

PROTOTIPE SMART TRAFFIC LIGHT SYSTEMAbdullah Arif Nugroho^{1,2}; Naufal Mushlih Muhyiddin^{1,2}; Rika Novita Wardhani^{1,2}; Ibrahim Hakim Kresno^{1,2}¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta²LNG Academy, PT Badak NGL
muhyiddinnaufal@gmail.com**Abstrak**

Pada umumnya, sistem lampu lalu lintas hanya menggunakan waktu tertentu untuk mengatur lalu lintas kendaraan, dengan format perhitungan waktu yang sama untuk setiap persimpangan yang ada. Jumlah kendaraan yang lewat pada setiap persimpangan tidak selalu sama jumlahnya, ada sisi persimpangan yang sangat ramai dan ada persimpangan yang sepi kendaraan, namun walaupun begitu lama waktu penyalaan lampu lalu lintas tetap sama pada setiap persimpangan, sehingga sering kali terjadi penumpukan kendaraan pada salah satu sisi jalan yang berujung pada kemacetan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem lampu lalu lintas cerdas menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 AT Mega 2560 yang akan secara otomatis bekerja berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas pada setiap persimpangan dan sensor yang digunakan untuk mendeteksi jumlah kendaraan yang melintas adalah sensor ultrasonik. Pada penerapannya, sensor ultrasonik akan melakukan penghitungan jumlah kendaraan pada saat persimpangan tersebut mengaktifkan lampu warna merah. Pada sistem ini durasi penyalaan lampu lalu lintas tidak konstan tetapi dapat berubah-ubah mengikuti jumlah kendaraan yang terdeteksi oleh sensor. Jumlah kendaraan yang terdeteksi oleh sensor akan di konversi menjadi lama penyalaan lampu hijau, semakin banyak kendaraan yang terdeteksi maka akan semakin lama pula lama waktu penyalaan lampu hijau, begitu juga sebaliknya. Metode yang digunakan untuk mengatur lamanya waktu ini adalah algoritma logika fuzzy dengan penalaran fuzzy metode Mamdani menggunakan software Matlab. Hasil pengujian berdasarkan data hasil simulasi logika fuzzy di MatLab menunjukkan bahwa algoritma logika fuzzy dapat digunakan untuk memenuhi tujuan pengaturan lalu lintas secara optimal, yaitu durasi waktu yang diberikan didasarkan pada jumlah kendaraan. Semakin banyak kendaraan yang terdeteksi oleh sensor maka semakin lama durasi waktu yang diberikan, dan sedikit kendaraan yang terdeteksi oleh sensor semakin sebentar durasi waktu yang diberikan.

Kata kunci: Lampu Lalu lintas, Logika Fuzzy, Mikrokontroler

Abstract

In General, the traffic light system only used certain amount of time to regulate vehicle traffic with the same time format for each intersection. The number of vehicles at each intersection is not always the same, there is a very crowded intersection and there is a lonely intersection of vehicles, but the timing of the traffic light remains the same at each intersection. So there is often a buildup of vehicles on one side of the road that culminates in congestion. This study focuses on the development of smart traffic light systems using Arduino Mega 2560 AT Mega 2560 microcontroller which will automatically work based on the number of vehicles and the sensor which used to count the number of vehicles that passing through each intersection is ultrasonic sensors. On the application, ultrasonic sensors will calculate the number of vehicles at the time the intersection enables the red lamp. The number of vehicles that detected by the sensors will be converted into long green lights, the more vehicles that detected by the sensors, it will be longer the time of turning on the green light, and vice versa. In this system the duration of the traffic light is not constant but follows the number of vehicles detected by the sensor. The method used to adjust this time length is a fuzzy logic algorithm with the Mamdani fuzzy reasoning using Matlab software. Test results based on the simulation of fuzzy logic in MatLab show that the fuzzy logic algorithm can be used to meet the goal of optimal traffic control, the duration of a given time based on number of vehicles. The higher number of vehicle that are detected by sensor, the longer the duration of a given time, and the lower vehicle, the more briefly given time duration.

Keyword: Traffic Light, Fuzzy Logic, Microcontroller

I. PENDAHULUAN

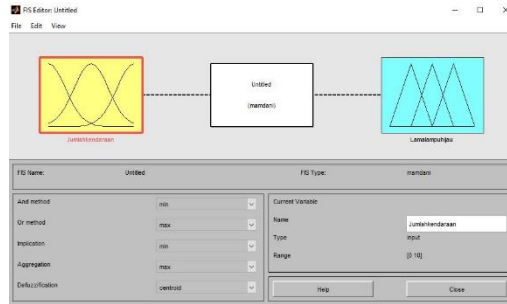
Latar belakang

Di kompleks perumahan Badak LNG pada saat jam sibuk seperti jam berangkat dan pulang kantor, terjadi antrian yang cukup panjang pada salah satu sisi *traffic light* pada setiap persimpangan. Sementara disisi lain *traffic light* relatif sepi bahkan tidak ada kendaraan yang mengantri. Hal ini terjadi karena pembagian jatah waktu lampu hijau yang sama rata untuk setiap persimpangan, tanpa melihat jumlah kendaraan yang ada pada masing-masing persimpangan. Akibatnya persimpangan yang sepi kendaraan mendapatkan lampu hijau yang lebih lama dari yang dibutuhkan. Semakin lama lampu hijau pada suatu simpang jalan, maka semakin 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. Oleh karena itu, dibutuhkan pengaturan waktu untuk lampu hijau yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar masing-masing simpang jalan memperoleh jumlah detik yang sesuai dengan jumlah kendaraan yang melintas pada 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. Selain itu, penulis juga membuat sistem notifikasi pelanggaran berupa sms pada lampu merah untuk membantu pengawas lalu lintas dalam menindak dan meminimalisasi terjadinya pelanggaran pada lampu merah. Dalam penelitian ini, penulis membuat sebuah prototipe *Smart Traffic Light System* dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai *counter* jumlah kendaraan dan pendeteksi pelanggaran pada lampu merah. Untuk menentukan lamanya waktu tunggu pada lampu hijau penulis menggunakan *fuzzy logic* dengan *Fuzzy Interference System* penalaran tipe mamdani untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang sesuai jumlah kendaraan ada pada suatu simpang jalan.

II. METODE PENELITIAN

Metode logika fuzzy digunakan untuk mengatur lama waktu penyalaan lampu hijau berdasarkan jumlah kendaraan yang terhitung. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran (Kusumadewi, 2004). Logika fuzzy meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai. Konsep logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965 untuk menyatakan kelompok/himpunan yang dapat dibedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota.

Pemodelan fuzzy logic pada penelitian ini menggunakan fuzzy inference system (FIS). Penulis menggunakan fuzzy logic toolbox yang ada pada aplikasi MATLAB dengan penalaran fuzzy metode Mamdani.



Gambar 1. Fuzzy inference system model

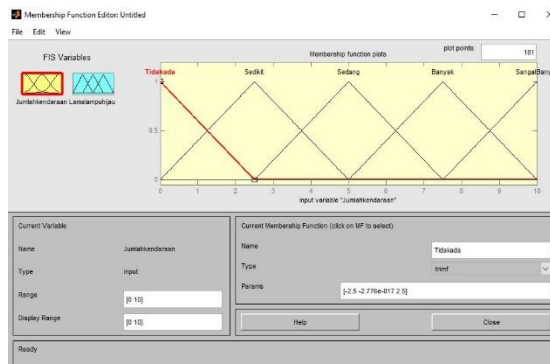
1. Pengaturan Variabel *input* dan *output* pada fuzzy inference system :

a. Variabel *Input*

Pada variabel *input*, jumlah kendaraan yang dapat di akomodasi oleh sistem adalah 0-10 kendaraan. berdasarkan jumlah kendaraan tersebut, akan digunakan 5 himpunan *fuzzy* dengan *cluster* sebagai berikut :

Jumlah kendaraan :

1. Tidak ada
2. Sedikit
3. Sedang
4. Banyak
5. Sangat banyak



Gambar 2. Model *input* jumlah kendaraan

Keterangan:

- Tidak ada: Jumlah kendaraan < 12.5% dari total kendaraan
- Sedikit: jumlah kendaraan > 12.5% < 37.5% dari total kendaraan
- Sedang: jumlah kendaraan > 37.5% < 62.5% dari total kendaraan
- Banyak: jumlah kendaraan > 62.5% < 87.5% dari total kendaraan
- Sangat banyak: > 87.5% dari total kendaraan

b. Variable *Output*

Pada variabel *ouput*, lama waktu penyalaan lampu hijau yang ditentukan adalah 0-25 detik. berdasarkan lama waktu tersebut, sebanyak 5 himpunan *fuzzy* juga akan digunakan dengan *cluster* sebagai berikut:

lama waktu penyalaaan lampu hijau:

1. Sebentar sekali
2. Sebentar
3. Sedang
4. Lama
5. Sangat Lama

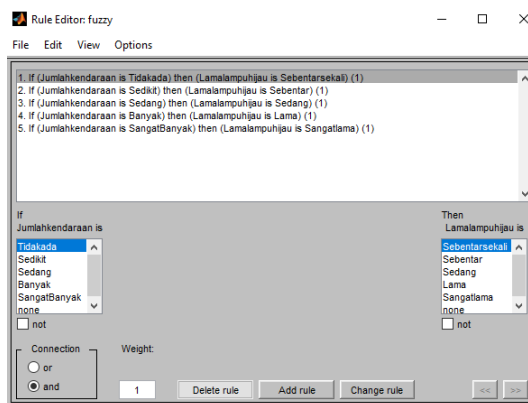


Gambar 3. Model *output* lama nyala lampu hijau

Keterangan:

- Sebentar sekali: lama waktu nyala lampu hijau < 3.12 detik.
- Sebentar : lama waktu nyala lampu hijau >3.12 detik < 9.375 detik.
- Sedang : lama waktu nyala lampu hijau > 9.375 detik < 15.625 detik.
- Banyak : lama waktu nyala lampu hijau >15.625 detik < 21.875 detik.
- Sangat Banyak : lama waktu nyala lampu hijau >21.875 detik

2. Penentuan aturan Fuzzy:

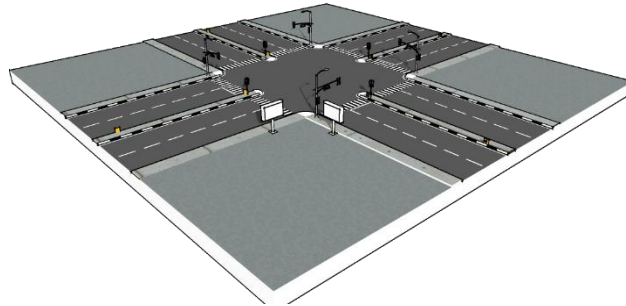


Gambar 4. Aturan *fuzzy interference system*

Berikut merupakan Aturan Fuzzy :

1. If (jumlah kendaraan is tidak ada) then (lampuhijau is Sebentar sekali) (1)
2. If (jumlah kendaraan is sedikit) then (lampuhijau is Sebentar) (1)
3. If (jumlah kendaraan is sedang) then (lampuhijau is Sedang) (1)
4. If (jumlah kendaraan is banyak) then (lampu hijau is lama) (1)
5. If (jumlah kendaraan is sangat banyak) then (lampu hijau is Sangat lama) (1)

3. Desain dan Tata letak Sensor:



Gambar 5. Desain prototipe *smart traffic light system*

Berikut adalah dimensi dari prototipe *Smart Traffic Light System*

Tabel 1. Dimensi prototipe *smart traffic light system*

No	Panjang Prototipe	120 Cm
1	Lebar Prototipe	120 Cm
2	Lebar jalan	15 Cm
3	Lebar trotoar	6 Cm
4	Lebar median jalan	6 Cm



Gambar 6. Tata letak sensor pada smart traffic light system

Pada setiap persimpangan terdapat dua buah sensor ultrasonik yang dipasang tepat menghadap *zebracross* dan sensor lainnya dipasang sekitar beberapa cm sebelum lampu lalu lintas.

Berikut merupakan fungsi sensor ultrasonik pada smart traffic light system ini :

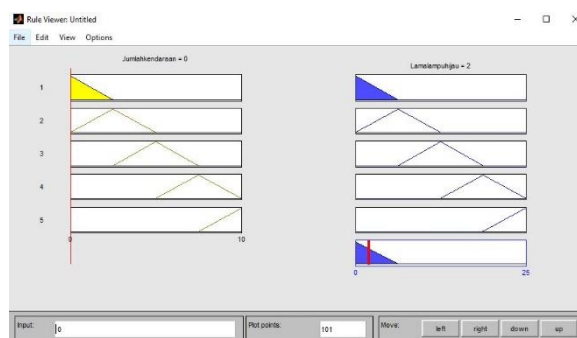
1. Sensor ultrasonic yang pertama, digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas pada jangka waktu tertentu, dan akan diolah untuk dijadikan sebagai input untuk menentukan lama waktu penyalan lampu hijau pada lampu lalu lintas. Posisinya terletak disisi kanan jalan dan agak jauh sebelum posisi lampu lalu lintas.
2. Sensor ultrasonic yang kedua, digunakan untuk mendeteksi ketika terjadi pelanggaran pada lampu merah. Jika sensor ini mendeteksi adanya pelanggaran, maka sistem akan langsung mengirim notifikasi berupa SMS kepada pengawas. Posisi sensor ini terletak di sisi kanan jalan dan sejajar dengan *zebra cross*. Sensor ini aktif hanya pada saat waktu lampu berwarna merah menyala.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Fuzzy Intefrence System

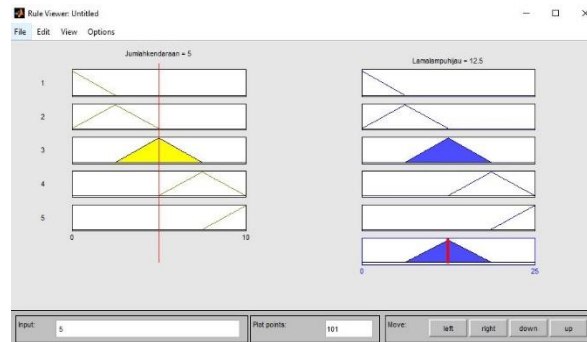
Berikut merupakan hasil pengujian fuzzy inference system untuk beberapa kondisi yang berbeda.

- a. Input : 0 kendaraan
Output: 2 detik waktu penyalan lampu hijau



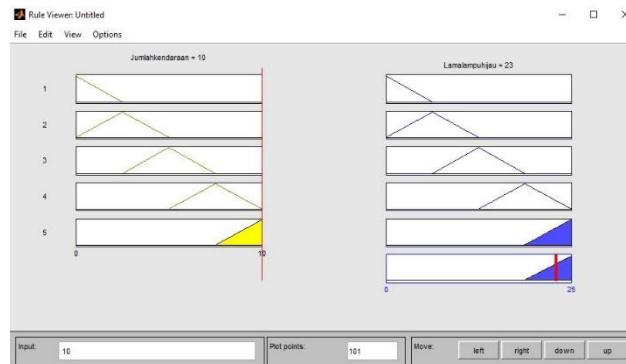
Gambar 7. Hasil Pengujian fuzzy inference system 1

- b. Input: 5 kendaraan
Output: 12 detik waktu penyalaaan lampu hijau



Gambar 8. Hasil Pengujian *fuzzy inference system 2*

- c. Input: 10 kendaraan
Output: 23 detik waktu penyalaaan lampu hijau



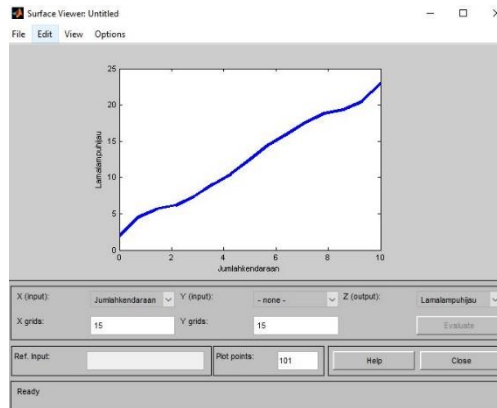
Gambar 9. Hasil Pengujian *fuzzy inference system 3*

Berikut ini adalah hasil pengujian *fuzzy inference system* secara keseluruhan:

Tabel 2. Hasil Pengujian *fuzzy inference system*

Jumlah kendaraan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lama lampu Hijau (detik)	2	5	6	8	10	12	15	17	19	20	23

Berdasarkan data hasil pengujian diatas maka didapatkan linearitas sistem seperti pada kurva dibawah ini :



Gambar 10. kurva linearitas hasil pengujian *fuzzy inference system*

Data hasil pengujian FIS pada tabel 2 akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan lama penyalaan lampu hijau pada setiap persimpangan. ketika pada ke empat persimpangan tidak terdapat kendaraan, maka lampu lalu lintas akan berjalan secara normal dengan durasi setiap lampu sebagai berikut :

1. Hijau = 2 detik
2. Kuning = 2 detik
3. Merah = 2 detik

Namun ketika terdapat kendaraan pada persimpangan tersebut maka lama waktu tunggu dari lampu hijau akan ditentukan oleh jumlah kendaraan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik berdasarkan hasil pengujian *fuzzy inference system* diatas.

2. Hasil Pengujian sistem traffic light konvensional dengan sistem smart traffic light

Tabel 3. Data hasil pengujian pada *traffic light* konvensional

Putaran	Jumlah kendaraan / lama waktu lampu hijau				Total Waktu
	Simpang 1	Simpang 2	Simpang 3	Simpang4	
1	3 / 25 detik	6 / 25 detik	6 / 25 detik	0 / 25 detik	100 detik
2	0 / 25 detik	3 / 25 detik	6 / 25 detik	10 / 25 detik	100 detik
3	3 / 25 detik	6 / 25 detik	8 / 25 detik	3 / 25 detik	100 detik
4	3 / 25 detik	0 / 25 detik	3 / 25 detik	0 / 25 detik	100 detik
5	8 / 25 detik	10 / 25 detik	0 / 25 detik	3 / 25 detik	100 detik

Tabel 4. Data hasil pengujian pada smart traffic light system

Putaran	Jumlah kendaraan / lama waktu lampu hijau				Total Waktu
	Simpang 1	Simpang 2	Simpang 3	Simpang4	
1	3 / 8 detik	6 / 15 detik	6 / 15 detik	0 / 2 detik	40 detik
2	0 / 2 detik	3 / 8 detik	6 / 15 detik	10 / 23 detik	48 detik
3	3 / 8 detik	6 / 15 detik	8 / 19 detik	3 / 8 detik	50 detik
4	3 / 8 detik	0 / 2 detik	3 / 8 detik	0 / 2 detik	20 detik
5	8 / 19 detik	10 / 23 detik	0 / 2 detik	3 / 8 detik	52 detik

Catatan :

1. Satu putaran adalah ketika semua simpang jalan telah menerima bagian lampunya masing-masing.
2. Pada sistem *traffic light* konvensional, jumlah detik lampu hijau sama pada setiap kondisi jumlah kendaraan yaitu 25 detik.
3. 6/25 artinya ada 6 kendaraan dan lama lampu hijaunya 25 detik.
4. Pada *smart traffic light system* range output lampu hijaunya adalah 0 - 25 detik.

3. Hasil Pengujian Respon Notifikasi Ketika Terjadi Pelanggaran

Pengujian respon penerimaan notifikasi pelanggaran lampu merah ini di lakukan di workshop badak learning center, mengingat sistem SMS yang sangat bergantung dengan kekuatan sinyal di suatu area tertentu, maka hasil pengujian respon penerimaan notifikasi via SMS dapat berbeda jika dilakukan di area lain. Untuk mendapatkan waktu yang mewakili kecepatan respon sistem notifikasi sesungguhnya maka dilakukan masing-masing 5 kali pengujian sehingga si dapat kan waktu rata-rata penerimaan notifikasi berupa SMS ketika terjadi pelanggaran pada lampu merah seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 5. Data hasil pengujian Kecepatan Respon Notifikasi Pada Simpang Pertama

No	Pelanggaran	Notifikasi SMS	Time Delay
1	1	1	5.84 detik
2	0	0	-

Tabel 6. Data hasil pengujian Kecepatan Respon Notifikasi Pada Simpang Kedua

No	Pelanggaran	Notifikasi SMS	Time Delay
1	1	1	5.92 detik
2	0	0	-

Tabel 7. Data hasil pengujian kecepatan respon notifikasi pada simpang ketiga

No	Pelanggaran	Notifikasi SMS	Time Delay
1	1	1	6.33detik
2	0	0	-

Tabel 8. Data hasil pengujian kecepatan respon notifikasi pada simpang keempat

No	Pelanggaran	Notifikasi SMS	Time Delay
1	1	1	6.02 detik
2	0	0	-

IV. KESIMPULAN

- a. Sistem *smart traffic lights* dengan metode *fuzzy logic* menunjukkan lama lampu hijau yang diberikan untuk suatu simpang jalan berbeda-beda tergantung dengan tingkat kepadatan yang ada pada simpang jalan tersebut. Sehingga lama waktu antrian lampu merah di simpang lain dapat lebih singkat.
- b. Pembagian lama lampu hijau dengan *fuzzy logic* ini lebih efektif jika dibandingkan dengan pembagian lampu hijau pada sistem lampu lalu lintas konvensional. Karena dapat mempersingkat waktu antrian pada lampu merah.
- c. Sistem notifikasi pelanggaran lampu merah bekerja ketika sensor mendeteksi kendaraan pada saat melanggar lampu merah dan notifikasi berupa SMS dapat diterima oleh peneliti dalam rata-rata waktu 6 detik pada area gedung training Badak LNG .

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patel, M., & Ranganathan, N. (2001). IDUTC: An Intelligent Decision Making System for Urban Traffic-Control Applications. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 50(3), 816-829.
- [2] MathWorks (2016). Fuzzy Inference Systems. Retrieved from <http://www.mathworks.com/help/fuzzy/mamdani-fuzzy-inferencesystems.html>
- [3] Irawanto, Bambang dan Kurniawan, Desfri, 2010, Penerapan Sistem Inferensi Metode Min-Max dalam Logika Fuzzy untuk Pengaturan Traffic Light, *Jurnal Sains&Matematika (JSM)* Vol. 18, No. 1.
- [4] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari, 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [5] 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_Rahmattaufk459-466.pdf, diakses tanggal 2 april 2018).
- [6] Simanjuntak, Novan Parmonangan, 2012, Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas, [pdf], (<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2011-2012/Makalah2012/MakalahIF4058-2012-002.pdf>, diakses tanggal 4 april 2018)