

Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic

Adhitya Yoga Yudanto, Marvin Apriyadi, Kevin Sanjaya

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia
yogaadhitya32@gmail.com, m_a_vin@hotmail.com, kev.sanjaya@gmail.com

Diterima 18 Desember 2013

Disetujui 30 Desember 2013

Abstract—The traffic lights problem is already commonly found in large cities. The traffic lights are supposed to control the flow of the road, but sometimes causes a congestion. This happens because the distribution of the time are all the same for all lines, without seeing the condition of the density of each lane. There's one effort that can be done to overcome this problem, is to create a traffic light control system. With this system, the congestion that occurs around the traffic lights can be reduced. This system is using fuzzy logic. Fuzzy logic is one of computer science that studies about the value of truth that worth a lot. For example, a air conditioning system control subway Sendai in Japan. As for making a traffic light control system, the author using Fuzzy Inference System (FIS) that already exist in the application of MATLAB R2013a with Mamdani method.

Index Terms—*fuzzy logic, traffic lights, MATLAB.*

I. PENDAHULUAN

Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Banyaknya kendaraan yang lalu lalang di kota besar menyebabkan kemacetan sangat mungkin terjadi. Oleh karena itu, lampu lalu lintas memiliki peran penting dalam mengatur arus lalu lintas khususnya di persimpangan jalan.

Namun, terkadang banyak kemacetan terjadi pada persimpangan jalan tersebut. Padahal lampu lalu lintas yang ada di sana, seharusnya dapat mengatur arus lalu lintas sehingga dapat mencegah kemacetan atau kepadatan kendaraan. Hal ini terjadi karena pembagian jatah lampu hijau yang sama rata untuk semua jalur, tanpa melihat jumlah kendaraan yang ada pada masing-masing jalur. Akibatnya jalur yang sedang sepi kendaraan mendapatkan lampu hijau yang lebih lama dari yang dibutuhkan, yang menyebabkan lampu merah pada simpang jalan lainnya.

Makin lama lampu hijau pada suatu simpang jalan, makin lama pula lampu merah pada simpang

jalan lainnya. Jika suatu simpang jalan yang sedang sepi, mendapatkan jumlah detik lampu hijau yang sama dengan simpang jalan yang ramai. Tentu hal tersebut menjadi kurang efektif, karena simpang jalan yang ramai tersebut harus menunggu lampu hijau pada simpang jalan yang sepi yang sebenarnya tidak memerlukan lampu hijau yang terlalu lama.

Perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu hijau yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar masing-masing simpang jalan memperoleh jumlah detik yang sesuai dengan kepadatan yang terjadi di persimpangan jalan tersebut. Sehingga simpang jalan lainnya tidak perlu menunggu giliran lampu hijau yang terlalu lama. Dengan begitu, kepadatan kendaraan pada persimpangan jalan diharapkan dapat berkurang.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *fuzzy logic* untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai kepadatan kendaraan yang ada pada suatu simpang jalan. Dibandingkan dengan sistem logika lain, *fuzzy logic* dapat menghasilkan keputusan yang lebih adil dan lebih manusiawi. Kelebihan lainnya adalah *fuzzy logic* cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang terjadi di dunia nyata yang kebanyakan bukan biner dan bersifat non linier karena *fuzzy logic* menggunakan nilai linguistik yang tidak linier.

II. DESKRIPSI PERMASALAHAN

A. Pembagian Waktu Lampu Hijau Yang Kurang Efektif

Pembagian waktu lampu hijau untuk masing-masing persimpangan masih kurang efektif. Hal ini dapat dilihat ketika suatu persimpangan jalan dalam keadaan yang tidak ramai atau sepi, lama lampu hijau pada persimpangan tersebut sama dengan lama lampu hijau pada persimpangan yang sedang ramai kendaraan. Ini menyebabkan adanya waktu lampu hijau yang terbuang percuma dan menyebabkan penumpukan kendaraan di persimpangan lainnya. Hal

inilah yang akan diperbaiki dengan metode *fuzzy logic*.

B. Area Kuning

Area kuning adalah daerah yang terletak di tengah-tengah persimpangan atau titik temu dari semua simpang. Saat lampu hijau berubah menjadi merah pada simpang A maka lampu hijau akan secara otomatis diberikan kepada simpang B, padahal terkadang masih ada kendaraan dari simpang A yang masih berada pada area kuning. Hal tersebut tentu akan menghambat laju kendaraan dari simpang B dan detik pada simpang B akan terus berkurang tanpa memperhitungkan keadaan tersebut. Untuk itu lampu kuning akan dihidupkan selama masih ada kendaraan pada area kuning.

C. Model Sensor

Untuk menghitung kepadatan dan jumlah kendaraan keluar-masuk simpang jalan, perlu adanya sensor yang bertindak sebagai sensor *input* dan *output* pada masing-masing jalur. Sensor juga akan digunakan untuk mendeteksi kendaraan yang sedang berada pada area kuning

D. Waktu Maksimal Lampu Hijau

Waktu maksimal lampu hijau pada masing-masing persimpangan jalan tentu berbeda tergantung panjang jalan dan kecepatan rata-rata kendaraan. Misalnya rata-rata kendaraan saat keadaan padat di lampu merah pada suatu jalur adalah 6 km/jam = 6000 m/jam = 100 m/menit. Didapatkan rumus :

Waktu(detik) = (P (panjang jalan) / 100) * 60 detik.

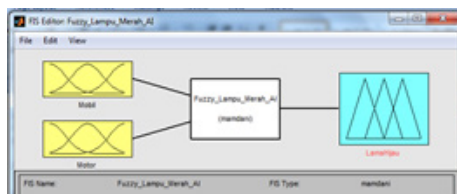
III. SISTEM LAMPU LALU LINTAS YANG DIAJUKAN

A. Metode Yang Digunakan

Untuk membuat lampu lalu lintas yang lebih efisien penulis akan menggunakan metode: *Fuzzy Logic* : untuk menghitung tingkat kemacetan dan jumlah detik lampu hijau.

B. Fuzzy Inference System(FIS)

Untuk menghitung jumlah detik lampu hijau masing-masing simpang jalan, penulis menggunakan *fuzzy Inference system*. Penulis menggunakan *fuzzy logic toolbox* yang ada pada aplikasi MATLAB R2013a dengan tipe Mamdani.

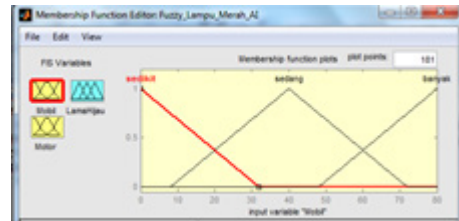


Gambar 1. Model fuzzy logic

Berikut adalah variable linguistik yang akan digunakan.

Variable *input* :

- Jumlah mobil : sedikit, sedang dan banyak.



Gambar 2. Model *input* jumlah mobil

- Jumlah motor : sedikit, sedang dan banyak.



Gambar 3. Model *input* jumlah motor

Variable *output* :

- Lama lampu hijau (detik) : sebentar, sedang, lama



Gambar 4. Model *output* lama lampu hijau

Keterangan :

- Sedikit : Jumlah kendaraan (mobil / motor) memenuhi < 25% suatu simpang jalan.
- Sedang : Jumlah kendaraan (mobil / motor) memenuhi < 75% suatu simpang jalan.
- Banyak : Jumlah kendaraan (mobil / motor) memenuhi > 75% suatu simpang jalan.
- Tidak ada : Tidak ada kendaraan (mobil / motor) pada suatu simpang jalan.
- Sebentar : 0 – 40 (detik)
- Sedang : 40 – 80 (detik)
- Lama : 80 – 120 (detik)

IV. PENGUJIAN

A. Kendaraan

Dalam melakukan pengujian penulis menggunakan jumlah mobil dan motor sebagai input. Penulis merepresentasikan mobil dan motor sebagai objek persegi panjang.

Mobil : 3m x 5m.

Motor : 1,5m x 2,5m.

Jumlah kendaraan yang akan menjadi masukan adalah mobil (0-80), motor(0-320).

B. Aturan Dan Ukuran Jalan

Ukuran jalan yang akan digunakan dalam pengujian adalah 200m x 7m. Dengan rumus :

$$\text{Waktu (detik)} = (P/100) * 60.$$

Didapatkan jumlah maksimal detik lampu hijau adalah 120 detik. Untuk menghasilkan output berupa jumlah detik lampu hijau pada aplikasi MATLAB dibutuhkan beberapa aturan berupa kondisi-kondisi tertentu. Berikut tabel kondisi yang digunakan:

Tabel 1. Tabel Kondisi

M O B I L		MOTOR			
		<i>Sedikit</i>	<i>Sedang</i>	<i>Banyak</i>	<i>Tidak Ada</i>
	<i>Sedikit</i>	Sebentar	Sedang	Lama	Sebentar
	<i>Sedang</i>	Sedang	Sedang	Lama	Sedang
	<i>Banyak</i>	Lama	Lama	Lama	Lama
	<i>Tidak ada</i>	Sebentar	Sedang	Lama	-

```

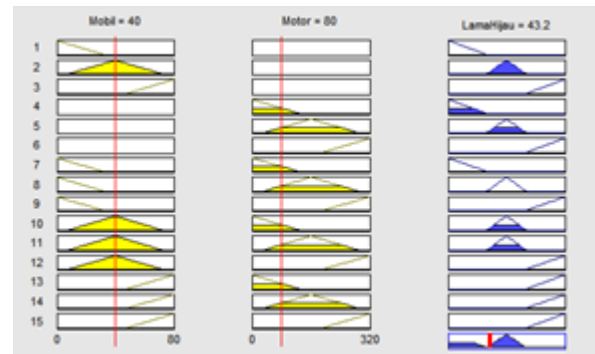
1. if (Mobil is sedikit) then (LamaHijau is sebentar) (1)
2. if (Mobil is sedang) then (LamaHijau is sedang) (1)
3. if (Mobil is banyak) then (LamaHijau is lama) (1)
4. if (Motor is sedikit) then (LamaHijau is sebentar) (1)
5. if (Motor is sedang) then (LamaHijau is sedang) (1)
6. if (Motor is banyak) then (LamaHijau is lama) (1)
7. if (Mobil is sedikit) and (Motor is sedikit) then (LamaHijau is sebentar) (1)
8. if (Mobil is sedikit) and (Motor is sedang) then (LamaHijau is sedang) (1)
9. if (Mobil is sedikit) and (Motor is banyak) then (LamaHijau is lama) (1)
10. if (Mobil is sedang) and (Motor is sedikit) then (LamaHijau is sedang) (1)
11. if (Mobil is sedang) and (Motor is sedang) then (LamaHijau is sedang) (1)
12. if (Mobil is sedang) and (Motor is banyak) then (LamaHijau is lama) (1)
13. if (Mobil is banyak) and (Motor is sedikit) then (LamaHijau is lama) (1)
14. if (Mobil is banyak) and (Motor is sedang) then (LamaHijau is lama) (1)
15. if (Mobil is banyak) and (Motor is banyak) then (LamaHijau is lama) (1)
    
```

Gambar 5. Aturan Fuzzy

C. Hasil Pengujian Fuzzy Inference System

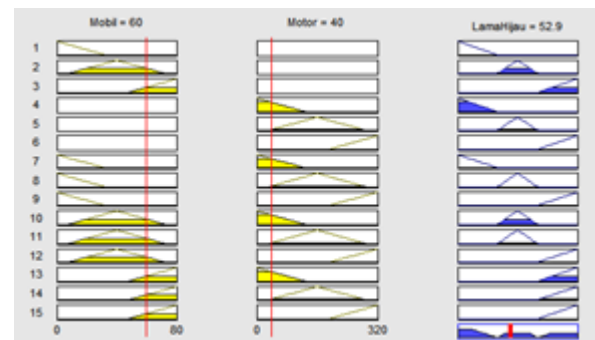
Berikut adalah beberapa hasil uji coba Fuzzy Inference System untuk beberapa kasus yang berbeda.

- a. Input : 40 mobil dan 80 motor
Output : 43,2 detik.



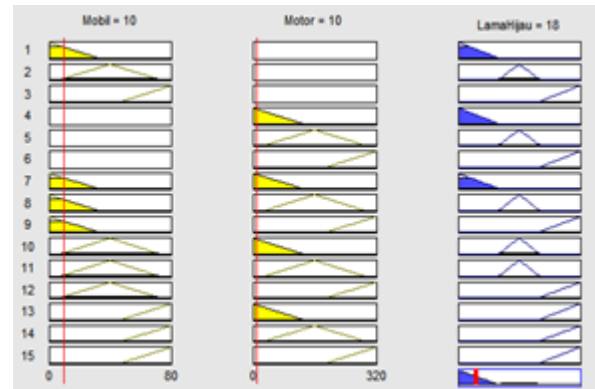
Gambar 6. Uji coba pertama

- b. Input : 60 mobil dan 40 motor
Output : 52,9 detik.



Gambar 7. Uji coba kedua

- c. Input : 10 mobil dan 10 motor
Output : 18 detik.



Gambar 8. Uji coba ketiga

Dari ketiga hasil uji coba di atas, dapat dilihat bahwa ketika suatu simpang jalan mendapat jumlah kendaraan (kepadatan kendaraan) baik motor maupun mobil yang berbeda, maka simpang jalan tersebut mendapatkan jumlah detik lampu hijau yang berbeda.

D. Perbandingan Lampu Lalu Lintas(Konvensional dan Fuzzy Logic)

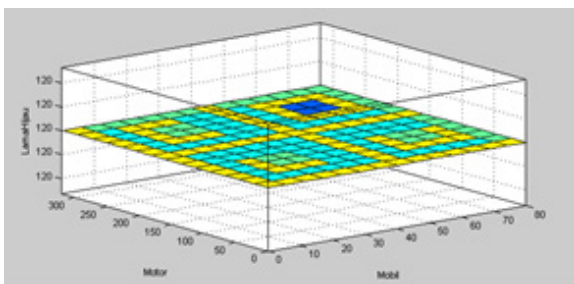
- Konvensional

Putaran	Jumlah(Mobil + Motor) / Lama Lampu Hijau (detik)				Total(detik)
	Persimpangan				
	1	2	3	4	
1	20+40/120	30+60/120	10+15/120	5+5/120	480
2	30+30/120	29+20/120	9+2/120	0+30/120	480
3	40+10/120	21+21/120	8+9/120	23+40/120	480
4	10+20/120	23+23/120	34+1/120	19+39/120	480
5	20+20/120	19+2/120	32+4/120	18+28/120	480
6	20+10/120	23+1/120	23+6/120	32+1/120	480
7	13+5/120	0+10/120	10+34/120	30+10/120	480
8	15+10/120	12+9/120	10+11/120	10+10/120	480
9	12+12/120	25+19/120	21+21/120	23+27/120	480
10	34+5/120	23+49/120	32+29/120	9+39/120	480
Jumlah					4800

Gambar 9. Simulasi sistem lampu lalu lintas konvensional dengan empat persimpangan jalan

Putaran	Jumlah(Mobil + Motor) / Lama Lampu Hijau (detik)			Total(detik)
	Persimpangan			
	1	2	3	
1	20+40/120	30+60/120	10+15/120	360
2	30+30/120	29+20/120	9+2/120	360
3	40+10/120	21+21/120	8+9/120	360
4	10+20/120	23+23/120	34+1/120	360
5	20+20/120	19+2/120	32+4/120	360
6	20+10/120	23+1/120	23+6/120	360
7	13+5/120	0+10/120	10+34/120	360
8	15+10/120	12+9/120	10+11/120	360
9	12+12/120	25+19/120	21+21/120	360
10	34+5/120	23+49/120	32+29/120	360
Jumlah				3600

Gambar 10. Simulasi sistem lampu lalu lintas konvensional dengan tiga persimpangan jalan



Gambar 11. Grafik lampu hijau dengan sistem lampu lalu lintas konvensional

Gambar tabel dan grafik lampu hijau dengan sistem lampu lalu lintas konvensional menunjukkan lama lampu hijau yang diberikan untuk suatu simpang jalan sama tanpa mempertimbangkan tingkat kepadatan yang ada pada simpang jalan tersebut. Pembagian lama lampu hijau seperti ini tentu kurang efektif.

- Dengan *fuzzy logic*

Putaran	Jumlah(Mobil + Motor) / Lama Lampu Hijau (detik)				Total(detik)
	Persimpangan				
	1	2	3	4	
1	20+40/32.3	30+60/38.9	10+15/18.1	5+5/13	102.3
2	30+30/36	29+20/35.2	9+2/15.6	0+30/12.9	99.7
3	40+10/36.3	21+21/31.7	8+9/13	23+40/34.1	115.1
4	10+20/18.3	23+23/32.9	34+1/35.7	19+39/31.5	118.4
5	20+20/31	19+2/29.7	32+4/35.4	18+28/29.8	125.9
6	20+10/30.6	23+1/32.3	23+6/32.3	32+1/35.4	130.6
7	13+5/23.3	0+10/12.9	10+34/19	30+10/35.1	90.3
8	15+10/26	12+9/21.8	10+11/18	10+10/18	83.8
9	12+12/21.9	25+19/33.7	21+21/31.7	23+27/33.2	120.5
10	34+5/35.8	23+49/35	32+29/36.4	9+39/18.5	125.7
Jumlah					1112.3

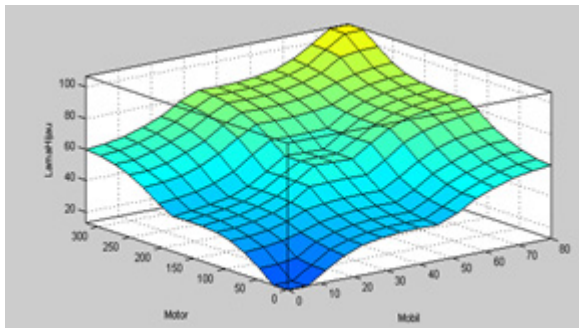
Gambar 12. Simulasi sistem lampu lalu lintas *fuzzy logic* dengan empat persimpangan jalan

Putaran	Jumlah(Mobil + Motor) / Lama Lampu Hijau (detik)			Total(detik)
	Persimpangan			
	1	2	3	
1	20+40/32.3	30+60/38.9	10+15/18.1	89.3
2	30+30/36	29+20/35.2	9+2/15.6	86.8
3	40+10/36.3	21+21/31.7	8+9/13	81
4	10+20/18.3	23+23/32.9	34+1/35.7	86.9
5	20+20/31	19+2/29.7	32+4/35.4	96.1
6	20+10/30.6	23+1/32.3	23+6/32.3	95.2
7	13+5/23.3	0+10/12.9	10+34/19	55.2
8	15+10/26	12+9/21.8	10+11/18	65.8
9	12+12/21.9	25+19/33.7	21+21/31.7	87.3
10	34+5/35.8	23+49/35	32+29/36.4	107.2
Jumlah				850.8

Gambar 13. Simulasi sistem lampu lalu lintas *fuzzy logic* dengan tiga persimpangan jalan

Penjelasan :

- Satu putaran adalah ketika semua simpang jalan telah menerima bagian lampu hijaunya masing-masing.
- Pada bagian konvensional jumlah detik lampu hijau sama yaitu 120 detik.
- 20+40/120 artinya ada 20 mobil + 40 motor dan lama lampu hijaunya adalah 120 detik.
- Pada bagian *fuzzy logic*, range output (lampu hijau) adalah 0 – 120 detik.



Gambar 14. Grafik lampu hijau dengan sistem lampu lalu lintas *fuzzy logic*

Gambar tabel dan grafik lampu hijau dengan sistem lampu lalu lintas *fuzzy logic* menunjukkan lama lampu hijau yang diberikan untuk suatu simpang jalan berbeda-beda tergantung dengan tingkat kepadatan yang ada pada simpang jalan tersebut. Pembagian lama lampu hijau dengan *fuzzy logic* ini lebih adil dan efektif jika dibandingkan dengan pembagian lampu hijau pada sistem lampu lalu lintas konvensional.

V. SIMPULAN

Simulasi lampu lalu lintas dengan menggunakan software MATLAB menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang berbeda sesuai dengan input yang berupa jumlah kendaraan.

Sistem lampu lalu lintas dengan *fuzzy logic* lebih efektif dibandingkan dengan sistem lalu lintas konvensional, hal ini dikarenakan sistem lalu lintas dengan *fuzzy logic* dapat menyesuaikan dengan kepadatan yang sedang terjadi pada suatu persimpangan jalan.

Sistem lampu lalu lintas dengan *fuzzy logic* dapat diterapkan di berbagai jenis persimpangan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simanjuntak, Novan Parmonangan, 2012, Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Pengendalian Lampu Lalu Lintas, [pdf], (<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2011-2012/Makalah2012/MakalahIF4058-2012-002.pdf>, diakses tanggal 27 November 2013).
- [2] Munir, Rinaldi, 2012, Fuzzy Logic dengan Menggunakan MATLAB, [pdf], (<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2011-2012/Fuzzy%20dengan%20Matlab.pdf>, diakses tanggal 27 November 2013).
- [3] Sofiyanti, Sevi, 2004, Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Logika Fuzzy, [pdf], (elib.unikom.ac.id, diakses tanggal 27 November 2013).
- [4] Rahmat Taufik, Supriyono, Sukarman, 2008, Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler, [pdf], (http://jurnal.stn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/48_SDMIV_Rahmattaufik459-466.pdf, diakses tanggal 27 November 2013).
- [5] Elfitri, Ayu Rahayu, 2012, Paduan Menulis Jurnal Ilmiah, [online], (edukasi.kompas.com, diakses tanggal 13 Desember 2013).
- [6] Akhmadi, Heru, 2008, Penulisan Referensi atau Daftar Pustaka pada Thesis atau Laporan Ilmiah Lainnya, [online], (muhammadheru.blogspot.com/2008/09/penulisan-referensi-daftar-pustaka-pada.html, diakses tanggal 13 Desember 2013).