



Penerapan Metode Logika Fuzzy Pada Pembangunan Sistem Optimasi Lampu Lalu Lintas

Aiymatus Sholihah^{1*}, Aries Saifudin²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email : ^{1*}Aiymatussholihah@gmail.com, ²aries.saifudin@unpam.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak - Penerapan logika fuzzy dalam pembuatan sistem optimasi lampu lalu lintas. Di persimpangan jalan, lampu lalu lintas merupakan sinyal yang dipasang untuk mengatur arus kendaraan. Secara khusus, lampu lalu lintas di persimpangan sangat penting untuk manajemen lalu lintas. Pembuatan sistem optimasi lalu lintas yang secara otomatis mengontrol sinyal lalu lintas di setiap tahap persimpangan merupakan salah satu metode untuk mengurangi kemacetan lalu lintas. Pendekatan logika fuzzy khususnya logika fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi MOM (Mean of Maximum) digunakan dalam pembangunan sistem ini karena kesederhanaannya, sifat obyektifnya, dan kemudahan pemahamannya. Tergantung masukan dari petugas kepolisian, sistem optimalisasi sinyal lalu lintas ini dapat memberikan durasi lampu hijau hingga beberapa detik di setiap persimpangan. Panjang kolom pemisah, lebar jalan pemisah, panjang kolom lajur berikutnya, dan lebar jalan lajur terbatas merupakan beberapa masukan yang dibutuhkan sistem. Keluaran sistem terbukti berhasil mengatur durasi lampu hijau berdasarkan spesifikasi persimpangan jalan tertentu.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Mamdani, Rata-Rata Maksimum, Lampu Lalu Lintas.

Abstract - The lights used to regulate the stream of activity introduced at the intersection are called activity lights. Activity lights are essential for managing activity, especially at intersections. Creating an activity optimization system where each crossing point stage at the street signals organically is one technique to get around the activity problem. With Mother (Cruel of Most severe) defuzzification, this framework actualizes the fluffy mamdani reasoning method. This approach is very clear-cut, objective, and simple to comprehend. The activity optimisation framework can produce the most green light seconds at each crossing location in accordance with the officer's recommendations. The inputs that the framework requires are the length of the set line, the width of the controlled way, the length of the line on the other way, and the width of the line on the controlled way. It is demonstrated that this framework's yield can aid in optimising the number of green light seconds that align with junction conditions.

Keywords: Fluffy Rationale, Mamdani, Cruel Of Greatest, Activity Light

1. PENDAHULUAN

Yogyakarta adalah salah satu kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Indonesia. Penyebabnya termasuk statusnya sebagai tujuan wisata dan kota pendidikan, serta peningkatan jumlah penduduk yang signifikan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta, populasi kota ini bertambah sekitar 50.000 jiwa setiap tahun. Pertumbuhan penduduk yang pesat ini menyebabkan peningkatan jumlah pengguna sistem transportasi. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang lebih cepat daripada pengembangan infrastruktur jalan menyebabkan kemacetan lalu lintas yang parah. Persimpangan jalan, tempat bertemunya dua atau lebih jalan, sering kali menjadi titik kemacetan yang menghambat kelancaran arus lalu lintas.

Kemacetan sering terjadi di persimpangan jalan yang padat. Misalnya, di utara Persimpangan Kentungan, kemacetan biasanya terjadi pada sore hari karena banyak kendaraan menuju Super India dan Milota. Pada malam hari, kemacetan sering terjadi di sekitar Tugu Yogyakarta karena banyak orang berhenti untuk mengambil foto. Oleh karena itu, penggunaan lampu lalu lintas sangat penting untuk berhasil mengatasi masalah lalu lintas. Menurut Alamsyah (2012), lampu lalu lintas merupakan sinyal yang mengontrol arus lalu lintas di persimpangan dan menawarkan pengaturan yang lebih stabil dan mudah beradaptasi.



Diharapkan dengan pengendalian arus kendaraan, lampu lalu lintas akan mampu mengurangi kemacetan. Namun kenyataannya, sistem pengaturan lampu lalu lintas yang ada saat ini hanya mempertimbangkan periode tertentu dan memberikan lampu hijau secara merata ke semua jalur, tanpa memperhatikan kepadatan di setiap jalur. Durasi lampu merah di satu persimpangan sama dengan durasi lampu hijau di persimpangan lainnya. Hal ini menjadi tidak efektif karena persimpangan yang sibuk harus menunggu lebih lama jika persimpangan yang kurang sibuk menerima jumlah waktu lampu hijau yang sama dengan persimpangan yang sibuk. Hal ini menunjukkan perlunya fleksibilitas dalam penentuan waktu lampu hijau atau merah untuk mengoptimalkan arus lalu lintas sesuai dengan kepadatan persimpangan.

Penulis menggunakan teknik logika fuzzy dalam pengembangan sistem lampu lalu lintas untuk menghasilkan durasi lampu hijau yang lebih dinamis berdasarkan jumlah kendaraan pada setiap persimpangan. Metode ini bertujuan untuk membuat keputusan yang lebih baik karena cocok untuk banyak masalah dunia nyata. Kusumadewi (2010) menyatakan bahwa berbagai jenis masalah dapat diselesaikan dengan menggunakan logika fuzzy, termasuk mengatur kelancaran operasi lampu lalu lintas.

Metode Mamdani digunakan dengan defuzzifikasi MOM (Mean of terbesar) untuk mengidentifikasi nilai rata-rata terbesar, yang kemudian digunakan untuk memperkirakan durasi lampu hijau. Ada lima durasi lampu hijau yang berbeda: pendek, sedang, panjang, sangat panjang, dan mati. Panjang antrian kendaraan diklasifikasikan menjadi tiga kategori: “tidak ada kemacetan”, “normal”, dan “kemacetan” dengan menggunakan empat faktor masukan. Ada tiga kategori durasi kemacetan di jalur terdekat: pendek, sedang, dan panjang. Lebar jalan juga diperhitungkan dengan membaginya menjadi jalan sempit dan lebar menggunakan fuzzy toolbox di Matlab.

Aditya Yoga Yudanto, Marvin, dan Kevin Sanjaya melakukan studi perbandingan optimasi lampu lalu lintas pada tahun 2013. Mereka menggunakan Matlab untuk mengoptimalkan lampu lalu lintas menggunakan logika fuzzy. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan memasukkan jumlah sepeda motor dan mobil, dinamika kepadatan kendaraan di persimpangan jalan dapat ditingkatkan lebih lanjut dalam hitungan detik (Yudanto, dkk., 2013).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Di Indonesia, lampu lalu lintas di setiap persimpangan sangat penting untuk mengendalikan arus mobil sehari-hari, terutama di kota-kota besar yang menghadapi kemacetan lalu lintas yang parah. Fokus utama penelitian ini adalah lampu lalu lintas, yang mengatur arus lalu lintas di persimpangan jalan, zebra cross, dan lokasi lainnya (Yudanto, dkk., 2013). Lampu lalu lintas, juga dikenal sebagai Traffic Signaling Devices (APILL), adalah perangkat yang menggunakan kode warna universal yang juga dapat dibaca oleh individu yang buta warna untuk menunjukkan apakah aman untuk mengemudi atau berjalan.

Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna kendaraan bermotor di Indonesia, diperlukan lebih banyak jalan untuk mengimbangi peningkatan jumlah mobil, sehingga menyebabkan peningkatan kepadatan dan kemacetan lalu lintas. Konfigurasi lampu lalu lintas yang tidak memadai merupakan salah satu penyebab kemacetan lalu lintas (Danuri, 2013). Permasalahan perkotaan seperti kemacetan lalu lintas mempunyai dampak yang signifikan terhadap produktivitas masyarakat, kesehatan, dan aspek kehidupan lainnya.

Konfigurasi sinyal lalu lintas statis, dimana panjang lampu merah, kuning, dan hijau tetap merupakan salah satu penyebab kemacetan lalu lintas, klaim Riwinoto dan Isal (2010). Hal ini seringkali tidak efektif, seperti terlihat ketika banyak mobil di jalan dan lampu merah menyala, sedangkan lampu hijau menyala di jalan sepi.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk membuat sinyal lalu lintas lebih efisien. Misalnya, dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16, Prasetyo dan Sutisna (2014) menemukan bahwa lamanya lampu hijau bergantung pada jumlah mobil yang datang pada siklus pertama dan kedua. Dengan menggunakan basis pengetahuan dan aturan produksi (IF-THEN) serta pendekatan Tsukamoto, Afriyanti dan Wahyu (2009) mengembangkan sistem simulasi lampu lalu lintas otonom



menggunakan Java. Sistem menentukan lamanya lampu hijau tergantung jumlah mobil dan lebar jalur.

Penelitian serupa juga dilakukan di luar negeri. Alam dan Pandey (2014) menggunakan logika fuzzy untuk membuat sistem sinyal lalu lintas yang cerdas. Logika fuzzy juga digunakan dalam penelitian Kumthekar et al. (2016) dan Koukol dkk. (2015) yang berkonsentrasi pada optimasi sinyal lalu lintas. Logika fuzzy digunakan dalam sistem kendali lalu lintas oleh Choudhary et al. (2014), dan dipelajari oleh Zarandi dan Rezapour (2009) untuk pengendalian sinyal di persimpangan.

a. Optimalisasi

Kamus Besar Bahasa Indonesia mengartikan optimasi secara umum berasal dari kata optimum yang berarti mencari nilai terbaik (minimum atau maksimum) di antara beberapa fungsi yang disediakan dalam suatu konteks. Optimasi diartikan sebagai prosedur, pendekatan, dan tindakan (kegiatan) untuk mengidentifikasi solusi optimal terhadap banyak masalah, dimana jawaban optimal memenuhi persyaratan tertentu.

b. Lampu Lalu Lintas

Salah satu metode yang penting dan efektif dalam mengatur lalu lintas di persimpangan adalah penggunaan lampu lalu lintas (Kandaga & Tjahjadi, 2012). Sebuah perangkat listrik dengan mekanisme pengaturan waktu, lampu lalu lintas memungkinkan satu atau lebih arus lalu lintas melintasi persimpangan dengan aman dan efisien dengan memberi jalan ketika sinyal berubah menjadi hijau. Hal ini juga berlaku sebagai pengontrol arus lalu lintas. Meskipun zebra cross dan lokasi lain yang arus lalu lintasnya tidak menjadi subjek penelitian ini, namun lampu lalu lintas dipasang di persimpangan jalan. Kota-kota besar memiliki volume lalu lintas mobil yang tinggi sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kemacetan lalu lintas (Yudanto, dkk., 2013).

c. Persimpangan Jalan

Simpul dalam jaringan jalan yang menghubungkan jalan dan persimpangan jalur kendaraan disebut persimpangan. Dalam kaitannya dengan kapasitas jaringan jalan dan waktu tempuh, persimpangan sangatlah penting, terutama di wilayah metropolitan. Persimpangan bersinyal dan tidak bersinyal merupakan dua kategori persimpangan yang berbeda.

d. Logika Fuzzy

Logika fuzzy kecerdasan buatan meniru proses berpikir manusia menggunakan algoritma yang dapat dibaca mesin. Banyak aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat dijelaskan dalam bentuk biner menggunakan pendekatan ini. Lothfi Zadeh mengembangkan logika fuzzy pada tahun 1965 sebagai teknik matematika untuk menghitung variabel yang tidak diketahui. Kusumadewi (2010) menyatakan bahwa logika fuzzy menerjemahkan ucapan-ucapan ambigu ke dalam makna yang logis. Menurut teori linguistik, fuzzy mengacu pada nilai-nilai yang ambigu atau kabur yang mungkin benar atau tidak benar. Untuk kontrol mekanis, estimasi, dan pengambilan keputusan, logika fuzzy digunakan. Berbeda dengan himpunan renyah yang hanya memiliki dua nilai potensial nol atau satu himpunan fuzzy memiliki derajat keanggotaan yang dapat bervariasi dari nol hingga satu. Metode untuk menyatakan besaran variabel linguistik seperti “padat”, “sedang”, “tidak padat”, dan lain-lain disediakan oleh teori fuzzy (Sivanandam, et al., 2007).

Logika fuzzy sering digunakan untuk menyelesaikan kasus-kasus seperti ini karena merupakan gagasan dasar, fleksibel, dan mudah dipahami serta toleran terhadap data yang tidak akurat dan didasarkan pada bahasa umum. Teknik inferensi fuzzy yang disebut metode Mamdani digunakan untuk masalah optimasi lalu lintas. Embrahin Mamdani pertama kali memaparkan teknik ini, yang biasa disebut dengan pendekatan Max-Min, pada tahun 1975.

3. METODOLOGI

Penelitian ini memakai metodologi:



- a. Penelitian akan mengumpulkan materi dari berbagai sumber, antara lain Kementerian Perhubungan, Komunikasi dan materi, buku referensi, internet, dan penelitian terkait lainnya, guna melakukan studi literatur mengenai permasalahan kemacetan lalu lintas dan konsep sistem perancangan. Ide sistem baru akan dibuat dengan memproses dan menganalisis data ini.
- b. Selanjutnya, fokus utama wawancara dengan perwakilan Kementerian Perhubungan, Komunikasi, dan Informasi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah mengumpulkan data mengenai permasalahan lalu lintas di persimpangan dalam kota dan menangkap tangkapan layar barisan mobil di salah satu persimpangan. Tujuan wawancara ini adalah untuk mendapatkan informasi yang dapat dipercaya dan fakta yang tepat.
- c. Setelah data terkumpul, proses analisis akan dilakukan untuk mendefinisikan persyaratan perangkat lunak. Langkah ini penting untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara detail, yang kemudian akan didokumentasikan dalam Laporan Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL).
- d. Setelah persyaratan perangkat lunak ditentukan, proses selanjutnya adalah desain perangkat lunak. Ini mencakup perancangan sistem secara keseluruhan, termasuk perancangan data, arsitektur sistem, dan antarmuka pengguna. Semua detail ini akan dijelaskan dalam Laporan Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL).
- e. Selanjutnya, dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dan sesuai dengan norma yang ditentukan, suatu program dikembangkan dengan menggunakan desain resmi.
- f. Prosedur pengujian perangkat lunak adalah langkah penting berikutnya. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan program yang dikembangkan berfungsi sebagaimana mestinya dan memenuhi semua standar yang diperlukan. Rencana, Deskripsi dan Hasil Pengujian Perangkat Lunak (PDHURL) akan memberikan hasil pengujian fungsional.

Dengan melakukan tahapan-tahapan ini secara sistematis, diharapkan dapat menghasilkan sistem pengaturan lalu lintas yang efektif dan efisien untuk mengatasi masalah kemacetan di persimpangan jalan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Informasi tersebut diperoleh melalui wawancara dengan pejabat Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informasi Daerah Istimewa Yogyakarta. Untuk mempersiapkan input dan pengujian sistem, data yang ada diproses sesuai kebutuhan. Outputnya menunjukkan berapa lama lampu hijau menyala. Lebar lajur dan panjang antrian kendaraan diatur. Selanjutnya lebar lajur dan panjang jalur mobil digunakan sebagai data masukan.

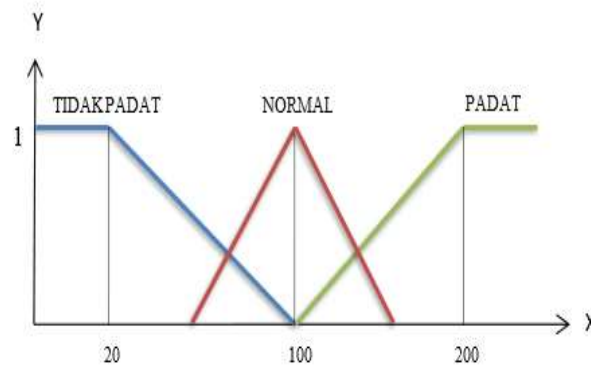
4.2. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Menempatkan himpunan fuzzy pada setiap variabel merupakan tahap awal dalam proses komputasi. Lebar lajur yang diatur (sempit dan lebar), lebar lajur berikutnya (sempit dan lebar), panjang antrian kendaraan pada lajur yang diatur (tidak padat, normal, dan padat), dan panjang kendaraan mengantri pada lajur berikutnya (pendek, sedang, dan panjang). adalah empat variabel masukan yang digunakan untuk menghasilkan fungsi keanggotaan. Sedangkan untuk keluaran lampu hijau ada jangka waktu pendek, sedang, panjang, sangat panjang, dan cepat. Himpunan fuzzy untuk setiap variabel ditunjukkan pada Tabel 1.

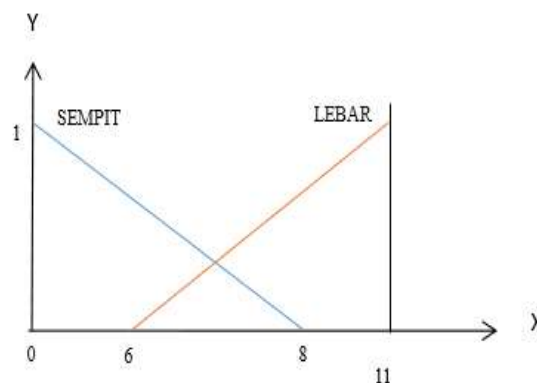
Tabel 1. Himpunan Fuzzy Masing-Masing Variabel

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur yang diatur	Tidak Padat (TP)	[0,0,20,100]
		Normal (N)	[50,100,150]
		Padat (P)	[100,200,200,200]
	Lebar Jalan pada Jalur yang diatur	Sempit (S)	[0,0,8]
		Lebar (L)	[6,11,11]
	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur Selanjutnya	Pendek (Pe)	[0,0,20,100]
		Sedang (Se)	[50,100,150]
		Panjang (Pa)	[100,200,200,200]
Output	Durasi Lampu Hijau	Sempit (S)	[0,0,8]
		Lebar (L)	[6,11,11]
		Sebentar (Sb)	[2,2,10,30]
		Sedang (Sd)	[10,30,50]
		Lama (La)	[30,50,70]
		Sangat Lama (Sl)	[50,70,70,70]

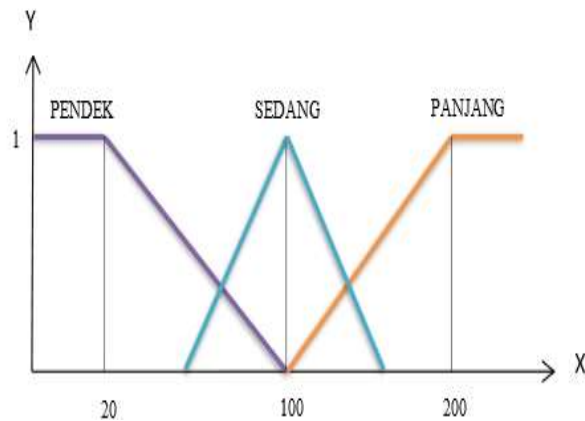
Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 menunjukkan grafik fungsi keanggotaan himpunan fuzzy untuk setiap variabel, termasuk variabel masukan dan keluaran.



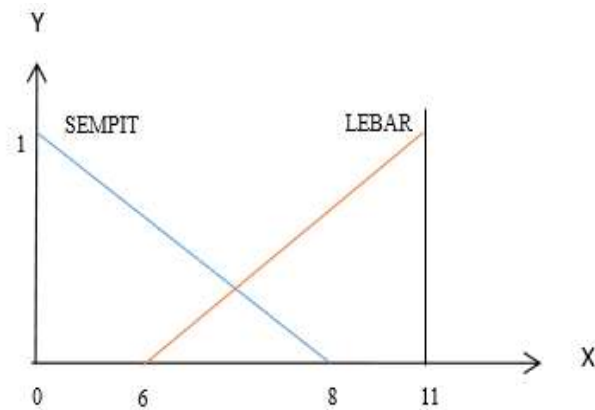
Gambar 1. Grafik Fungsi Keanggotaan Antrian Kendaraan Pada Jalur Yang Diatur



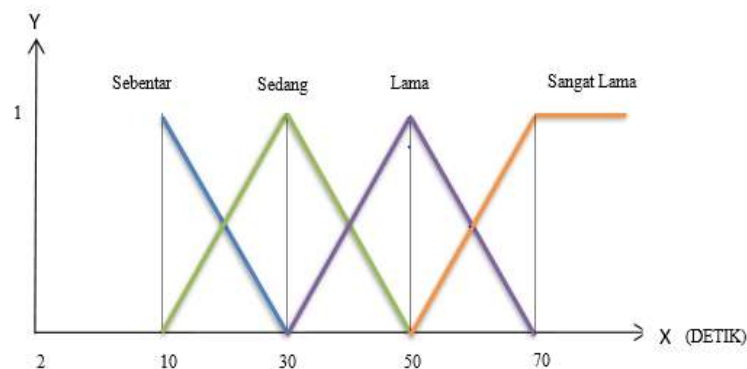
Gambar 2. Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan Pada Jalur Diatur



Gambar 3. Grafik Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan Pada Jalur Selanjutnya



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan Pada Jalur Selanjutnya



Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Durasi Lampu Hijau Pada Jalur Yang Diatur

4.3. Fuzzifikasi

Untuk setiap bagian data yang diberikan, teknik fuzzifikasi berikut akan digunakan untuk melakukan perhitungan pada langkah ini:

- Panjang antrian kendaraan di jalur terkendali: berdasarkan kepadatan lalu lintas, data ini akan digunakan untuk menghitung waktu lampu hijau tambahan.
- Panjang jalur mobil pada jalur berikutnya: informasi ini akan mempengaruhi, mengingat kepadatan, berapa lama lampu hijau pada jalur berikutnya akan bertahan.



- c. Lebar jalan pada lintasan yang akan diatur: Lebar jalan ini akan diubah sesuai dengan tingkat kepadatan lintasan.
- d. Lebar jalan pada lajur berikutnya juga akan dikontrol oleh kepadatan lajur tersebut.

Tujuan dari proses ini adalah untuk mengoptimalkan durasi lampu hijau pada persimpangan jalan, dengan mempertimbangkan data aktual tentang antrian kendaraan dan kepadatan lalu lintas di setiap jalur. Sebagai contoh dalam proses ini pengguna memberikan beberapa kasus yang ditunjukkan dalam Tabel 2: Dalam prosedur ini, misalnya, pengguna mengirimkan banyak contoh seperti yang terlihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Input Panjang Antrian Kendaraan pada Saat Lampu Merah Menyala

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	Keterangan
1	96	8.1	141	10.5	Condong Catur arah selatan dan barat jam 07.00
2	141	10.5	121	8.1	Condong Catur arah barat dan utara jam 07.00
3	121	8.1	165	8.4	Condong Catur arah utara dan timur jam 07.00
4	165	8.4	96	8.1	Condong Catur arah timur dan selatan jam 07.00

4.4. Inferensi Berdasarkan Aturan (*Rule*)

Untuk keperluan penghitungan aturan, nilai μ tahap fuzzifikasi akan digunakan. Dengan menggunakan operator “dan”, setiap keluaran aturan akan memilih nilai terkecil atau minimum di antara semua nilai yang dihitung; operator “atau” akan memilih nilai terbesar. Pedoman yang ditetapkan dalam hal ini adalah:

1. “Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
2. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
3. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
4. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
5. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
6. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
7. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur lebar dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
8. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur lebar dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan



berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;

9. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur lebar dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
10. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur lebar dan panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
11. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
12. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
13. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
14. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sedang;
15. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sedang;
16. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sedang;
17. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sedang;
18. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sedang;
19. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sebentar;
20. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sebentar;
21. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sedang;
22. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sedang;
23. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau sedang;
24. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal dan lebar jalan yang diatur sempit



serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sedang;

25. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
26. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau lama;
27. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
28. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau lama;
29. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
30. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau lama;
31. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
32. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya pendek dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau lama;
33. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
34. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya sedang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau lama;
35. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur lebar serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya sempit, maka durasi lampu hijau lama;
36. Jika panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat dan lebar jalan yang diatur sempit serta panjang antrian kendaraan pada jalur berikutnya panjang dan lebar jalan berikutnya lebar, maka durasi lampu hijau sangat lama”

4.5. Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi, yang melibatkan penggabungan hasil seluruh perhitungan yang dilakukan menggunakan data database di bagian aturan menjadi satu hasil. Dari situ diambil kesimpulan untuk menentukan nilai setiap aturan yang mempunyai keluaran bernilai μ dengan menerapkan Mamdani MOM (Mean of Maximum) yang melibatkan perhitungan khususnya pada grafik segitiga untuk mencari nilai rata-rata. dari domain samar yang memiliki nilai maksimum dari nilai yang dipilih untuk variabel keluaran. Berikut adalah ilustrasi bagaimana kumpulan data pertama pada Tabel 3 dihitung:

$$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ detik}$$



Hasil defuzzifikasi terhadap kasus yang diangkat secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil defuzzifikasi

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	Hasil Defuzzifikasi (dalam detik)
1	96	8.1	141	10.5	30
2	141	10.5	121	8.1	50
3	121	8.1	165	8.4	30
4	165	8.4	96	8.1	50

Berdasarkan Tabel 3, jika panjang antrian ditetapkan 96 meter, lebar jalan ditetapkan 8,1 meter, panjang antrian berikutnya 141 meter, dan lebar jalan berikutnya 10,5 meter, maka temuan defuzzifikasi akan menghasilkan sejumlah lampu hijau detik 30 detik. Untuk kumpulan data dua hingga empat, hal yang sama juga berlaku. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah baris pada suatu persimpangan tertentu dan status persimpangan berikutnya diperhitungkan ketika menentukan jumlah detik untuk lampu hijau.

5. KESIMPULAN

Penggunaan logika fuzzy dalam sistem optimalisasi sinyal lalu lintas memerlukan pemantauan lama waktu tunggu di setiap arah persimpangan, berdasarkan temuan studi dan perdebatan seputar penerapannya. Logika fuzzy menggunakan empat masukan: panjang antrian berikutnya, lebar jalan berikutnya, panjang antrian yang diatur, dan lebar jalan yang diatur. Karena data ini dikumpulkan dari dua jalur di persimpangan, sistem mempertimbangkan antrian di jalur terkendali dan jalur yang sedang menunggu atau akan diatur selanjutnya. Keluaran sistem adalah periode lampu hijau terlama pada rute yang dikendalikan.

REFERENCES

- Alamsyah, A. (2012). MEKTEK,14(3).). *Pengaturan Lampu lalu lintas Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*.
- Allam, J. &. (2014). 16(3) : 36-44). *Development of intelligent Traffic light system based on congestion estimation using fuzzy logic. international organization of scientific research, journal of computer engineering (IOSR-JCE)*.
- Alamsyah, A. (2012). Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. *MEKTEK*, 14(3).
- Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta. (2016). Analisis Informasi Statistik Pembangunan Daerah Istimewa Yogyakarta 2016. Yogyakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah - Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Choudhary, A., Keskar, A.G., Kothari, P., Gajghate, A., & Pandey, A. (2014). Adaptive Control of Traffic Grid using Fuzzy Logic. *International Journal of Electrical, Electronics, and Data Communication*, 2(8) : 51-57.
- Danuri, M. (2013). Traffic Manajemen Center dengan Logika Fuzzy dan Sensor Kamera. *INFOKAM*, 4(2) : 6-18.
- Kandaga, T., & Tjahjadi, E. (2012). Aplikasi Simulasi Hubungan Antrian yang Terjadi Dan Penentuan Waktu Hidup Lampu Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan. *Jurnal Informatika*, 7(1) : 87.
- Koukol, M., Zajičková, L., Marek, L., & Tuček, P. (2015). *Fuzzy Logic in Traffic Engineering: A Review on Signal Control*. Mathematical Problems in Engineering. Volume 2015. Hindawi Publishing Corporation.
- Kumthekar, Y., Patil, A.N., Notani, Y., Fating, J., & Das, S. (2016). Traffic Signal Optimization and Flow Control using Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 4(5) : 153-156.
- Kusumadewi, S. (2010). *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab (1 ed.)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pour, N. S., Asadi, H., & Kheradmand, M. P. (2013). Fuzzy Multiobjective Traffic Light Signal Optimization. *Journal of Applied Mathematics*. pp. 1-7.
- Prasetyo, H., & Sutisna, U. (2014). Implementasi Algoritma Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Lampu



JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi

Volume 2, No. 3, Agustus Tahun 2024

ISSN 3025-0919 (media online)

Hal 414-424

- Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler. *TECHNO (Jurnal Fakultas Teknik)*, 15(2) : 01-08.
- Riwinoto, & Isal, Y. K. (2010). *Simulasi Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Kota Depok dengan Menggunakan Pendekatan Greedy Berbasis Graf*. Seminar Nasional Sistem dan Informatika. pp. 92-97.
- Sivanandam, D. S., Deepa, S., & Sumanthi, D. S. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using Matlab* (1 ed.). Berlin: Springer.
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2013). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic. *ULTIMATICS*, 5(2) : 58 - 62.
- Zarandi, M. H. F., & Rezapour, S. (2009). A fuzzy signal controller for isolated intersections. *Journal of Uncertain Systems*, 3(3) : 174-182.