

DESAIN DAN PERANCANGAN PROTOTYPE LAMPU LALU LINTAS UNTUK MENGATASI KEPADATAN DAN KEADAAN DARURAT

(DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TRAFFIC LIGHT PROTOTYPE FOR RESOLVING VEHICLE DENSITY AND EMERGENCY CONDITIONS)

Fajri Hakimi Anas¹, Dr. Ir. Sony Sumaryo, M.T², Estananto, S.T., M.Sc., M.B.A³
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
fajrihakimianas@telkomuniversity.ac.id, ²sonysumaryo@telkomuniversity.co.id,
³estanto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Lampu lalu lintas yang ada di Indonesia sering menjadi persoalan dikarenakan terjadi kepadatan kendaraan di persimpangan jalan. Kepadatan ini juga menghambat kendaraan darurat seperti ambulance yang akan melintas di jalur tersebut. Sistem lampu lalu lintas yang masih menggunakan timer, belum bisa mengatasi kepadatan kendaraan yang berada di semua jalur. Untuk itu, penulis merancang sistem smart traffic berdasarkan kepadatan kendaraan berbasis Fuzzy Logic dan keadaan darurat menggunakan sensor suara Mic AVR.

Sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi kepadatan kendaraan di persimpangan jalan dan sensor suara Mic AVR untuk kendaraan bersirine seperti ambulance.

Penelitian ini bertujuan, untuk mengatasi kepadatan kendaraan dan keadaan darurat di persimpangan lampu lalu lintas dengan memanfaatkan sistem smart traffic berbasis Fuzzy Logic guna mengatur kelancaran lalu lintas.

Pada hasil pengujian telah diperoleh bahwa metode algoritma fuzzy logic dapat digunakan untuk mengatur kepadatan kendaraan dan kendaraan bersirine sebagai kendaraan prioritas utama pada perempatan lalu lintas dapat diaplikasikan pada prototype perempatan lampu lalu lintas.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Lampu Lalu Lintas

Abstract

Traffic lights in Indonesia are often a problem because of the density of vehicles at crossroads. This density also inhibits emergency vehicles such as ambulances that will cross the lane. A traffic light system that still uses a timer, has not been able to overcome the density of vehicles in all lanes. For this reason, the writer designed a smart traffic system based on vehicle density based on Fuzzy Logic and emergencies using Mic AVR sound sensors.

This system works by using a infrared sensors to detect the density of vehicles at crossroads and Mic AVR sound sensors for vehicles with siren such as ambulances.

This study aims to overcome the density of vehicles and emergencies at traffic light intersections by utilizing a smart traffic system based on Fuzzy Logic to regulate smooth traffic.

The test results obtained that the fuzzy logic algorithm method can be used to regulate the density of vehicles and vehicles with siren as the main priority vehicle in the traffic intersection can be applied to the traffic light intersection prototype.

Key Words : Fuzzy Logic, Traffic lights

1. Pendahuluan

Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengendalikan dan mengatur arus yang terjadi pada lalu lintas. Menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan bahwa lampu lalu lintas merupakan alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL. Lampu lalu lintas biasanya terpasang di persimpangan jalan, penyebrangan jalan (Zebra Cross), dan beberapa tempat lainnya. Lampu ini bertujuan untuk mengendalikan pergerakan kendaraan secara bergantian guna menghindari kepadatan kendaraan yang terjadi di jalan. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk mengurangi angka kecelakaan yang terjadi di jalan. Hampir seluruh negara yang ada di dunia menggunakan lampu

lalu lintas. Lampu lalu lintas ini memiliki tiga warna yang telah di akui secara universal di seluruh belahan dunia yaitu Hijau, Kuning, dan Merah.

Namun di beberapa negara, tujuan dari lampu lalu lintas ini belum terealisasikan secara optimal salah satunya adalah negara Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara dengan penduduk terbanyak di dunia. Kepadatan dan banyaknya angka penduduk di Indonesia menyebabkan banyaknya pula angka kendaraan yang terus meningkat di Indonesia. Inilah yang menyebabkan kemacetan dan kecelakaan masih sering terjadi di area persimpangan jalan. Selain karena banyaknya jumlah kendaraan, kemacetan yang ada di Indonesia juga terjadi karena lampu lalu lintas tidak dapat mendeteksi jalur kendaraan yang paling padat sehingga terjadi penumpukan kendaraan pada beberapa jalur. Ketidakseimbangan ini menyebabkan kemacetan terjadi secara berulang dan terus-menerus.

Di sisi lain, lampu lalu lintas juga belum dapat mendeteksi adanya sirine pada beberapa kendaraan darurat seperti ambulance sehingga ambulance tidak dapat melaju dikarenakan sistem lampu lalu lintas yang otomatis berpindah warna di setiap menit yang telah ditentukan. Hal ini sangat membahayakan bagi seseorang yang sedang kritis atau harus mendapatkan perawatan dengan segera. Selain itu, beberapa kendaraan bersirine lainnya seperti mobil polisi ataupun yang lainnya pada saat mengawal petinggi negara sehingga beberapa petugas harus memberhentikan arus lalu lintas secara manual yang akhirnya menyebabkan penumpukan kendaraan pada jalan.

Oleh karena itu, perlunya suatu sistem yang dapat mendeteksi padatnya arus lalu lintas yang ada di persimpangan jalan agar tidak terjadi kepadatan dan ketidakseimbangan pada beberapa sisi atau jalur serta kendaraan bersirine di berbagai keadaan darurat.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan konsep Smart Traffic yang dirancang untuk membantu pengontrolan lampu lalu lintas untuk mengatasi macet dan keadaan darurat.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

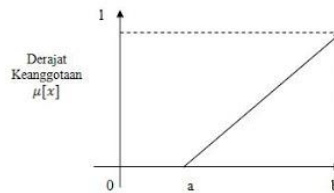
2.1 Logika fuzzy

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 [1].

- Representasi Linear

Terdapat dua keadaan himpunan fuzzy linear, yaitu linear naik dan linear turun.

- a. Linear Naik

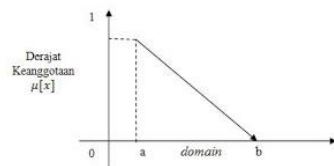


Gambar 1. Representasi Linear Naik

Untuk perhitungan representasi linear naik sebagai berikut:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \dots \dots \dots (1) \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

- b. Linear Turun

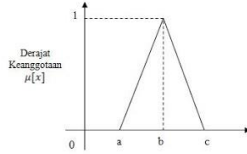


Gambar 2. Representasi Linear Turun

Untuk perhitungan representasi linear turun sebagai berikut:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

- Representasi Kurva Segitiga

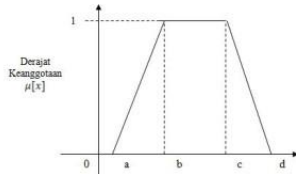


Gambar 3. Representasi Kurva Segitiga

Perhitungan rumus dari representasi kurva segitiga adalah sebagai berikut:

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots \dots \dots (3)$$

- Representasi Kurva Trapesium



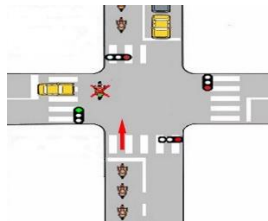
Gambar 4. Representasi Kurva Trapesium

Berikut perhitungan rumus representasi trapesium:

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases} \dots \dots \dots (4)$$

2.2 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.



Gambar 5. Lampu Lalu Lintas

2.3 Arduino Mega 2560

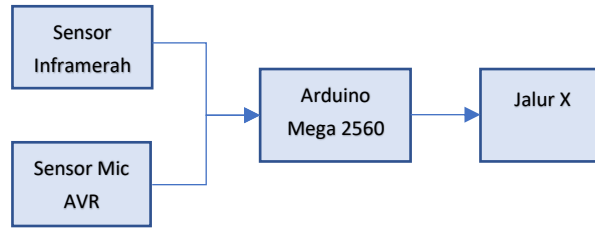
Arduino adalah platform prototipe didasarkan pada hardware yang mudah digunakan.

2.4 Sensor Infrared

Sensor infrared termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0.

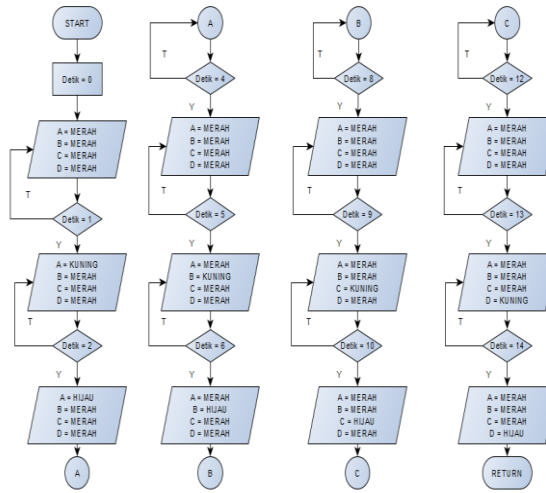
2.5 Sensor Mic AVR

Module sensor yang mensensing besaran suara untuk diubah menjadi besaran listrik yang akan dioleh mikrokontroler.

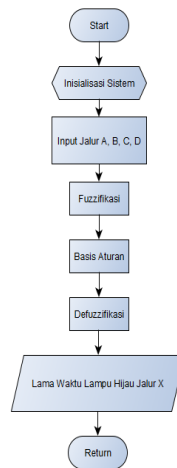


Gambar 6. Diagram Blok Sistem

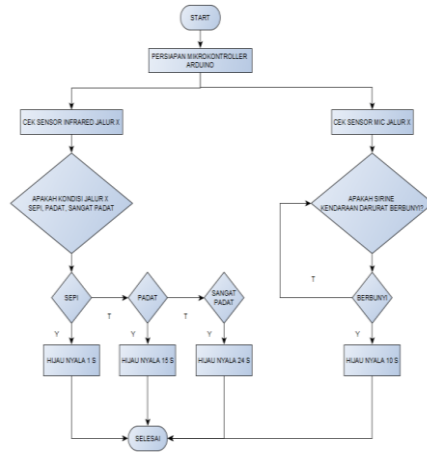
2.6.2 Diagram Alir Sistem



Gambar 7. Flowchart Awal Sistem *Traffic Light* Gambar



8. Flowchart Logika Fuzzy pada Sistem



Gambar 9. Flowchart Sistem Traffic Light

3. Pembahasan

3.1. Pengujian Sensor Inframerah

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Deteksi Sensor Inframerah

Percobaan ke	Jarak	Pengujian	
		Ada Mobil	Tidak Ada Mobil
1.	1 cm	1	0
2.	2 cm	1	0
3.	3 cm	1	0
4.	4 cm	1	0
5.	5 cm	1	0
6.	6 cm	1	0
7.	7 cm	1	0
8.	8 cm	1	0
9.	9 cm	1	0
10.	10 cm	1	0
11.	11 cm	1	0
12.	12 cm	1	0
13.	13 cm	1	0
14.	14 cm	1	0
15.	15 cm	1	0
16.	16 cm	1	0
17.	17 cm	1	0
18.	18 cm	1	0
19.	19 cm	0	1
20.	20 cm	0	1
21.	21 cm	0	1
22.	22 cm	0	1
23.	23 cm	0	1
24.	24 cm	0	1
25.	25 cm	0	1
26.	26 cm	0	1
27.	27 cm	0	1
28.	28 cm	0	1
29.	29 cm	0	1
30.	30 cm	0	1

Dari Tabel IV-I di atas, Diketahui jarak kendaraan yang terdeteksi oleh sensor Inframerah yaitu pada jarak ≤ 18 cm dan untuk jarak ≥ 19 cm, sensor tidak akan membaca atau mendeteksi sebuah kendaraan.

3.2 Sensor Mic AVR

Tabel 2. Hasil Ukur dan Analisa Sensor Mic AVR

Percobaan ke	Jarak	Pengujian
		Suara

1.	1 cm	1
2.	2 cm	1
3.	3 cm	1
4.	4 cm	1
5.	5 cm	1
6.	6 cm	0
7.	7 cm	0
8.	8 cm	0
9.	9 cm	0
10.	10 cm	0
11.	11 cm	0
12.	12 cm	0
13.	13 cm	0
14.	14 cm	0
15.	15 cm	0
16.	16 cm	0
17.	17 cm	0
18.	18 cm	0
19.	19 cm	0
20.	20 cm	0
21.	21 cm	0
22.	22 cm	0
23.	23 cm	0
24.	24 cm	0
25.	25 cm	0
26.	26 cm	0
27.	27 cm	0
28.	28 cm	0
29.	29 cm	0
30.	30 cm	0

Dari pengujian di atas, hasil yang didapat adalah jarak ≤ 5 cm, sensor Mic AVR dapat mendeteksi adanya suara sirine. Untuk jarak ≥ 6 cm, sensor tidak dapat mendeteksi suara sirine.

3.3 Pengujian Metode Algoritma Fuzzy Logic pada Sistem

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Lampu Lalu Lintas

	Jalur				Jumlah Kendaraan				Waktu (detik)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1.	Sangat Padat	Sepi	Sepi	Sepi	4	0	0	0	24	1	1	1
2.	Padat1	Sepi	Sepi	Sepi	1	0	0	0	7	1	1	1
3.	Padat2	Sepi	Sepi	Sepi	2	0	0	0	14.5	1	1	1
4.	Sepi	Sepi	Sepi	Sangat Padat	0	0	0	4	1	1	1	24
5.	Padat2	Sepi	Sangat Padat	Sepi	3	0	4	0	15	1	24	1
6.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Padat1	0	4	0	1	1	24	1	6
7.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Padat2	0	4	0	2	1	24	1	14.5
8.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Sepi	0	4	0	0	1	24	1	1
9.	Sepi	Padat1	Sepi	Sepi	0	1	0	0	1	7	1	1
10.	Sepi	Padat2	Sepi	Sepi	0	3	0	0	1	15	1	1

11.	Sepi	Sepi	Sepi	Sepi	0	0	0	0	1	1	1	1
12.	Padat1	Padat1	Sepi	Sepi	1	1	0	0	7	7	1	1
13.	Padat2	Padat2	Sepi	Sepi	2	2	0	0	14.5	14.5	1	1
14.	Sepi	Sepi	Sangat Padat	Sepi	0	0	4	0	1	1	24	1
15.	Sepi	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	0	4	4	0	1	24	24	1
16.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	4	4	4	0	24	24	24	1
17.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	Padat1	4	4	0	1	24	24	1	7
18.	Sepi	Sangat Padat	Sangat Padat	Padat2	0	4	4	2	1	24	24	14.5
19.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	4	4	4	4	24	24	24	24
20.	Padat1	Padat1	Padat1	Padat1	1	1	1	1	7	7	7	7
21.	Padat2	Padat2	Padat2	Padat2	3	3	3	3	15	15	15	15
22.	Sangat Padat	Padat1	Sangat Padat	Padat1	4	1	4	1	24	7	24	7
23.	Sangat Padat	Padat2	Sepi	Padat2	4	2	0	2	24	14.5	1	14.5
24.	Padat1	Padat1	Sangat Padat	Sangat Padat	1	1	4	4	7	7	24	24
25.	Padat2	Padat2	Sangat Padat	Sangat Padat	2	2	4	4	14.5	14.5	24	24
26.	Sepi	Sepi	Padat1	Sepi	0	0	1	0	1	1	7	1
27.	Sepi	Sepi	Padat2	Sepi	0	0	3	0	1	1	15	1
28.	Sangat Padat	Sepi	Sepi	Sangat Padat	4	0	0	4	24	1	1	24
29.	Padat1	Sepi	Sepi	Padat2	1	0	0	3	7	1	1	15
30.	Padat2	Sepi	Sepi	Padat1	2	0	0	1	14.5	1	1	7

Dari data pengujian di atas, dilakukan percobaan sebanyak 30 kali. Pada saat jalur tertentu kosong, maka waktu lampu hijau akan menyala selama 1 detik (cepat). Pada saat padat1 waktu nyala lampu hijau selama 7 detik dan padat2 lampu hijau akan menyala selama 14.5 detik (sedang) dan sangat padat lampu hijau akan menyala selama 24 detik (lama). Hasil pengujian yang didapatkan sudah sesuai dengan rules dan waktu yang diinginkan.

3.4 Pengujian Sensor Mic AVR pada Sistem

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Mic AVR pada Sistem

No	Jalur				Sensor Mic Aktif/Pasif (A/P)				Waktu (detik)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1.	Sangat Padat	Sepi	Sepi	Sepi	A	P	P	P	10	0	0	0
2.	Padat1	Sepi	Sepi	Sepi	P	A	P	P	0	10	0	0

3.	Padat2	Sepi	Sepi	Sepi	P	P	A	P	0	0	10	0
4.	Sepi	Sepi	Sepi	Sangat Padat	P	P	P	A	0	0	0	10
5.	Padat2	Sepi	Sangat Padat	Sepi	A	P	P	P	10	0	0	0
6.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Padat1	P	A	P	P	0	10	0	0
7.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Padat2	P	P	A	P	0	0	10	0
8.	Sepi	Sangat Padat	Sepi	Sepi	P	P	P	A	0	0	0	10
9.	Sepi	Padat1	Sepi	Sepi	A	P	P	P	10	0	0	0
10.	Sepi	Padat2	Sepi	Sepi	P	A	P	P	0	10	0	0
11.	Sepi	Sepi	Sepi	Sepi	P	P	A	P	0	0	10	0
12.	Padat1	Padat1	Sepi	Sepi	P	P	P	A	0	0	0	10
13.	Padat2	Padat2	Sepi	Sepi	A	P	P	P	10	0	0	0
14.	Sepi	Sepi	Sangat Padat	Sepi	P	A	P	P	0	10	0	0
15.	Sepi	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	P	P	A	P	0	0	10	0
16.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	P	P	P	A	0	0	0	10
17.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sepi	Padat1	A	P	P	P	10	0	0	0
18.	Sepi	Sangat Padat	Sangat Padat	Padat2	P	A	P	P	0	10	0	0
19.	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Padat	P	P	A	P	0	0	10	0
20.	Padat1	Padat1	Padat1	Padat1	P	P	P	A	0	0	0	10
21.	Padat2	Padat2	Padat2	Padat2	A	P	P	P	10	0	0	0
22.	Sangat Padat	Padat1	Sangat Padat	Padat1	P	A	P	P	0	10	0	0
23.	Sangat Padat	Padat2	Sepi	Padat2	P	P	A	P	0	0	10	0
24.	Padat1	Padat1	Sangat Padat	Sangat Padat	P	P	P	A	0	0	0	10
25.	Padat2	Padat2	Sangat Padat	Sangat Padat	A	P	P	P	10	0	0	0
26.	Sepi	Sepi	Padat1	Sepi	P	A	P	P	0	10	0	0
27.	Sepi	Sepi	Padat2	Sepi	P	P	A	P	0	0	10	0
28.	Sangat Padat	Sepi	Sepi	Sangat Padat	P	P	P	A	0	0	0	10
29.	Padat1	Sepi	Sepi	Padat2	A	P	P	P	10	0	0	0

30.	Padat2	Sepi	Sepi	Padat1	P	A	P	P	0	10	0	0
-----	--------	------	------	--------	---	---	---	---	---	----	---	---

Berdasarkan Tabel 4 di atas, dilakukan pengujian sebanyak 30 kali. Pada saat jalur A sangat padat dan kemudian kendaraan bersirine datang di jalur B, maka jalur B nyala lampu hijau selama 10 detik dan jalur A nyala lampu merah. Karena kendaraan bersirine tersebut paling di prioritaskan.

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dengan menggunakan sensor Mic AVR terhadap kendaraan bersirine sebagai kendaraan prioritas utama pada perempatan lampu lalu lintas, berjalan dengan baik dan sesuai dengan rumusan masalah yang ada.

4. Kesimpulan

Dari perancangan dan pengujian sistem prototype lampu lalu lintas yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian dan pengambilan data keseluruhan pada sistem, metode algoritma Fuzzy Logic dapat digunakan untuk mengatur kepadatan kendaraan seperti sepi (0 kendaraan), padat (1-3 kendaraan), dan sangat padat (4 kendaraan).
2. Metode Algoritma Fuzzy Logic dapat mengatur waktu penyalan lampu hijau seperti cepat (1 detik), sedang1 (7 detik), sedang2 (14.5 detik), dan lama (24 detik).
3. Hasil dari pengujian sistem keseluruhan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino mega, sesuai dengan perhitungan teoritis (manual).
4. Kendaraan bersirine sebagai kendaraan prioritas utama dapat diaplikasikan pada prototype perempatan lalu lintas sesuai dengan yang diinginkan.
5. Sensor Inframerah sebagai pendeteksi kendaraan dapat digunakan pada jarak 1 – 18 cm. Dan sensor Mic AVR sebagai pendeteksi suara kendaraan bersirine dapat digunakan pada jarak 1 – 5 cm.

Daftar Pustaka:

[1] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi 1. Yogyakarta. Graha Ilmu.

[2] Trimartanti, Laila Wahyu. 2016. Penerapan Sistem Fuzzy Untuk Diagnosis Campuran Bahan Bakar Dan Udara Pada Mobil F15 Gurt. Yogyakarta. UNY.

[3] Putri, Regina C. 2018. Rekayasa Pengaturan Nyala Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Jumlah Kendaraan dengan Algoritma Fuzzy Logic. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.

[4] Rahman, Muhammad A. 2013. Studi komparasi beberapa kaidah kontrol logika fuzzy untuk parkir mobil seri otomatis secara simulasi menggunakan labview. Bandung. Universitas Komputer.

[5] Nugroho, Emmanuel A. 2017. Sistem Pengendali Lampu Lalulintas Berbasis Logika Fuzzy. Purwakarta. Politeknik Enjinereng Indorama.

[6] Tanpa Nama. (Tanpa Tahun). “Lampu Lalu Lintas”. [Online]. Tersedia di : http://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_Lalu_Lintas. Terakhir diakses Mei 2017.