- Kapasitas/Volume Jalan
- Kepadatan Jalan.

Tabel 1. Dataset Jalan

No	Nama Jalan	Panjang Rata (km)	Rata-rata Kecepatan (km/jam)	Kapasitas (volume) (unit/jam)	Kepadatan (unit/jam)
1	Jl. A. Balaoka Helmi	0.32	18.40	1230	75.05
2	Jl. Aca Irena Setiari	0.54	51.52	779	12.76
3	Jl. Ahmad Yani	2.97	32.30	1977	50.90
4	Jl. Anief Mergono	0.48	30.38	1440	47.39
5	Jl. Aris Murnandi 1	0.29	17.63	066	37.80
6	Jl. Aris Murnandi 2	0.31	18.85	269	18.98
7	Jl. Arjuna	0.41	38.86	932	12.00
8	Jl. Asmoro Mardiana	0.22	37.21	1159	91.14

B. Preprocessing

Pada penelitian ini, jalan memiliki empat buah parameter yang diproses. Fungsi dari logika fuzzy adalah menyatukan beberapa parameter

pendukung agar didapat variable yang bernilai tunggal. Karena algoritma dijkstra hanya mampu melakukan proses dengan parameter tunggal.

Variabel penelitian yang digunakan antara lain sebagai berikut. = variable parameter (kepadatan jalan, panjang jalan, kecepatan rata-rata, dan kapasitas volume jalan).

P = panjang jalan (pendek, sedang, dan panjang).

K = Kepadatan jalan (Longgar, Normal, dan padat)

R = Kecepatan Rata-rata (Lambat, sedang, dan Kecil)

V = Kapasitas/ volume jalan (kecil, sedang, dan besar)

F = fuzzy output (alses_lancar, akses_sedang, dan akses_lambat).

Variable P, K, R, dan V adalah variable yang diproses dengan logika fuzzy dan menghasilkan nilai keluaran fuzzy F.

C. Analisis Fuzzy

Setelah tiap parameter memiliki fungsi keanggotaan, dibuat aturan untuk mengevaluasi nilai yang dimiliki semua parameter dengan nama *rule evaluation*. Karena memiliki empat parameter, dan tiap parameter memiliki tiga atribut keanggotaan, maka *rule evaluation*

memiliki sebanyak 3⁴ yaitu 81 aturan

Tabel 2. Rule Evaluation

If	Panjang Jalan	Kepadatan Jalan	Kecepatan Rata-rata	Kapasitas / Volume	Fuzzy Output
R1	P-Pendek	K-Longgar	R-Cepat	V-Besar	Akses_Lancar
R2	P-Pendek	K-Longgar	R-Cepat	V-Sedang	Akses_Lancar
R3	P-Pendek	K-Longgar	R-Cepat	V-Kecil	Akses_Lancar
R4	P-Pendek	K-Longgar	R-Sedang	V-Besar	Akses_Lancar
R5	P-Pendek	K-Longgar	R-Sedang	V-Sedang	Akses_Lancar
R6	P-Pendek	K-Longgar	R-Sedang	V-Kecil	Akses_Lancar
R7	P-Pendek	K-Longgar	R-Lambat	V-Besar	Akses_Lancar
R8	P-Pendek	K-Longgar	R-Lambat	V-Sedang	Akses_Lancar
R9	P-Pendek	K-Longgar	R-Lambat	V-Kecil	Akses_Sedang
R10	P-Pendek	K-Normal	R-Cepat	V-Besar	Akses_Lancar

Pada table rule evaluation dituliskan semua kemungkinan dari kombinasi empat parameter. Karena pada kasus pencarian jalur tercepat dicari nilai paling kecil yang dimiliki oleh tiap jalan, maka operator logika fuzzy “AND”. Jadi pembacaan rule adalah “If Panjang jalan(P) and Kepadatan jalan(K) and Kecepatan rata-rata(R) and Kapasitas/volume jalan(V) then jalan(O)”.

Setelah proses rule evaluation, maka proses selanjutnya yaitu pembuatan *final output* menggunakan logika fuzzy model mamdani. Data awal di proses Logika Fuzzy If-Then Rule (dikenal juga sebagai kaidah fuzzy, implikasi fuzzy atau pernyataan kondisi fuzzy) diasumsikan berbentuk : Jika x adalah A maka y adalah B. dengan A dan B adalah

nilai linguistic yang dinyatakan dengan himpunan Fuzzy dalam semesta pembicaraan X dan Y.

Kaidah fuzzy if-then “jika x adalah A maka y adalah B” sering kali disingkat dalam bentuk $A \rightarrow B$ yang merupakan suatu bentuk relasi fuzzy biner pada produk ruang X,Y,.

Model Mamdani memiliki bentuk aturan seperti pada persamaan (1) :

$$I(x_1 \in A_1) \wedge \dots \wedge I(x_n \in A_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

Dimana f bisa merupakan sembarang fungsi dari variable-variabel masukan yang nilainya berada dalam interval variable keluaran.

Pada kasus pencarian jalur tercepat dengan menggunakan multikriteria parameter, parameter yang dipakai ada empat buah parameter. Antara lain panjang (P), kepadatan(K), kecepatan rata-rata(R), dan kapasitas jalan(V). sehingga didapatkan persamaan (2) berikut.

$$If (P x_1 is A_1) AND (K x_1 is A_1) AND (R x_1 is A_1) AND (V x_1 is A_1) \dots AND (P x_n is A_n) AND (K x_n is A_n) AND (R x_n is A_n) AND (V x_n is A_n) THEN y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (2)$$

Diagram Fuzzy output (F) untuk rute tempuh yang digunakan pada proses Fuzzy Mamdani untuk pengambilan keputusan.

D. Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra memberi label pada setiap simpul pada graf awal yang akan diproses. Pada setiap tahapan algoritma ini, beberapa simpul memiliki permanen label dan yang lain memiliki label sementara. Algoritma ini dimulai dengan menetapkan sebuah permanen label 0 pada simpul awal, dan label sementara atau temporer () pada simpul n-1. Sejak saat itu, setiap iterasi simpul yang lain, proses untuk member label permanen pada tiap simpul merujuk pada beberapa aturan antara lain :

1. Langkah pertama : setiap simpul yang diberi nama j tidak diberi label permanen tetapi diberi label sementara, nilai tersebut diberikan oleh persamaan (3).

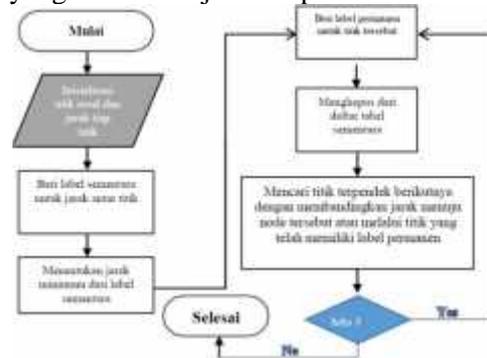
$$Min[old\ label\ of\ j, (old\ label\ of\ i + dij)] \quad (3)$$

Dimana i adalah simpul terakhir yang diberi label pada iterasi sebelumnya dan dij adalah jarak langsung antara simpul i dan j , dan jika i dan j tidak digabungkan dengan sebuah busur atau sudut, maka $dij = \infty$.

2. Langkah kedua : nilai terkecil pada semua label temporer telah ditemukan, dan akan

menjadi label permanen pada simpul yang sesuai. Pada kasus pemberian ikatan label permanen, pilih salah satu dari semua kandidat untuk diberi label permanen.

Langkah pertama dan kedua diulang secara bergantian sampai simpul tujuan t memiliki label permanen. Pada simpul pertama yang diberi label permanen adalah jarak ke-nol dari s , dimana s adalah simpul awal. Pada simpul kedua yang akan diberikan label permanen (diluar simpul n-1) adalah simpul yang paling dekat pada s . Dari sisa simpul n-2, berikutnya yang diberi permanen label paada tiap simpulnya adalah simpul yang memiliki jarak terpendek.



Gambar 3. Flowchart Algoritma Dijkstra.

Algoritma Dijkstra akan melakukan pengembangan pencarian dari satu titik ke titik lain dan ke titik selanjutnya tahap demi tahap. Inilah urutan logika dari algoritma Dijkstra:

1. Beri nilai bobot (jarak) untuk setiap titik ke titik lainnya, lalu set nilai 0 pada node awal dan nilai tak hingga terhadap node lain (belum terisi)
2. Set semua node “Belum terjamah” dan set node awal sebagai node keberangkatan
3. Dari node keberangkatan, pertimbangkan node tetangga yang belum terjamah dan hitung jaraknya dari titik keberangkatan. Sebagai contoh, jika titik keberangkatan A ke B memiliki bobot jarak 6 dan dari B ke node C berjarak 2, maka jarak ke C melewati B menjadi $6+2=8$. Jika jarak ini lebih kecil dari jarak sebelumnya (yang telah terekam sebelumnya) hapus data lama, simpan ulang data jarak dengan jarak yang baru.
4. Saat kita selesai mempertimbangkan setiap jarak terhadap node tetangga, tandai node yang telah terjamah sebagai “Node terjamah”. Node terjamah tidak akan pernah di cek kembali, jarak yang disimpan adalah jarak terakhir dan yang paling minimal bobotnya.

5. Set “Node belum terjamah” dengan jarak terkecil (dari node keberangkatan) sebagai “Node Keberangkatan” selanjutnya dan lanjutkan dengan kembali ke step 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pada hasil dan pengujian pencarian jalur tercepat dengan logika fuzzy dan algoritma Dijkstra. Hasil pengujian sesuai dengan proses runtunan jalannya algoritma. Pada proses pengujian, terdapat dua tahap, yaitu pengujian testing dan pengujian training. Untuk peta ruas jalan kotamalang, didapat dari survey data pada dinas perhubungan Kota Malang tahun 2013 pada gambar 4. Dalam kasus ini penulis hanya menggunakan jalan pada peta, karena hanya ruas jalan yang dipergunakan untuk pengujian sistem. Penulis menguji proses metode yang digunakan, yaitu logika fuzzy dan algoritma Dijkstra untuk pengambilan rute dari titik awal sampai dengan titik akhir tujuan.



Gambar 4. Peta Kota Malang

B. Pembahasan

Proses pembahasan awal adalah menguji data yang dimiliki. Pembahasan awal dilakukan dengan proses pemberian fungsi keanggotaan masing-masing parameter, pembuatan rule evolution sampai mendapatkan fuzzy output untuk tiap ruas jalan sebelum di proses oleh algoritma dijkstra. Sehingga untuk masing-masing parameter menghasilkan fungsi keanggotaan dan batas dari fungsi keanggotaan, antara lain :

1. Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan

2. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Jalan



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Jalan

3. Fungsi Keanggotaan Kecepatan Rata-rata



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Kecepatan Rata-rata

4. Fungsi Keanggotaan Kapasitas/Volume



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Kapasitas/Volume

Setelah proses pembuatan fungsi keanggotaan, dilakukan pembuatan rule evaluation didapat dari ke-empat parameter yang masing-masing

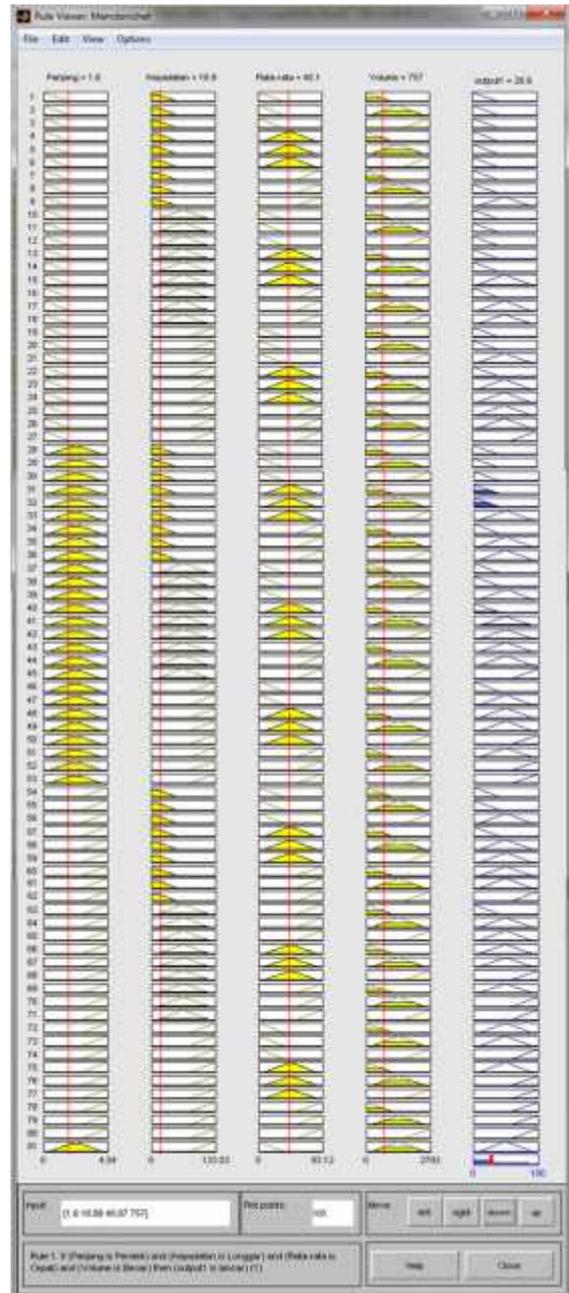
memiliki tiga variable parameter, sedangkan untuk fungsi implikasi, fungsi yang digunakan adalah fungsi AND (fungsi MIN), karena proses yang dilakukan adalah mencari nilai terkecil untuk mendapatkan rute yang tercepat. Sehingga didapatkan rule evaluation sebagai berikut,

- [R1] P-Pendek AND K-Longgar AND R-Cepat AND V-Besar THEN Akses_Lancar
- [R2] P-Pendek AND K-Longgar AND R-Cepat AND V-Sedang THEN Akses_Lancar
- [R3] P-Pendek AND K-Longgar AND R-Cepat AND V-Kecil THEN Akses_Lancar
- [R4] P-Pendek AND K-Longgar AND R-Sedang AND V-Besar THEN Akses_Lancar
- [R5] P-Pendek AND K-Longgar AND R-Sedang AND V-Sedang THEN Akses_Lancar

Sampai dengan

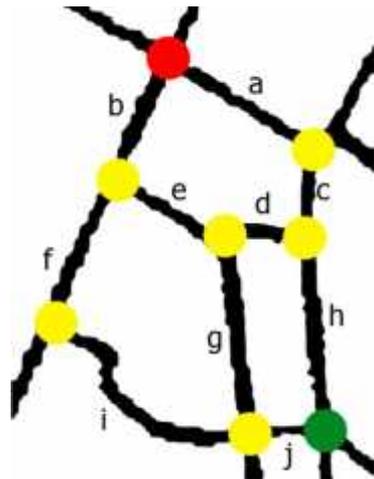
- [R78] P-Panjang AND K-Padat AND R-Sedang AND V-Kecil THEN Akses_Lambat
- [R79] P-Panjang AND K-Padat AND R-Lambat AND V-Besar THEN Akses_Lambat
- [R80] P-Panjang AND K-Padat AND R-Lambat AND V-Sedang THEN Akses_Lambat
- [R81] P-Panjang AND K-Padat AND R-Lambat AND V-Kecil THEN Akses_Lambat

Setelah didapatkan kombinasi sebanyak 81 rule evaluation, yang secara lengkap ditulis di Tabel 3
Tabel 3. Defuzzifikasi



C. Pengujian Metode Algoritma Dijkstra

Proses pengujian dilakukan dengan mengkaji satu titik awal sampai satu titik lokasi jalan. Pengujian dilakukan dengan rute pada Gambar 9.



Gambar 9. Rute yang diuji

Pada Gambar 9 menjelaskan titik awal yang diambil ditunjukkan dengan warna hijau dan titik akhir lokasi ditunjukkan dengan warna merah. Sedangkan total rute diberi warna kuning.

Sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut, pada pengujian awal dengan menggunakan Matlab telah diuji bahwa Jl. Panglima Sudirman 2 pada Gambar 9 memiliki fuzzy output sebesar 28.9 atau Rute Lancar.

Pada Gambar 9 terdapat 10 jalan yang menjadi pertimbangan pengambilan jalur. Dengan ditunjukkan mulai a sampai j, jalan yang diambil antara lain :

- a. Jl. W.R Spratman : $P = 0.32, K = 19.85, R = 39.65, V = 787, F = 15.6$
- b. Jl. Jaksa Agung Suprpto 3 : $P = 0.5, K = 55.12, R = 37.71, V = 2079, F = 40.6$
- c. Jl. Panglima Sudirman 3 : $P = 0.9, K = 18.88, R = 40.07, V = 757, F = 28.9$
- d. Jl. Dr. Cipto 2 : $P = 0.4, K = 26.16, R = 45.16, V = 1181, F = 15.2$
- e. Jl. Dr. Cipto 1 : $P = 0.48, K = 26.16, R = 45.16, V = 1181, F = 21.7$
- f. Jl. Jaksa Agung Suprpto 2 : $P = 0.5, K = 55.12, R = 37.71, V = 2079, F = 40.6$
- g. Jl. Cokroaminoto : $P = 0.14, K = 16.08, R = 40.64, V = 654, F = 16$
- h. Jl. Panglima Sudirman 2 : $P = 1.6, K = 18.88, R = 40.07, V = 757, F = 28.9$

- i. Jl. Patimura 1 : $P = 0.7, K = 44.09, R = 37.57, V = 1657, F = 31.4$
- j. Jl. Patimura 2 : $P = 0.25, K = 44.09, R = 37.57, V = 1657, F = 14.7$

Dari masing-masing data tiap ruas yang akan menjadi perbandingan perhitungan dalam pengambilan keputusan, fuzzy output dijumlahkan untuk mendapatkan rute yang akan diambil. Rute yang didapatkan berdasarkan data yang dimiliki dan urutan pengambilan rute pada Tabel 4.

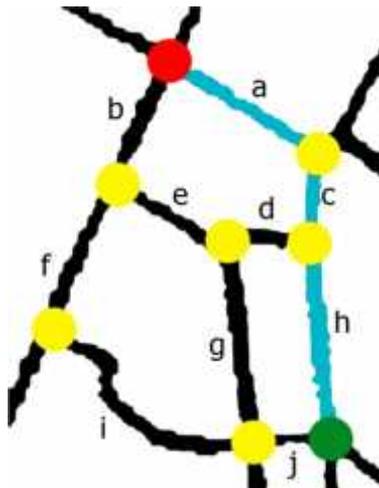
Tabel 4. Rute yang dimiliki

Rute ke-	Ururtan Jalan
1.	j, i, f, b
2.	j, g, e, b
3.	j, g, d, c, a
4.	h, c, a
5.	h, d, e, b
6.	h, d, g, i, f, b
7.	j, i, f, e, d, c, a

Masing-masing jalan memiliki nilai keluaran logika fuzzy. Hasil keluaran logika fuzzy didapatkan dari proses inferensi logika fuzzy seperti yang dilakukan pada Bab 4. Hasil dari keluaran logika fuzzy tiap jalan dijumlahkan, sehingga mendapatkan nilai total tiap rute. Nilai hasil penjumlahan diambil yang terkecil sehingga menjadi rute yang dipilih. Proses pemilihan dan penjumlahan tiap rute dijelaskan pada Bab 3. Proses manual untuk membuktikan rute yang dipilih sesuai nomor pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

- 1. Rute ke-1 : $14,7+31,4+40,6+40,6 = 127,3$
- 2. Rute ke-2 : $14,7+16+21,7+40,6 = 93$
- 3. Rute ke-3 : $14,7+16+15,2+28,9+15,6 = 90,4$
- 4. Rute ke-4 : $28,9+28,9+15,6 = 73,4$
- 5. Rute ke-5 : $28,9+15,2+21,7+40,6 = 106,4$
- 6. Rute ke-6 : $28,9+15,2+16+31,4+40,6+40,6 = 172,7$
- 7. Rute ke-7 : $14,7+31,4+40,6+21,7+15,2+28,9+15,6 = 168,1$

Pada perhitungan diatas, rute yang diambil berdasarkan rute yang memiliki nilai paling kecil. Nilai paling kecil adalah Rute ke-4 sebesar 73,4. Hasil digambarkan dengan pembuktian pada Gambar 4.7 rute jalan yang diambil adalah Jl. Panglima Sudirman 2, Jl. Panglima Sudirman 3, Jl. W.R. Supratman.



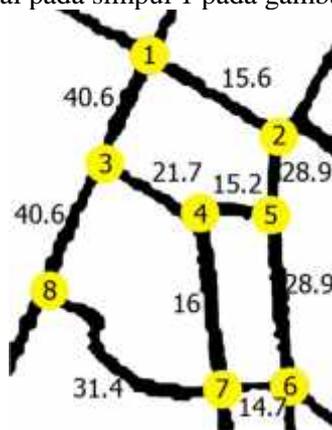
Gambar 10. Hasil Rute Tercepat

D. Validasi

Model yang sudah terbentuk di validasi menggunakan *Generation And Test*. Validasi memiliki tujuan untuk mengakurasi hasil dari proses metode Algoritma Dijkstra, *Generation And Test* digunakan untuk memastikan apakah hasil dari proses Algoritma Dijkstra akurat.

E. Generation And Test

Sesuai dengan metode yang diterapkan maka dilakukan pembuktian pada semua lintasan untuk mencapai tujuan. Sedangkan posisi awal pada simpul 1 pada gambar 4.9.



Gambar 4. 1 Contoh Kasus Dijkstra

Maka dibutuhkan juga matriks grap seperti pada tabel

Tabel 5. Tabel Matrik Grap

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	15.6	40.6					
2	15.6	0			28.9			
3	40.6		0	21.7				40.6
4			21.7	0	15.2		16	
5		28.9		15.2	0	28.9		
6					28.9	0	14.7	
7				16		14.7	0	31.4
8			40.6				31.4	0

Berdasarkan matrik pada tabel 5. Maka didapatkan semua kemungkinan untuk semua tujuan yang diinisialisasi dari simpul 1 sebagai berikut ini.

Tabel 6. Kemungkinan Lintasan Setiap Simpul

intis	tujuan	Kemungkinan Lintasan (D)						
lintas	n	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1	2	1,2	1,3,4,5	1,3,4,7	1,3,8,7	1,3,8,7		
	3	1,3	1,2,5,4	1,2,5,6	1,2,5,8	1,2,5,4		
	4	1,3,4	1,2,5,4	1,3,8,7	1,3,8,7	1,2,5,6	1,2,5,6	
	5	1,2,5	1,3,4,5	1,3,4,7	1,3,8,7	1,3,8,7		
	6	1,2,5	1,3,4,5	1,3,4,7	1,3,8,7	1,3,8,7	1,2,5,4	1,2,5,4
	7	1,2,5	1,2,5,4	1,2,5,4	1,3,4,7	1,3,4,5	1,3,8,7	
	8	1,3,8	1,3,4,7	1,3,4,5	1,2,5,6	1,2,5,4	1,2,5,4	1,2,5,6

Untuk mencari lintasan terpendek pada setiap simpul tujuan maka dapat diketahui bahwa solusi lintasan terpendek dari simpul 1 ke 6 adalah

$$\begin{aligned}
 T_6 &= \min \\
 &((1,2,5,6), (1,3,4,5,6), (1,3,4,7,6), (1,3,8,7,6), \\
 &\quad (1,3,8,7,4,5,6), (1,2,5,4,3,8,7,6), (1,2,5,4,7, \\
 &\quad 6)) \\
 &= \min \\
 &((15,6+28,9+28,9), (40,6+21,7+15,2+28,9), (\\
 &\quad 40,6+21,7+16+14,7), \\
 &\quad (40,6+40,6+31,4+14,7), (40,6+40,6+31,4+ \\
 &\quad 16+15,2+28,9), (15,6+28,9+15,2+21,7+40,6 \\
 &\quad +31,4+14,7), (15,6+28,9+15,2+16+14,7)) \\
 &= \min (73,4, 106,4, 93, 127,3, 172,7, \\
 &\quad 168,1, 90,4) \\
 &= 73,4
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang pencarian rute tercepat yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan sebagai berikut:

1. Multikriteria parameter jalan antara lain panjang jalan, kepadatan jalan, kecepatan rata-rata, dan kapasitas / volume jalan, dapat dimodelkan dengan logika fuzzymamdani. Parameter keluaran atau hasil Fuzzy output bisa disebut Rute Tempuh.
2. Pencarian jalur dilakukan dengan algoritma dijkstra. Dengan menghitung jumlah rute tempuh terkecil yang dimiliki oleh ruas jalan, dari lokasi awal atau titik awal sampai dengan lokasi yang dituju atau titik akhir. Sehingga dapat menghasilkan pencarian beberapa jalur yang tercepat.
3. Hasil dari gabungan logika Fuzzy dan Algoritma Dijkstra diuji dengan menggunakan metode *Generation And Test* menghasilkan pencarian jalur tercepat.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Pugas, M. Somantri, and K. 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.
- M. Hannats, H. Ichsan, E. Yudaningsy, and M. A. Muslim, "Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat dengan Algoritma Hybrid Fuzzy-Dijkstra," *Eeccis*, vol. 6, no. 2, pp. 155–160, 2012.
- S. B. Smitha, K. G. Narendra, R. H. V Usha, C. K. Divyashree, G. Gayatri, and M. Aparajitha, "GPS Based Shortest Path for Ambulances using VANETs," *2012 Int. Conf. Wirel. Networks*, vol. 49, no. Icwn, pp. 190–196, 2012.
- A. . Efentakis, D. . Theodorakis, and D. . Pfoer, "Crowdsourcing computing resources for shortest-path computation," *GIS Proc. ACM Int. Symp. Adv. Geogr. Inf. Syst.*, pp. 434–437, 2012.
- O. Linda and M. Manic, "Improving vehicle fleet fuel economy via learning fuel-efficient driving behaviors," *Int. Conf. Hum. Syst. Interact. HSI*, pp. 137–143, 2012.
- Y. Wang and Y. Chen, "Short-Term Traffic Flow Prediction By a Sugeno Fuzzy System Based on Gaussian Mixture Models," vol. 44, no. 1, pp. 125–130, 2012.
- R. P. / S. Kusumadewi, "Aplikasi Basisdata Fuzzy untuk p[emilihan makanan sesuai kebutuhan nutrisi,]" pp. 87–94, 2015.
- N. Shankar, V. Sireesha, and P. Rao, "An analytical method for finding critical path in a fuzzy project network," *Int. J. ...*, vol. 5, no. 20, pp. 953–962, 2010.
- N. F. Rachmah, "Aplikasi plikasi Algoritma Dijkstra dalam Pencarian Lintasan Terpendek Graf."
- Fitria and A. Triansyah, "Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Aplikasi Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Jalan Darat Antar Kota Di Sumatera Bagian Selatan," *J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 611–621, 2013.
- A. Yuliana, "Implementasi Algoritma Dijkstra Pencarian Rute Terpendek Trans Jogja," 2013.
- "Peraturan Menteri Perhubungan, no KM 14 Tahun 2006," 2006.
- Kesswani, "World Survey of Genomics Research Funding, Interim Report," *Switzerland*, no. 2, 2000.
- Golnarkar, "Sloving Best Path Problem On Multimodal Transportation networks With Fuzzy Costs."
- A. Teuber and B. Eissfeller, "WLAN Indoor Positioning Based on Euclidean Distances and Fuzzy Logic," *3rd Work. POSITIONING, Navig. Commun.*, pp. 159–168, 2006.