

## **Perancangan Pengendalian dan Optimalisasi Lampu Lalu Lintas pada Persimpangan Jalan Muktisari Kebumen Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic**

Awaludin 'Abid<sup>1</sup>, Fastabiq Furqonul Pratama<sup>2</sup>, Imam Fauzi<sup>3</sup>  
Universitas Putra Bangsa<sup>1,2,3</sup>  
email: [abid.awaludin@gmail.com](mailto:abid.awaludin@gmail.com)<sup>1</sup>

Page | 1

---

---

### **ABSTRAK**

Lampu lalu lintas digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas pada suatu persimpangan jalan dengan cara bergantian memberikan kesempatan kepada pengguna jalan pada masing-masing ruas jalan untuk melanjutkan perjalanan. Pada umumnya waktu yang digunakan untuk mengatur pergantian lampu lalu lintas adalah tetap dan sama untuk masing-masing ruas jalan. Tetapi, volume kendaraan yang datang di persimpangan jalan tidak sama sehingga kelancaran arus kendaraan di persimpangan jalan belum bisa dikendalikan dengan baik. Lama waktu tunggu akibat pergantian lampu lalu lintas yang tidak efektif tersebut dapat menyebabkan banyak kerugian, diantaranya yaitu kemacetan, mengurangi efisiensi penggunaan bahan bakar, waktu terbuang serta tingkat polusi meningkat. Masalah ini dapat diatasi dengan pengaturan lampu lalu lintas pintar, yaitu sebuah sistem pengatur lampu lalu lintas yang mampu beradaptasi dengan kondisi tingkat kepadatan kendaraan di setiap ruas jalan pada persimpangan. Fuzzy Logic Control sebagai salah satu aplikasi kecerdasan buatan telah mampu memberikan solusi untuk menyelesaikan masalah traffic system di jalan raya. Salah satu implementasi sistem fuzzy logic control adalah untuk mengendalikan lampu indikator lalu lintas. Sistem lampu lalu lintas yang dikendalikan dengan menggunakan fuzzy logic control sangat efektif untuk menguraikan permasalahan kemacetan yang terlalu lama karena menunggu waktu lampu hijau menyala. Secara garis besar tujuan dari pengendalian lampu lalu lintas adalah meningkatkan keselamatan lalu lintas di persimpangan, memaksimalkan kapasitas persimpangan, dan meminimalkan penundaan. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa sistem lampu lalu lintas dengan menerapkan logika fuzzy lebih optimal dibandingkan dengan sistem konvensional dimana lampu bergantian menyala pada waktu yang tetap dan sama, dikarenakan sistem lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy dapat menyesuaikan dengan tingkat kepadatan atau volume kendaraan yang sedang berlaku pada suatu persimpangan jalan.

**Kata Kunci:** Fuzzy Logic; Lampu Lalu Lintas; Sistem Pakar.

## ABSTRACT

*In general, traffic light control systems only make adjustments according to a fixed time. in fact the arrival rate of vehicles at the crossroads is not always the same so of course the level of stagnation at the crossroads cannot be properly controlled. Congestion can cause a lot of losses, including a lot of wasted time and fuel that runs out in vain. This problem can be overcome by controlling smart traffic lights, namely a traffic light control system that is able to adapt to the conditions of each road section at an intersection. Fuzzy Logic Control as an application of artificial intelligence has been able to contribute to solving traffic system problems on the roads. One implementation of the fuzzy logic control system is to control traffic indicator lights. The traffic light system which is controlled by using fuzzy logic control is very effective for solving the problem of congestion that is too long due to waiting for the green light to turn on. Broadly speaking, the purpose of traffic light control is to improve traffic safety at intersections, maximize intersection capacity, and minimize delays. The results of this study state that the traffic light system by applying fuzzy logic is more optimal than the conventional system (fixed time), because the traffic system using fuzzy logic can adjust to the current density at a crossroads.*

**Keywords:** Keyword 1; Keyword 2; Keyword 3 (5 keywords at most)

## 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. 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. Penggunaan lampu lalu lintas saat ini lebih banyak diterapkan menggunakan sistem pewaktuan yang statis atau sistem lampu lalu lintas yang tidak mempertimbangkan kondisi persimpangan apakah sedang banyak kendaraan atautah sedikit. Pola pengaturan saat yang diterapkan dari satu ruas ke ruas lainnya diatur secara bergilir. menggunakan pola pengaturan tadi jika terdapat satu ruas jalan yang sedang padat namun belum mendapat giliran maka harus menunggu hingga tiba giliran untuk mendapatkan nyala lampu hijau. Penerapan sistem lampu lalu lintas seperti ini ternyata tidak menjawab kondisi yang terjadi di jalan raya, sehingga mampu menyebabkan stagnasi. Stagnasi bisa menyebabkan banyak kerugian, diantaranya banyaknya waktu serta bahan bakar yang terbuang dengan sia-sia. Jika pada satu ruas jalan hanya terdapat sedikit antrian kendaraan maka sebaiknya durasi menyala lampu hijau lebih cepat dibanding jika pada satu ruas jalan tersebut terdapat banyak antrian kendaraan. Sehingga pola pengaturan lampu lalu lintas tersebut lebih adaptif untuk tingkat kepadatan antrian yang berbeda, sehingga diharapkan tidak terjadi antrian kendaraan yang panjang. 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 relevan. 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.

Konsep penyelesaian masalah dalam penelitian harus dirumuskan sejak awal secara jelas sebagai solusi akhir dari penelitian yang dilakukan. Pelaksanaan penelitian harus memiliki landasan teori dalam bentuk kajian pustaka, di samping itu kajian teori juga berfungsi untuk mengorganisasikan temuan-temuan peneliti yang telah dilakukan sebelumnya (Prawira, Sunardi and Fadlil, 2017).

Penelitian tentang pemanfaatan kecerdasan buatan untuk mengendalikan traffic light (lampu lalu-lintas) dapat dilakukan dengan cara mengimplementasikan fuzzy logic control. Informasi data dari sensor dapat digunakan sebagai indikator utama tentang level kepadatan kendaraan yang melintas dan program fuzzy diimplementasikan dengan arduino mega 2560 (Nugroho,2017).

Penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan lebih lanjut yang ingin menyamai kemampuan otak manusia dinamakan kecerdasan buatan. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan memungkinkan sistem pengendali lampu lalu-lintas mampu mengatur kendaraan berdasarkan level kepadatan kendaraan di perempatan jalan, dengan tetap memperhatikan kebutuhan bagi jalur-jalur yang lainnya (Nugroho, 2017).

Lampu hijau perlu diatur agar lebih fleksibel, ini bertujuan supaya masing-masing jalur mendapatkan hitungan detik yang tepat dengan tingkat kepadatan yang terjadi saat itu, dan efek positifnya adalah simpang jalan yang lain tidak harus menunggu antrian lampu hijau terlalu lama, selain itu kepadatan lalu-lintas pada masing-masing jalur bisa terurai dan lancar (Yudanto et al., 2013).

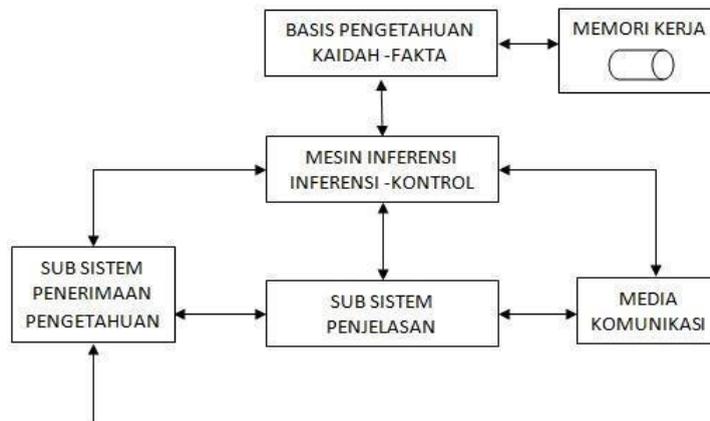
Konsep pemecahan masalah di atas kemudian dikenal dengan istilah smart traffic light, dengan menambahkan sebuah chip mikrokontroler sebagai kendali utamanya. Cara ini dapat mengatur berapa lama lampu hijau menyala berdasar tingkat kepadatan kendaraan yang semua itu memanfaatkan data keluaran yang dihasilkan oleh sensor-sensornya. Penentuan lama lampu hijau menyala telah ditetapkan berdasar persentase kepadatan kendaraan pada setiap jalurnya, jika persentasenya <30% maka lamanya 10 detik, persentasenya >30% & <60% maka lamanya 20 detik dan persentasenya >60% maka lamanya 30 detik (Alfith, 2014).

Kecerdasan buatan merupakan salah satu bagian daripada ilmu komputer yang sudah terbukti mampu membantu manusia, dan hal ini sesuai dengan tujuan praktisnya. Tujuan utama kecerdasan buatan adalah memprogram sebuah komputer yang mampu berpikir dan berlogika seperti otak manusia, sehingga dapat membantu mengambil keputusan, pencarian informasi secara akurat atau menjadikan komputer lebih mudah dipahami dengan memanfaatkan bahasa yang lebih natural. Sistem pakar adalah salah satu komponen dari kecerdasan buatan yang dirancang secara spesifik untuk mentransfer atau menduplikat kepakaran seorang ahli bidang tertentu ke dalam bentuk program komputer (Triyanto and Fadlil, 2014).

Pengetahuan dan kepakaran seseorang disimpan secara khusus dalam sebuah komputer dalam bentuk program, sehingga seseorang yang tidak memiliki pengetahuan khusus atau bukan pakarnya mampu memberi solusi atas pertanyaan yang ada, serta mampu memberi keputusan yang seharusnya dilakukan oleh pakarnya, meskipun tingkat kepakaran seseorang yang diadopsi ke sistem komputer akan menentukan kualitas sistem pakarnya (Listiyono, 2008).

Pemecahan masalah dalam sistem pakar menggunakan atau memanfaatkan knowledge (keahlian khusus yang tidak setiap orang menguasainya), fakta serta teknik logika yang biasanya dipakai oleh seorang pakar (Rackman, 2014).

Komponen-komponen dalam sistem pakar antara lain adalah knowledge base, data base, inference engine dan user interface. Keterkaitan komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Keterkaitan komponen-komponen utama sistem pakar**

Fuzzy logic dikenalkan pertama kali oleh Prof. Lotfi A.Zadeh dari Universitas California di Barkeley. Jauh sebelum itu telah dikenal sebuah logika crisp logic yang mengenal dua kondisi secara tegas yaitu nilai benar dan salah. Berbeda dengan fuzzy logic yang samar atau tidak tegas antara nilai benar atau salah. Namun demikian, fuzzy logic merupakan suatu metode yang tepat untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang keluaran (Rackman, 2014).

Sistem kendali yang menggunakan prinsip fuzzy logic dinamakan fuzzy logic control. Pemahaman fuzzy logic sendiri adalah aturan pengambilan keputusan dengan tujuan pemecahan suatu masalah untuk sistem yang tidak bisa dibuat model atau muncul adanya ambiguitas serta kesamaran. Fuzzy logic sering disebut sebagai logika yang tidak tegas atau samar, hal ini disebabkan fuzzy logic mendapat banyak informasi yang bersifat tidak pasti untuk kemudian menjadi logika bernilai yang diperhitungkan. Persamaan logika menentukan fuzzy logic jadi bukan dari persamaan diferensial rumit. Fuzzy logic system meliputi himpunan fuzzy dan aturan fuzzy (Nugroho, 2017).

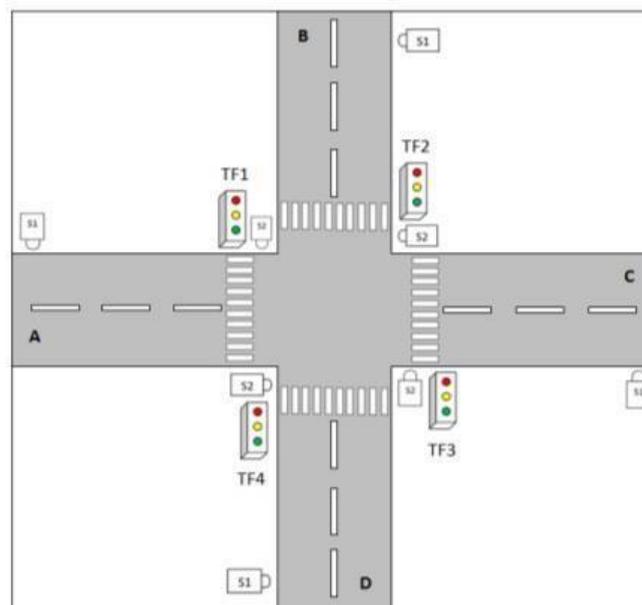
Permasalahan yang muncul di kehidupan sehari-hari adalah lebih dominan bukan biner serta bersifat non linier, hal demikian cocok sekali kiranya jika menggunakan fuzzy logic sebagai solusinya, karena fuzzy logic menerapkan nilai linguistik non linier. Fuzzy logic juga mampu mengambil keputusan yang lebih manusiawi dan adil (Yudanto et al., 2013).

Persimpangan Muktisari Kebumen merupakan salah satu persimpangan yang terdapat di wilayah Kabupaten Kebumen. Persimpangan ini memiliki arus kendaraan yang ramai, dikarenakan persimpangan ini dilewati kendaraan antar provinsi yang menghubungkan provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Arus kendaraan yang ramai pada persimpangan ini biasanya mencapai puncaknya pada saat orang-orang berangkat dan pulang untuk bekerja atau sekolah. Volume kendaraan yang melintas di persimpangan Muktisari Kebumen pada saat jam puncak tersebut masih belum sebanding dengan kapasitas persimpangan, sehingga seringkali menyebabkan kemacetan. Permasalahan kemacetan di persimpangan Muktisari harus segera diatasi mengingat persimpangan ini merupakan lokasi titik pertemuan kendaraan yang menjadi salah satu jalur utama Kabupaten Kebumen. Ketersediaan data arus lalu lintas seperti volume kendaraan sangat dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas persimpangan Muktisari Kebumen, sehingga dapat memberikan gambaran dan strategi untuk mengatasi permasalahan yang ada pada persimpangan ini. Oleh karena itu, data volume kendaraan sangat dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas persimpangannya.

## METODE

Rancangan metode fuzzy logic control untuk pengendali lalu-lintas atau traffic light ini akan diimplementasikan untuk perempatan jalan atau jalan simpang empat. Setiap jalur atau ruas jalan akan dipasang masing-masing dua buah sensor yaitu sensor 1 (S1) dan sensor 2 (S2) pada jarak tertentu, yang berfungsi untuk membaca kendaraan yang datang yang masuk dalam wilayah antrian lampu lalu-lintas. Masukan dari 2 buah sensor ini kemudian akan dikalkulasi untuk menghitung nilai linguistik pada fuzzy logic control-nya. Traffic rule pada persimpangan jalan dapat diuraikan secara urut berikut ini :

- Pengendalian utama dari proses fuzzifikasi ini adalah lampu hijau, sedangkan lampu merah akan menyesuaikan lampu hijau yang aktif saja.
- Waktu penyalaan lampu hijau dibatasi oleh nilai maksimal dan minimal tertentu, sehingga walaupun tingkat kepadatan kendaraan padat sekali tetap akan mendapat antrian berhenti oleh lampu merah, kemudian ruas jalan lain diberi kesempatan untuk berjalan.

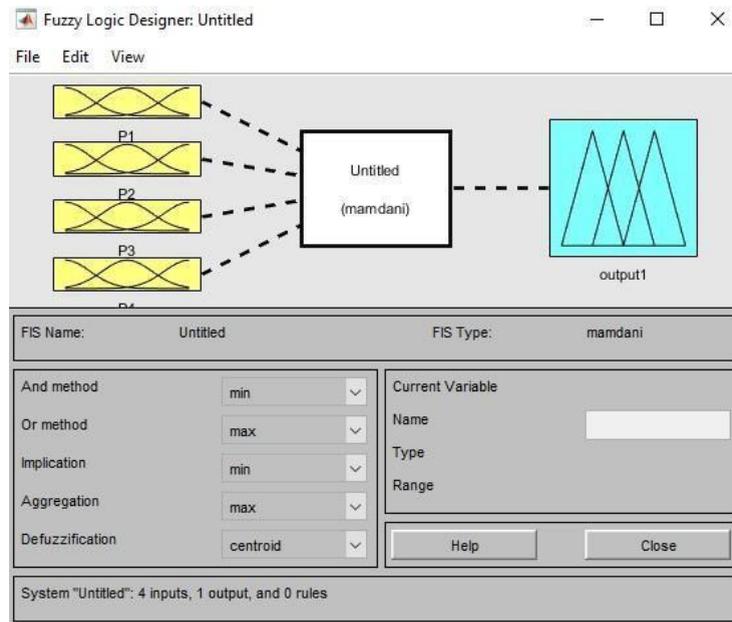


**Gambar 2. Posisi sensor dan ruas perempatan jalan**

Penghitung jumlah kendaraan masuk adalah S1 (sensor 1), sedang penghitung jumlah kendaraan keluar adalah S2 (sensor 2). Mempertimbangkan jumlah I/O-nya dimana input yang akan dipakai ada 8 pin dan output-nya ada 12 pin maka dipilih arduino mega 2560 (Nugroho, 2017).

Metodologi penelitian ini menggunakan Rational Unified Process (RUP) dimana metode ini unggul pada proses iteratif dan inkrementalnya yaitu hasil pengembangan software yang dilakukan secara berulang serta berjenjang dengan cara menaik. RUP juga menggunakan pendekatan pengembangan software yang fokus pada architecture serta mengarah berdasarkan pemakaian kasusnya. RUP termasuk well defined dan well structured dalam hal proses rekayasa software-nya. RUP membagi tahapan pengembangan software sebagai berikut : a. permulaan (inception), b. perluasan atau perencanaan (elaboration), c. konstruksi (construction), dan transisi (transition).

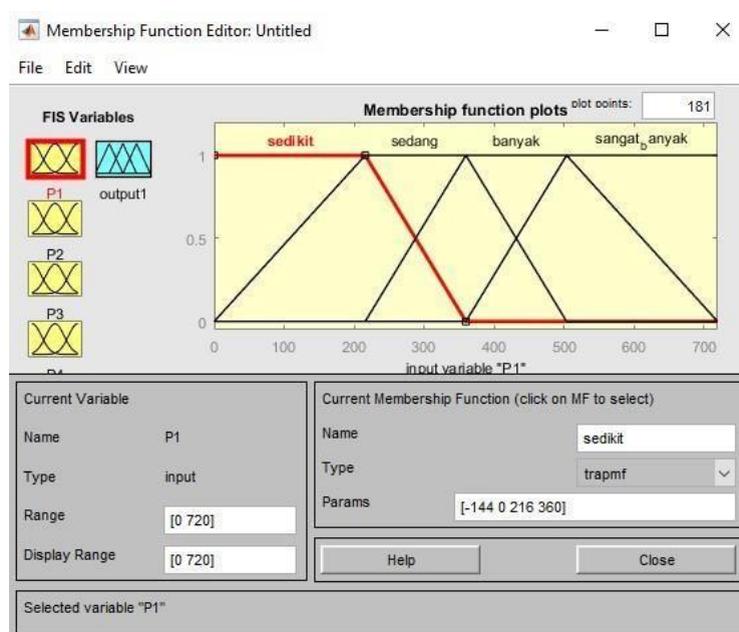
Untuk merealisasi membership function kedalam sistem fuzzy inference system maka dibuat FIS editor dengan menggunakan program fuzzy MatLAB seperti pada Gambar 3.



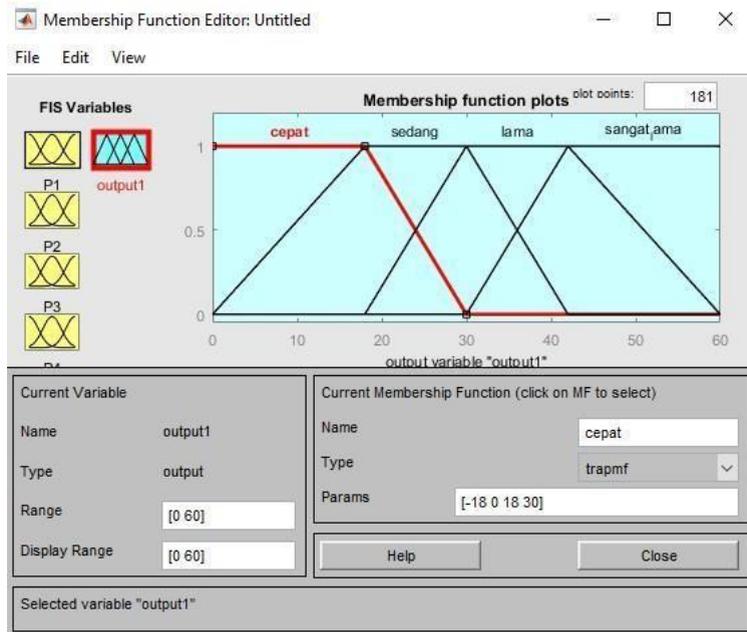
**Gambar 3. Fuzzy Inference System traffic light**

Riset ini menggunakan fuzzy logic terutama sekali sebagai penghitung tingkat kepadatan kendaraan dan lama lampu hijau menyala supaya lebih efisien, untuk itu digunakan fuzzy inference system (FIS) serta melibatkan fuzzy logic toolbox yang terdapat dalam Matlab dengan tipe mamdani (Yudanto et al., 2013).

Pada FIS variable output nilai linguistik yang dimasukkan adalah 60 dalam satuan detik. Hal ini menyatakan bahwa waktu “sangat lama” yang dinyatakan dalam variabel linguistik adalah 60 detik. Pada FIS variable output derajat keanggotaan yang digunakan adalah dengan metode linier naik dan linier turun sebagaimana pada FIS variable input.

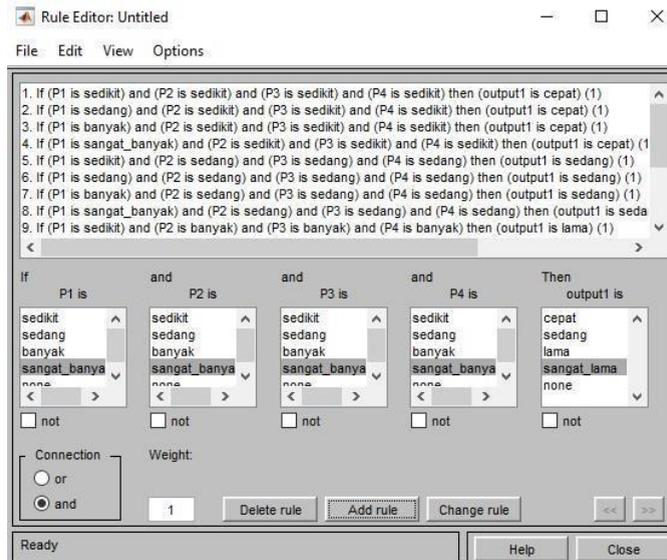


**Gambar 4. Model Function Editor Input**



Gambar 5. Model Function Editor Output

Gambar 6 menyatakan hubungan empat variabel input sebagai anteseden dengan implikasi hubungan “and” dan sebuah output sebagai konsekuen-nya. Dari kombinasi input dan output ini maka akan menghasilkan defuzzifikasi yang bisa ditentukan nilai tegas (crisp)nya.



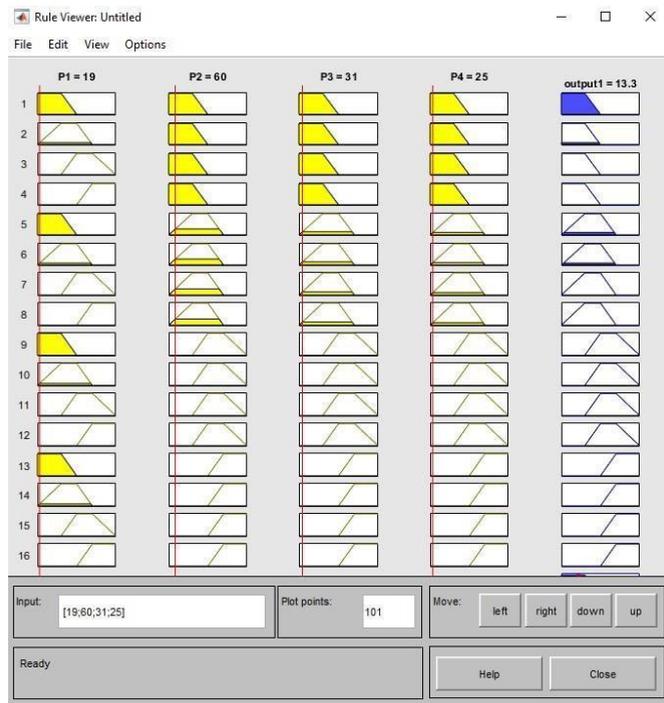
Gambar 6. Rule Editor Pada Sistem Traffic Light

Pada proses defuzzifikasi dengan menggunakan rule viewer seperti pada Gambar 7 maka dapat diatur nilai tegas dari masing-masing variabel input dengan menuliskan nilai linguistik input pada GUI input, atau dengan menggeser garis merah pada setiap variabel input. Maka pada lampu indikator akan menyatakan nilai tegas berupa waktu dalam detik. Data-data pengujian dengan 10 sampel ditunjukkan pada

Tabel

3

berikut:



Gambar 7. Rule Viewer Untuk Menyatakan Defuzzyfikasi System

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk merealisasi sistem ini dengan menggunakan fuzzy logic control maka harus dibuat pemetaan linguistic variable berupa variabel input dan variable output. Variable Input berupa jumlah mobil yang dibaca oleh kombinasi sensor SA dan SB pada suatu ruas persimpangan. Karena sistem ini diaplikasikan pada empat persimpangan maka ada empat variabel input. Variable output berupa lama waktu lampu hijau pada setiap persimpangan. Dalam Fuzzy inference system dibuat sebuah variable output yang dalam implementasinya diterjemahkan kedalam empat buah lampu yang mengendalikan lama waktu masing- masing persimpangan. Membership function dari sistem ini ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Membership function pada fuzzy inference system**

P1	P2	P3	P4	OUTPUT
SEDIKIT	SEDIKIT	SEDIKIT	SEDIKIT	CEPAT
SEDANG	SEDANG	SEDANG	SEDANG	SEDANG
BANYAK	BANYAK	BANYAK	BANYAK	LAMA
SANGAT BANYAK	SANGAT BANYAK	SANGAT BANYAK	SANGAT BANYAK	SANGAT LAMA

Dengan empat variabel input dan sebuah variable output seperti pada Tabel 1 maka dapat dibuat IF- THEN rule berdasar kombinasi empat variabel input tersebut. Kombinasi keempat variabel input mempengaruhi lama waktu lampu hijau menyala pada setiap persimpangan. Tahap berikutnya adalah menentukan kategori jumlah sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak dari variabel input tersebut untuk membuat derajat keanggotaan dari jumlah kendaraan secara riil. Derajat keanggotaan jumlah kendaraan dinyatakan pada Tabel 2 berikut.

Realisasi sistem dengan fuzzy logic control ini dimulai dengan membuat pemetaan linguistic variable yang meliputi variabel input dan variable output. Variable input untuk jumlah kendaraan yang akan dideteksi oleh detektor pair S1 dan S2 di tiap ruas persimpangan. Jadi rancangan sistem ini akan dipasang pada perempatan jalan sehingga terdapat empat variabel input-nya. Variable output diperuntukkan bagi lama waktu lampu hijau menyala pada tiap ruas persimpangan. Variable output dibuat di dalam fuzzy inference system terutama dipakai untuk menerjemahkan pengendalian lama waktu lampu hijau menyala di setiap ruas jalan pada persimpangan. Membership function dari sistem diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Variabel linguistik dan nilai linguistik**

Variabel Linguistik	Nilai Linguistik
SEDIKIT	<18
SEDANG	18 - 29
BANYAK	30 - 41
SANGAT BANYAK	>42

Memanfaatkan kombinasi empat data variabel input pada Tabel 1 maka dapat dipakai untuk membuat IF – THEN rule-nya. Lama waktu lampu hijau menyala sangat dipengaruhi oleh kondisi keempat variable input tersebut pada setiap simpang jalan. Langkah selanjutnya adalah membuat derajat keanggotaan jumlah kendaraan secara ril dengan menetapkan masing-masing kategori jumlah sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak. Tabel 4 memperlihatkan derajat keanggotaan jumlah kendaraan yang melintas pada persimpangan Muktisari Kebumen.

**Tabel 4. Data pengujian jumlah kendaraan dan lama waktu lampu indikator di persimpangan Muktisari Kebumen tanggal 13 Juli 2023**

Waktu Pengamatan	Persimpangan 1	Persimpangan 2	Persimpangan 3	Persimpangan 4	OUTPUT
06.30-06.35	31	56	10	19	12,6
07.00-07.05	12	61	16	29	12,9
07.30-07.35	19	60	31	25	13,3
08.00-08.05	21	70	38	31	13,6
15.30-15.35	28	59	25	24	13,3
16.30-16.35	24	56	32	29	13,5
17.00-17.05	22	63	32	29	13,5



17.30-17.05	19	61	34	31	13,6
-------------	----	----	----	----	------

## SIMPULAN

Penggunaan algoritma Fuzzy Logic dalam optimalisasi lampu lalu lintas dapat meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti volume lalu lintas, kepadatan, waktu tunggu, dan preferensi waktu, algoritma ini dapat mengoptimalkan pengaturan lampu lalu lintas untuk mengurangi kepadatan, waktu tunggu, dan kemacetan di persimpangan jalan. Algoritma Fuzzy Logic mampu mempertimbangkan beberapa kriteria atau faktor dalam pengambilan keputusan, seperti volume lalu lintas, kepadatan, waktu tunggu, dan preferensi waktu. Dengan memberikan bobot dan tingkat kepentingan pada setiap faktor, algoritma ini dapat menghasilkan keputusan yang seimbang dan optimal. Algoritma Fuzzy Logic dapat diimplementasikan pada sistem yang sudah ada, termasuk infrastruktur lampu lalu lintas yang ada. Ini memungkinkan adopsi algoritma tanpa perlu mengganti seluruh sistem pengaturan lalu lintas. Secara keseluruhan, penggunaan algoritma Fuzzy Logic dalam optimalisasi lampu lalu lintas dapat meningkatkan efisiensi, menyesuaikan dengan konteks, toleran terhadap ketidakpastian, menilai berbagai kriteria, sesuai dengan sistem yang ada, dan memungkinkan evaluasi dan peningkatan berkelanjutan. Dengan mengoptimalkan pengaturan lampu lalu lintas, algoritma ini berpotensi mengurangi kepadatan dan waktu tunggu, serta meningkatkan kelancaran lalu lintas di persimpangan jalan Muktisari Kebumen.

## REFERENSI

- Alfith (2014) 'Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X Perancangan Smart Traffic Light Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X', 16(2), pp. 95–100.
- Listiyono, H. (2008) 'Merancang dan Membuat Sistem Pakar', Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK, XIII(2), pp. 115–124.
- Metode Fuzzy Logic Berbasis Android 1,2,3', pp. 628–636.
- Nugroho, E. A. (2017) 'Sistem pengendali lampu lalulintas berbasis logika fuzzy', Simetris, 8(1), pp. 75–84.
- Yudanto, A. Y. et al. (2013) 'Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic', V(2), pp. 58–62.
- Prawira, T. Y., Sunardi dan Fadlil, A. (2017) 'Sistem Pendukung Keputusan / Decision Support System untuk Memprediksi Stok Barang pada Retail Mini Market Berbasis Mobile dengan Pendekatan Analisis Menggunakan Metode Algoritma Apriori', pp. 267–271.
- Rackman, M. B. dan Pakar, S. (2014) 'Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Teh dengan Sarjana Teknik Informatika, 1, pp. 1–13.
- Triyanto, S. dan Fadlil, A. (2014) 'Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Kelinci Berbasis Web', Jurnal