

# OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI

Riska Megasari<sup>1)</sup>, Lukman<sup>2)</sup>, Khusnul Novianingsih<sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

\*Surel: riskamegasarii@gmail.com

**ABSTRAK.** Penelitian ini bertujuan mengurangi tingkat kemacetan dan kejenuhan pengendara pada saat menunggu di bawah lampu merah yang menyala di persimpangan antara jalan Soekarno-Hatta dan jalan Ibrahim Adjie atau yang dikenal dengan persimpangan Samsat, dengan menjadwalkan pembagian delay lampu hijau lalu lintas yang optimal untuk persimpangan tersebut. Dalam penelitian ini Logika Fuzzy metode Mamdani digunakan untuk memperoleh delay lampu hijau yang optimal. Logika fuzzy merupakan logika yang mengenal konsep kesamaran sehingga memiliki penalaran yang adil. Sedangkan metode Mamdani merupakan metode yang bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik yang ditentukan oleh peneliti. Hasil implementasi menunjukkan, logika fuzzy metode Mamdani telah berhasil diimplementasikan dalam pencarian delay lampu hijau yang optimal, sehingga diperoleh penjadwalan delay lampu lalu lintas untuk persimpangan Samsat yang cukup baik.

**Kata Kunci:** Delay, Lampu lalu lintas, Logika Fuzzy, Metode Mamdani, persimpangan Samsat.

**ABSTRACT.** In this research, optimal green light delay distribution schedule for intersection of Soekarno-Hatta Street and Ibrahim Adjie Street will be obtained to reduce congestion of vehicles rates and drivers' saturation during wait for the light turns to green. The process to obtain optimal green light delays use fuzzy logic Mamdani method. Fuzzy logic is the logic that recognize the concept of ambiguity concept so that is has a fair reason. While Mamdani method is a method that works based on linguistik rules defined by the researcher. The implementation result shows, fuzzy logic Mamdani method has been successfully implemented in the research of optimal green light delay and obtained passable traffic light delay schedule for Samsat intersection.

**Keywords:** Delay, traffic light, fuzzy logic, Mamdani method, Samsat intersection.

## 1. PENDAHULUAN

Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyebrangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya (UU no. 22/2009). Dalam pengaplikasiannya, pengatur lalu lintas menjadwalkan lama waktu yang akan diberikan untuk setiap lampu untuk menyala atau sering dikenal dengan istilah delay. Sistem pengendalian lampu lalu lintas dikatakan baik jika lampu-lampu lalu lintas yang terpasang dapat berjalan baik secara otomatis dan dapat menyesuaikan diri dengan kepadatan lalu lintas pada tiap-tiap jalur [6]. Namun pada kenyataannya, banyak persimpangan yang telah dipasang lampu lalu lintas dengan pembagian delay lampu yang kurang optimal. Akibatnya terjadinya penumpukan kendaraan di sebagian ruas jalan dan membuat pengendara menunggu dengan waktu yang lama untuk lampu merah berganti menjadi lampu hijau.

Pembagian delay lampu lalu lintas di persimpangan antara Jalan Soekarno-Hatta dan Jalan Ibrahim Adjie atau yang dikenal dengan persimpangan Samsat di tentukan oleh Dinas Perhubungan kota Bandung. Namun setiap harinya sering kali terjadi kemacetan yang panjang pada persimpangan tersebut terutama pada pagi dan sore hari. Polisi lalu lintas turun ke jalan untuk mengatasi kemacetan tersebut dengan membuat pembagian delay lampu lalu lintas sesuai kebutuhan berdasarkan kasat mata. Akan tetapi pembagian delay oleh polisi tersebut mengakibatkan banyak keluhan dari pengendara mengenai waktu tunggu lampu merah menuju lampu hijau yang sangat lama.

Logika fuzzy dikembangkan oleh ilmuwan asal Amerika Serikat bermarga Iran, Lotfi Asker Zadeh dan merupakan perluasan dari logika boolean. Logika fuzzy ini mengenal konsep kesamaran, tidak seperti logika Boolean yang hanya mengenal hitam atau putih, pada logika ini juga terdapat abu-abu dan memiliki nilai kebenaran berbentuk interval  $[0,1]$  [5]. Metode Mamdani merupakan salah satu metode pada logika fuzzy yang bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik yang ditentukan oleh peneliti [4].

Logika fuzzy telah banyak dikenal oleh para akademis Indonesia sebagai metode yang digunakan untuk menentukan lamanya waktu lalu lintas menyala sesuai dengan volume kendaraan yang sedang mengantri pada sebuah persimpangan. Hasil pengujian sistem logika fuzzy tersebut menunjukkan bahwa sistem lampu dengan logika fuzzy ini dapat menurunkan keterlambatan kendaraan sebesar 48,44% dan panjang kendaraan sebesar 56,24% jika dibandingkan dengan sistem lampu konvensional [6].

## 2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, metodologi yang digunakan adalah observasi. Berikut tahapan dalam mengolah data yang diperoleh berdasarkan hasil observasi tersebut.

### 2.1. PERSIMPANGAN SAMSAT

Penelitian ini akan mencari penjadwalan delay lampu hijau lalu lintas yang optimal untuk persimpangan Samsat dengan menggunakan logika fuzzy metode Mamdani. Persimpangan Samsat merupakan persimpangan empat yang pada pengoprasian jalannya terdapat empat fase (lihat gambar 1 dan tabel 1).

### 2.2. PENCARIAN DELAY LAMPU HIJAU YANG OPTIMAL DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, diperoleh data-data yang berhubungan dengan persimpangan Samsat tersebut. Data tersebut adalah data perencanaan pembagian delay lampu lalu lintas untuk persimpangan Samsat oleh Dinas Perhubungan (Dishub) Kota Bandung, dan rekaman CCTV di persimpangan Samsat. Berdasarkan data tersebut diperoleh tiga variable input, yaitu delay oleh Dishub (DoD), delay oleh polisi (DoP), dan kepadatan kendaraan (DK), dan ditentukan satu variable output, yaitu delay optimal oleh fuzzy (*Delay*). Variable-variabel tersebut masing-masing dibagi menjadi empat himpunan fuzzy.

Tabel 1: Keterangan Berdasarkan Fase

Fase A		Siklus arus kendaraan dari Jalan Soekarno-Hatta Timur menuju Jalan Kiara Condong dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Barat
Fase B		Siklus arus kendaraan dari Jalan Soekarno-Hatta Barat menuju Jalan Buah Batu dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Timur
Fase C		Siklus arus kendaraan dari Buah Batu menuju Jalan Kiara Condong dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Timur
Fase D		Siklus arus kendaraan dari Kiara Condong menuju Jalan Buah Batu Barat dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta



**Gambar 1** Bentuk Persimpangan dan Penempatan Lampu Lalu Lintas

### 2.3. Model Delay Lampu Lalu Lintas

Pada tahap ini, akan dibangun sebuah model matematika yang sesuai untuk optimisasi delay lampu lalu lintas. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu mengoptimalkan delay lampu hijau untuk setiap fase sehingga waktu yang diperlukan pengemudi lain yang menunggu giliran dari lampu merah menuju lampu hijau tidak terlalu lama maka didefinisikan himpunan dan variabel keputusan yang akan digunakan dalam pemodelan.

Misal  $A$  adalah himpunan fase, yaitu  $A = \{ \text{fase A, fase B, fase C, fase D} \}$ . Misal untuk setiap fase  $i \in A$  :

- a)  $\alpha_i$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dishub untuk fase  $i$  (detik)
- b)  $\beta_i$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh polisi untuk fase  $i$  (detik)
- c)  $\gamma$  adalah kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau sebelumnya (banyak kendaraan per 10 detik)  
Didefinisikan untuk setiap  $i \in A$
- d)  $\alpha_i$  adalah bobot delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dishub ( $D$ ) untuk fase  $i$ .
- e)  $\beta_i$  adalah bobot delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh polisi ( $D$ ) untuk fase  $i$ .
- f)  $\gamma$  adalah bobot kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau sebelumnya persepuluh detik ( $D$ ).

Variabel keputusan didefinisikan sebagai  $d_i$ , yaitu delay lampu hijau untuk fase  $i \in A$ . Maka masalah optimisasi delay lampu hijau lalu lintas dapat dimodelkan sebagai model berikut:

Meminimumkan :

$$z = \sum_{i \in A} d_i \quad \dots (3.1)$$

Terhadap :

$$\begin{aligned} d_i &= \alpha_i a_i + \beta_i b_i + \gamma, \quad i \in A \\ d_i &\leq 150 \\ d_i &\geq 30 \\ \alpha_i, \beta_i, \gamma, d_i &\geq 0, \quad i \in A \end{aligned} \quad \dots (3.2)$$

Pada kenyataannya nilai  $\alpha_i, \beta_i, \gamma$  tidak diketahui dengan pasti. Pada penelitian ini ketiga nilai tersebut diestimasi dengan menerapkan logika fuzzy metode Mamdani.

#### 2.4. Logika Fuzzy Metode Mamdani

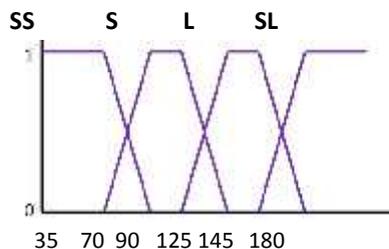
Logika fuzzy metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Max-Min*. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik yang ditentukan oleh peneliti. Pada logika fuzzy metode Mamdani, terdapat empat tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil (*output*), yaitu:

##### 1) Fuzzifikasi

Tahap pertama yang perlu dilakukan adalah fuzzifikasi, yaitu perubahan input yang berupa bilangan *crisp* menjadi bilangan fuzzy. Pada tahap perubahan tersebut diperlukan kurva yang memetakan input ke bilangan fuzzy yaitu interval dari 0 sampai 1. Berikut masing-masing kurva yang mewakili setiap variabel:

a) Variabel Delay oleh Dishub ( $U$ )

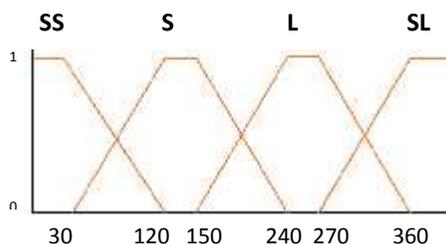
Variabel input delay oleh Dishub dibagi menjadi empat himpunan fuzzy, yaitu sangat sebentar, sebentar, lama dan sangat lama. Dengan kurva fungsi keanggotaan pada gambar 2.



**Gambar 2** Kurva Fungsi Kenggotaan DoD

b) Variabel Delay oleh polisi ( $D$ )

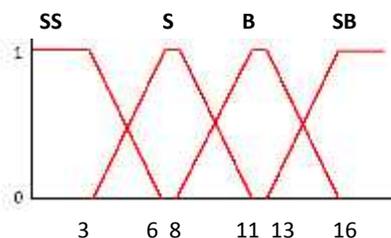
Variabel input delay oleh polisi dibagi menjadi empat himpunan fuzzy, yaitu sangat sebentar, sebentar, lama dan sangat lama. Dengan kurva fungsi keanggotaan pada gambar 3.



Gambar 3 Kurva Fungsi Kenggotaan DoP

c) Variabel kepadatan kendaraan ( $D$ )

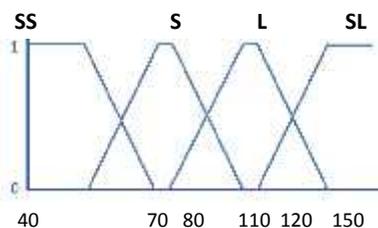
Variabel input kepadatan kendaraan dibagi menjadi empat himpunan fuzzy, yaitu sangat sedikit, sedikit, banyak, sangat banyak. Dengan kurva fungsi keanggotaan pada gambar 4.



Gambar 4 Kurva Fungsi Kenggotaan DK

d) Variabel oleh Fuzzy ( $D$ )

Variabel output delay oleh fuzzy dibagi menjadi empat himpunan fuzzy, yaitu sangat sebentar, sebentar, lama, sangat lama. Dengan kurva fungsi keanggotaan pada gambar 5.



Gambar 5 Kurva Fungsi Keanggotaan DF

## 2) Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada logika fuzzy metode Mamdani, penentuan delay lampu lalu lintas yang optimal diperoleh dengan memperhatikan hubungan irisan dari variabel-variabel *input*, maka aturan yang digunakan pada fungsi adalah aturan *Min*. Sebelum masuk pada tahap aplikasi fungsi aturan dan tahap selanjutnya, diperlukan aturan-aturan implikasi antar variabel input, aturan-aturan tersebut tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Aturan-aturan Fuzzy

Aturan	Delay Dishub	Delay Polisi	Kepadatan Kendaraan	Delay Fuzzy
1	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
2	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
3	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Banyak	Sangat Sebentar
4	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Sangat Sebentar
5	Sangat Sebentar	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
6	Sangat Sebentar	Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
7	Sangat Sebentar	Sebentar	Banyak	Sangat Sebentar
8	Sangat Sebentar	Sebentar	Sangat Banyak	Sebentar
9	Sangat Sebentar	Lama	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
10	Sangat Sebentar	Lama	Sedikit	Sebentar
Aturan	Delay Dishub	Delay Polisi	Kepadatan Kendaraan	Delay Fuzzy
11	Sangat Sebentar	Lama	Banyak	Sebentar
12	Sangat Sebentar	Lama	Sangat Banyak	Sebentar
13	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
14	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sedikit	Sebentar
15	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Banyak	Sebentar
16	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sangat Banyak	Lama
17	Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
18	Sebentar	Sangat Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
19	Sebentar	Sangat Sebentar	Banyak	Sebentar
20	Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Sebentar
21	Sebentar	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
22	Sebentar	Sebentar	Sedikit	Sebentar
23	Sebentar	Sebentar	Banyak	Sebentar
24	Sebentar	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
25	Sebentar	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
26	Sebentar	Lama	Sedikit	Sebentar
27	Sebentar	Lama	Banyak	Lama
28	Sebentar	Lama	Sangat Banyak	Lama
29	Sebentar	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
30	Sebentar	Sangat Lama	Sedikit	Sebentar
31	Sebentar	Sangat Lama	Banyak	Lama
32	Sebentar	Sangat Lama	Sangat Banyak	Lama
33	Lama	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar

34	Lama	Sangat Sebentar	Sedikit	Sebentar
35	Lama	Sangat Sebentar	Banyak	Lama
36	Lama	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Lama
37	Lama	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
38	Lama	Sebentar	Sedikit	Sebentar
39	Lama	Sebentar	Banyak	Lama
40	Lama	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
41	Lama	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
42	Lama	Lama	Sedikit	Lama
43	Lama	Lama	Banyak	Lama
44	Lama	Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
45	Lama	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
46	Lama	Sangat Lama	Sedikit	Lama
47	Lama	Sangat Lama	Banyak	Lama
48	Lama	Sangat Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
49	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sebentar
50	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sedikit	Sebentar
51	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Banyak	Lama
52	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Lama
53	Sangat Lama	Sebentar	Sangat Sedikit	Sebentar
54	Sangat Lama	Sebentar	Sedikit	Sebentar
55	Sangat Lama	Sebentar	Banyak	Lama
56	Sangat Lama	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
57	Sangat Lama	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
58	Sangat Lama	Lama	Sedikit	Lama
59	Sangat Lama	Lama	Banyak	Sangat Lama
60	Sangat Lama	Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
61	Sangat Lama	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
62	Sangat Lama	Sangat Lama	Sedikit	Lama
<b>Aturan</b>	<b>Delay Dishub</b>	<b>Delay Polisi</b>	<b>Kepadatan Kendaraan</b>	<b>Delay Fuzzy</b>
63	Sangat Lama	Sangat Lama	Banyak	Sangat Lama
64	Sangat Lama	Sangat Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama

### 3) Komposisi Aturan

Pada logika fuzzy metode Mamdani, metode komposisi aturan yang dipakai adalah metode *Max*.

### 4) Defuzzifikasi

Pada penelitian ini, metode yang dilakukan dalam proses defuzzifikasi adalah Metode Centroid (*Composite Moment*).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh yang kemudian diolah untuk memperoleh delay yang optimal menggunakan logika fuzzy metode Mamdani dengan bantuan *software* Matlab R2014a, diperoleh penjadwalan untuk hari Minggu dan hari libur dan penjadwalan untuk hari Senin sampai dengan hari Sabtu yang tertera pada tabel 3.

**Tabel 3.** Penjadwalan Delay Lampu Hijau Lalu Lintas Berdasarkan Logika Fuzzy Metode Mamdani

Hari	Jam	Menit	Delay Optimasi (detik)			
			Fase			
			A	B	C	D
Hari Minggu dan Hari Libur	6	0	83	64	50	57
	7	0	97	67	61	57
	8	0	107	69	64	59
	9	0	115	71	64	62
	10	0	115	75	67	67
	11	0	115	88	75	81
Hari Senin-Sabtu	6	0	103	68	50	66
	7	0	111	73	53	72
	8	0	115	77	53	75
	9	0	115	77	54	77
	10	0	115	85	64	85
	11	0	115	91	67	88

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, pembangunan model optimisasi dan implementasi logika fuzzy metode Mamdani untuk masalah penjadwalan delay lampu hijau lalu lintas di persimpangan antara jalan Soekarno-Hatta dan jalan Ibrahim Adjie, berikut kesimpulan yang peneliti peroleh:

- 1) Masalah penjadwalan delay lampu hijau dapat dimodelkan sebagai model optimisasi linear tak tentu. Model ini diselesaikan dengan menerapkan logika fuzzy metode Mamdani. Tahapan logika fuzzy metode Mamdani diawali dengan proses fuzzifikasi, kemudian proses aplikasi implikasi, selanjutnya proses komposisi aturan, dan terakhir adalah proses defuzzifikasi.

- 2) Hasil implikasi logika fuzzy metode Mamdani pada penjadwalan delay lampu hijau di persimpangan jalan Soekarno-Hatta dan jalan Ibrahim Adjie menunjukkan bahwa kepadatan kendaraan pada suatu fase sangat berpengaruh besar dalam penentuan panjang pendeknya delay yang akan diberikan pada fase tersebut. Adapun delay lampu hijau yang direkomendasikan adalah 83-115 detik untuk fase A, 64-91 detik untuk fase B, 50-75 detik untuk fase C dan 57-88 detik untuk fase D.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iancu, Ion. (Tanpa Tahun). “A Mamdani Type Fuzzy Logic Controller”. Romania University of Craiova.
- [2] Kusuma, Sri., & Purnomo, Hari. (2010). “Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan”. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- [3] Prasetyo, Erwan Eko. (2015). “Design and Simulation of Adaptive Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic Control Sugeno Method”. Internasional Jurnal, Volume 5, No. 4.
- [4] Solokin, Fajar. (2011). “Aplikasi Logika Fuzzy dalam Optimisasi Produk Barang Menggunakan Metode Mamdani dan Metode Sugeno”. Skripsi pada Universitas Negeri Yogyakarta.
- [5] Wang, Chonghua. (2015). “A Study of Membership Fuctions on Mamdani-Type Fuzzy Inference System for Industrial Decision-Making”. Tesis dan Disertasi Paper 1665.
- [6] Tanpa Nama. (Tanpa Tahun). “Lampu Lalu Lintas”. [Online]. Tersedia di : [http://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_Lalu\\_Lintas](http://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_Lalu_Lintas). Terakhir diakses Mei 2017.
- [7] Tanpa Nama. (Tanpa Tahun). “Fuzzy Logic & Neural Networks”. [Online]. Tersedia di: [urtechfriend-paperpresentations5.blogspot.co.id/p/neural-networks-fuzzy-logic.html?m=1](http://urtechfriend-paperpresentations5.blogspot.co.id/p/neural-networks-fuzzy-logic.html?m=1).