



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI ELEKTRONIKA**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE LAMPU  
LALU LINTAS PERTIGAAN MENGGUNAKAN  
KAMERA BERBASIS *FUZZY* LOGIC.**

Nanda Romadhoni  
NIM 1612209

Dosen Pembimbing  
Ir. Kartiko Ardi Widodo. MT  
Sotyohadi. ST. MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

Februari 2024



## **Institut Teknologi Nasional Malang**

### **SKRIPSI - ELEKTRONIKA**

# **RANCANG BANGUN PROTOTIPE LAMPU LALU LINTAS PERTIGAAN MENGGUNAKAN KAMERA BERBASIS *FUZZY* LOGIC.**

Nanda Romadhoni  
NIM 1612209

Dosen Pembimbing  
Ir. Kartiko Ardi Widodo. MT  
Sotyohadi. ST. MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2024

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE LAMPU LALU  
LINTAS PERTIGAAN MENGGUNAKAN KAMERA  
BERBASIS *FUZZY LOGIC***

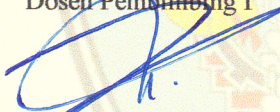
**SKRIPSI**

**NANDA ROMADHONI**  
**NIM 1612209**


Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Elektronika  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

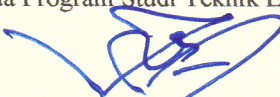
  
Ir. Kartiko Ardi Widodo., MT.  
NIP. Y. 1030400475

Dosen Pembimbing II

  
Sotyohadi, ST., MT.  
NIP. Y. 1039700309

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T.  
NIP. P. 1030100361  
Malang Maret, 2024

## ABSTRAK

### RANCANG BANGUN PROTOTIPE LAMPU LALU LINTAS PERTIGAAN MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA BERBASIS *FUZZY LOGIC*

Nanda Romadhoni, NIM : 1612209

Dosen Pembimbing I: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

Dosen Pembimbing II: Sotyohadi, ST., MT

Kemacetan pada persimpangan Lampu lalu lintas ialah permasalahan umum yang sering terjadi pada Kota-kota Besar, selain banyak nya jumlah kendaraan pribadi di kota, Pewaktuan pada Lampu lalu lintas yang sering di gunakan bersifat baku atau tetap. hal ini menyebabkan pewaktuan lampu hijau menjadi tidak efektif karena tidak menyesuaikan dengan tingkat kepadatan di persimpangan. Pada Prototipe ini menggunakan *Raspberry Pi 4* sebagai sistem minimum untuk menjalankan *Fuzzy Logic* sebagai kontrol utama. Sedangkan Sensor yang di gunakan adalah *webcam*. *Webcam* akan menangkap kondisi setiap persimpangan, gambar yang di tangkap oleh kamera akan di proses citra menggunakan *Background Subtraction*. Hasil dari *Background Subtraction* adalah persentasi kepadatan di persimpangan jalan, persentasi dari kepadatan di jadikan sebagai input *Fuzzy logic* sehingga proses fuzzifikasi akan berjalan mulai dari mencocokkan membership function, Rule base, dan defuzzifikasi. Hasil Defuzzifikasi berupa Lama waktu Lampu Hijau yang sudah sesuai dengan tingkat kepadatan dan Prioritas Persimpangan.

**Kata Kunci:** kepadatan jalan, OpenCV, *Background Subtraction*, Raspberry Pi, *Fuzzy Logic*, Lampu lalu lintas.

## ABSTRACT

### DESIGN A PROTOTYPE OF A T-JUNCTION TRAFFIC LIGHT USING A *FUZZY* LOGIC-BASED CAMERA SENSOR

Nanda Romadhoni, NIM : 1612209

Dosen Pembimbing I: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

Dosen Pembimbing II: Sotyohadi, ST., MT

Congestion at traffic light intersections is a common problem that often occurs in big cities, apart from the large number of private vehicles in the city, the timing of the traffic lights that are often used is standard or fixed. This causes the green light timing to be ineffective because it does not adjust to the level of density at the intersection. This prototype uses a Raspberry Pi 4 as the minimum system to run Fuzzy Logic as the main control. Meanwhile, the sensor used is a webcam. The webcam will capture the conditions of each intersection, the image captured by the camera will be image processed using Background Subtraction. The result of Background Subtraction is the percentage of density at road intersections, the percentage of density is used as Fuzzy logic input so that the fuzzification process will run starting from matching membership function, Rule base, and defuzzification. The results of Defuzzification are the length of time for the Green Light which is in accordance with the level of density and priority of the intersection.

**Keywords:** road density, OpenCV, *Background* Subtraction, Raspberry Pi, *Fuzzy* Logic, Traffic lights.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, rahmat, dan kasih sayang-Nya yang begitu besar. Pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini yang menjadi prasyarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Teknologi Nasional Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan karya ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan sebagai bentuk pembelajaran. Penulisan makalah ini tidak lepas dari dukungan dan dukungan baik langsung maupun tidak langsung dari berbagai pemangku kepentingan.

Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, M.T. dan Bapak Sotyohadi, ST., MT, selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro S-1 yang selalu senantiasa membantu ketika mempunyai masalah..
4. Orangtua serta keluarga yang senantiasa memberikan doa, semangat, serta mendukung baik berupa moril dan materi dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro ITN angkatan 2019 yang sangat memberi dukungan sesama.

Penulis memahami bahwa karya ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa kerjasama dan dukungan semua pihak.

Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi pengembangan karya ini, sehingga bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Malang, Juli 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi.....	3
BAB.II TINJAUAN PUSTAKA & DASAR.TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Lampu Lalu Lintas .....	6
2.2 Sistem Kontrol Dan Penambahan Waktu .....	6
2.2.1 Kontrol waktu tetap .....	6
2.2.2 Kontrol dinamis .....	7
2.2.3 Kontrol terkoordinasi : .....	7
2.2.4 Kontrol interupsi : .....	7
2.3 <i>Fuzzy Logic</i> .....	7
2.3.1 Pengertian.....	7
2.3.2 Komponen Dasar <i>Fuzzy Logic</i> .....	7
2.3.3 Fungsi Keanggotaan .....	9
2.3.4 <i>Fuzzy Inference System</i> .....	11

2.3.5 Metode Mamdani.....	11
2.3.6 Metode Sugeno.....	12
2.3.7 Metode Tsukamoto .....	13
2.4 Citra.....	14
2.4.1 Cropping Image.....	14
2.4.2 Grayscale.....	15
2.4.3 Citra Berwarna(RGB) .....	15
<b>BAB III METODOLOGI.PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
3.1 Perancangan Pembuatan Alat .....	17
3.2.1 Alat dan Bahan .....	17
3.2.2 Desain Prototipe .....	18
3.2.3 <i>Wiring</i> Diagram.....	18
3.2 Pengamatan Tempat .....	19
3.3 Prinsip Kerja .....	20
3.4.1 Blok Diagram .....	20
3.4.2 Flowchart .....	21
3.4.3 Object Detection .....	22
3.4.4 Membership Function.....	25
3.4.5 Prioritas Persimpangan .....	27
3.4.6 Sistem Inferensi dan <i>Rule base</i> .....	27
3.4.6 Defuzzifikasi .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Pengujian <i>Webcam</i> .....	29
4.2 Pengujian Object Detection & Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> .....	29
4.2.1 Hasil Pengujian Persimpangan Prioritas I.....	30
4.2.2 Hasil Pengujian Persimpangan Prioritas II .....	39
4.3 Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i> .....	47



BAB V PENUTUP .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	53

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Lampu lalu lintas.....	6
<b>Gambar 2.2</b> kotak.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Representasi Linier Naik .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Representasi Nilai Turun.....	10
<b>Gambar 2.5</b> Representasi Kurva Segitiga.....	10
<b>Gambar 2.6</b> Diagram Aturan pada Metode Sugeno .....	13
<b>Gambar 2.7</b> Inferensi Menggunakan Tsukamoto.....	14
<b>Gambar 3. 1</b> desain prototipe yg akan dibuat .....	18
<b>Gambar 3.2</b> Wiring Diagram .....	18
<b>Gambar 3.3</b> Proses Pengamatan tempat .....	19
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Sistem kontrol utama .....	20
<b>Gambar 3.6</b> <i>Flowchart</i> Sistem Utama.....	21
<b>Gambar 3.7a)</b> Gambar Normal b)Hasil <i>Cropping Gambar</i> .....	22
<b>Gambar 3.8</b> Hasil konversi gambar ke <i>Grayscale</i> ’ .....	23
<b>Gambar 3.9</b> Hasil Thresholding Gambar.....	23
<b>Gambar 3.10</b> Hasil <i>Contour</i> .....	24
<b>Gambar 3.12</b> <i>Membership Function</i> kepadatan persimpangan.....	25
<b>Gambar 3.13</b> <i>Membership Function</i> Prioritas.....	26
<b>Gambar 3.14</b> <i>Membership Function</i> durasi Lampu Hijau.....	26
<b>Gambar 3.15</b> Prioritas Pertigaan .....	27
<b>Gambar 4.1</b> Tampilan pengujian kamera.....	29
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Gambar Input 1 pada Prioritas I.....	30
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Gambar Input 2 pada Prioritas I.....	30
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Gambar Input 3 pada Prioritas I.....	31
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Gambar Input 4 pada Prioritas I.....	31
<b>Gambar 4.6</b> Hasil <i>Cropping Gambar</i> Input 1 pada Prioritas I .....	32

<b>Gambar 4.7</b> Hasil Cropping Gambar Input 2 pada Prioritas I .....	32
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Cropping Gambar Input 3 pada Prioritas I .....	32
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Cropping Gambar Input 2 pada Prioritas I .....	33
<b>Gambar 4.10</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 1 pada Prioritas I .....	33
<b>Gambar 4.11</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 2 pada Prioritas I .....	33
<b>Gambar 4.12</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 3 pada Prioritas I .....	34
<b>Gambar 4.13</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 4 pada Prioritas I .....	34
<b>Gambar 4.14</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 1 pada Prioritas I .....	35
<b>Gambar 4.15</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 2 pada Prioritas I .....	35
<b>Gambar 4.16</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 3 pada Prioritas I .....	35
<b>Gambar 4.17</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 4 pada Prioritas I .....	35
<b>Gambar 4.18</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 1 pada Prioritas I .....	36
<b>Gambar 4.19</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 2 pada Prioritas I .....	36
<b>Gambar 4.20</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 3 pada Prioritas I .....	36
<b>Gambar 4.21</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 1 pada Prioritas I .....	37
<b>Gambar 4.22</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 1 pada Prioritas I .....	37
<b>Gambar 4.23</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 2 pada Prioritas I .....	38
<b>Gambar 4.24</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 3 pada Prioritas I .....	38
<b>Gambar 4.25</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 4 pada Prioritas I .....	39
<b>Gambar 4.26</b> Hasil Pengambilan Gambar Input 1 Prioritas II .....	39
<b>Gambar 4.27</b> Hasil Pengambilan Gambar Input 2 Prioritas II .....	40
<b>Gambar 4.28</b> Hasil Pengambilan Gambar Input 3 Prioritas II .....	41
<b>Gambar 4.29</b> Hasil Pengambilan Gambar Input 4 Prioritas II .....	41
<b>Gambar 4.30</b> Hasil Cropping Gambar Input 1 pada Prioritas II .....	41
<b>Gambar 4.31</b> Hasil Cropping Gambar Input 2 pada Prioritas II .....	41

<b>Gambar 4.32</b> Hasil Cropping Gambar Input 3 pada Prioritas II.....	42
<b>Gambar 4.33</b> Hasil Cropping Gambar Input 4 pada Prioritas II.....	42
<b>Gambar 4.32</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 1 pada Prioritas II.....	42
Gambar 4.33 Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 2 pada Prioritas II .....	43
<b>Gambar 4.34</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 3 pada Prioritas II.....	43
<b>Gambar 4.35</b> Hasil <i>Grayscale</i> Gambar Input 4 pada Prioritas II.....	43
<b>Gambar 4.36</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 1 pada Prioritas II....	43
<b>Gambar 4.37</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 2 pada Prioritas II....	44
<b>Gambar 4.38</b> Hasil <i>Binary Image</i> Gambar Input 2 pada Prioritas II....	44
<b>Gambar 4.39</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 1 pada Prioritas II.....	44
<b>Gambar 4.40</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 2 pada Prioritas II.....	44
<b>Gambar 4.41</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 3 pada Prioritas II.....	44
<b>Gambar 4.42</b> Hasil <i>Contour Image</i> & Panjang kepadatan Input 4 pada Prioritas II.....	45
<b>Gambar 4.43</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 1 pada Prioritas II .....	45
<b>Gambar 4.44</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 2 pada Prioritas II .....	46
<b>Gambar 4.45</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 3 pada Prioritas II .....	46
<b>Gambar 4.46</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> Input 4 pada Prioritas .....	47

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> <i>Rule Base</i> .....	27
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i> Prioritas 1.....	47
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i> Prioritas 2.....	48