

Rancang Bangun Prototipe Lampu Lalu Lintas Pertigaan Menggunakan Sensor Kamera Berbasis Fuzzy Logic

¹Nanda Romadhoni, ²Ir. Kartiko Ardi Widodo, Sotyohadi
Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia
¹nandaromadhoni@gmail.com, ²tiko_ta@lecturer.itn.ac.id

Abstract— Kemacetan pada persimpangan Lampu lalu lintas merupakan masalah umum yang terjadi di 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*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan kepadatan lalu lintas di pertigaan Blimbing Malang sering terjadi setiap akhir pekan karena banyaknya kendaraan dari luar kota untuk keperluan pariwisata. Akibat kepadatan lalu lintas yang meningkat, kemacetan pun terjadi. Selain jumlah kendaraan yang banyak, pengaturan lampu lalu lintas juga menjadi penyebab kemacetan. Menurut artikel yang ditulis oleh Lilis Fransiska, Sistem lampu lalu lintas tradisional menggunakan pengaturan waktu standar untuk lampu merah, kuning, dan hijau, tetapi dengan volume lalu lintas yang bervariasi sepanjang hari, penting untuk memiliki kontrol yang fleksibel terhadap durasi lampu hijau yang dapat disesuaikan dengan kepadatan kendaraan.[4]

Telah di lakukan penelitian yang menerapkan fuzzy logic sebagai logika kontrol lampu lalu lintas yang hasil nya presentasi kendali lampu lalu lintas 94% akurat dari 50 percobaan.[5] penelitian lain yaitu membuat aplikasi Fuzzy Logic Controller pada sistem lalu lintas di jalan Abu Bakar Ali, Yogyakarta. Dari hasil Penelitian tersebut sistem fuzzy logic lebih efektif di bandingkan dengan sistem Konvensional

yang dipakai sekarang karena mampu memperhitungkan jumlah kendaraan yang masuk ke dalam suatu lampu lalu lintas sehingga menjadi panduan untuk menentukan lamanya lampu hijau pada lampu lalu lintas tersebut.[3]

Dari beberapa penelitian ini, Fuzzy Logic cocok untuk di terapkan dalam pengaturan lalu lintas. Maka di buatlah Pengaturan lampu lalu lintas untuk mengurangi panjang antrian kendaraan pada pertigaan blimbing berbasis Fuzzy logic. Dengan sistem Fuzzy logic, pengaturan lampu hijau dapat di sesuaikan dari kondisi Panjang kendaraan di setiap persimpangan dengan mencocokkan membership function yang telah di tetapkan. Diharapkan sistem ini dapat mengatur durasi lampu hijau sesuai kepadatan lalu lintas, sehingga kepadatan lalu lintas di pertigaan Blimbing Malang berkurang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengatur lampu lalu lintas agar mengurangi Panjang antrian kendaraan?
2. Bagaimana mengimplementasikan fuzzy logic control untuk optimasi pewaktuan lampu hijau pada lampu lalu lintas?
3. Bagaimana menggabungkan citra digital dengan fuzzy logic sebagai pengendali traffic light?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan prototipe ini adalah dapat mensimulasikan Sistem kendali lampu lalu lintas yang adaptif sehingga lama pewaktuan lampu hijau sesuai dengan tingkat kepadatan di persimpangan jalan dan kepadatan kendaraan akan terurai dengan cepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Raspberry Pi 4 B+*

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer yang di rancang dengan ukuran minimalis sehingga di sebut juga sebagai mini PC. Perangkat *Raspberry Pi 4* menggunakan Sistem Operasi yang bernama Raspian dimana sistem Operasi ini adalah pengembangan dari Linux.

Adapun Spesifikasi dari Raspberry Pi 4 yang di gunakan adalah sebagai Berikut:

- a. Quadcore @1,2 GHz.
- b. RAM 8 GB
- c. WLAN
- d. Sd card port
- e. USB port 4 slot
- f. HDMI



Gambar 2. 1 Raspberry Pi 4B+

B. Open CV

Open CV Merupakan kependekan dari Open Source Computer Vision Library. Open C Memuat library program komputer yang Berfokus pada bahasa pemrograman python. Penggunaan Library ini adalah pada projek penelitian yang melibatkan pengolahan citra di dalam penelitian itu. Tujuan utama dari OpenCV adalah untuk melakukan pengolahan gambar secara real-time. Selain itu, OpenCV juga memiliki kemampuan untuk melakukan pengenalan objek, thresholding, transformasi gambar, pengaburan, konversi ke citra skala abu-abu, dan sebagainya [7].



Gambar 2. 2 OpenCV

C. Proses Pengolahan Citra

Secara harfiah, citra merupakan representasi bidang dalam dua dimensi. Dalam sudut pandang matematis, citra dapat dianggap sebagai fungsi secara berkelanjutan dari tingkat kecerahan cahaya pada suatu bidang dua dimensi. Objek yang disinari oleh sumber cahaya memantulkan sebagian dari cahaya tersebut. Cahaya yang terpantul ini kemudian akan diabadikan oleh perangkat optik seperti mata manusia, pemindai kamera, dan sejenisnya, yang menghasilkan gambar yang di sebut Citra.

Citra pada suatu gambar memiliki banyak Informasi, Citra juga memiliki kekurangan yaitu kualitas citra bisa mengalami penurunan karena adanya noise atau derau, kurang nya ketajaman piksel dan blurring karena human error. Keberadaan gangguan semacam ini membuat interpretasi citra menjadi lebih sulit karena informasi yang dapat disampaikan oleh citra tersebut menjadi terbatas. Untuk mempermudah interpretasi citra yang terganggu, baik oleh manusia maupun mesin, diperlukan pengolahan citra. Ini melibatkan proses dan manipulasi citra untuk meningkatkan kualitasnya..[7]

D. Background Subtraction

Background subtraction adalah metode yang digunakan untuk memisahkan objek-objek foreground dari latar belakang dalam citra atau video. Pendekatan yang umum digunakan adalah dengan membandingkan setiap piksel dalam frame saat ini dengan nilai piksel yang sesuai dalam gambar background yang telah ditentukan sebelumnya.

Rumus yang umum digunakan dalam background subtraction adalah:

$$\text{Foreground} = |\text{Frame} - \text{Background}| > \text{Threshold}$$

Metode background subtraction sangat dipengaruhi oleh pengaturan ambang batas (threshold) yang digunakan, yang dapat disesuaikan untuk mengontrol sensitivitas kamera dalam menangkap gambar. Salah satu alternatif pendekatan yang efektif adalah Model Running Average. Model ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan model lain seperti Model Average atau Median karena mengonsumsi sedikit memori. Rumus yang digunakan dalam Model Running Average adalah:

$$B_{i+1} = \alpha * F_i + (1 - \alpha) * B_i,$$

di mana α adalah tingkat pembelajaran yang biasanya memiliki nilai 0,05, B_i mewakili latar belakang, dan F mewakili frame saat ini. Dalam pendekatan ini, tingkat pembelajaran α digunakan untuk menghitung rata-rata bergerak antara frame saat ini (F_i) dan latar belakang sebelumnya (B_i). Proses ini secara perlahan menggantikan sebagian besar nilai latar belakang yang ada sebelumnya dengan frame baru. Kelebihan utama Model Running Average adalah efisiensi penggunaan memori yang lebih baik dibandingkan dengan model lain yang memerlukan penyimpanan data lengkap. Dengan demikian, model ini dapat secara adaptif mengakomodasi perubahan dalam latar belakang secara perlahan.[7]

E. Kamera Webcam

Kamera webcam atau web camera Kamera Portable yang bebas di pasang di device manapun sehingga sangat praktis untuk kebutuhan Tele conference ataupun video call menggunakan PC. Webcam yang di gunakan memiliki spesifikasi 10 sampai 15 MP dengan hasil video beresolusi 480p.



Gambar 2. 3 Webcam Camera

F. Fuzzy Logic

Logika Fuzzy merupakan suatu metode yang di gunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam suatu sistem yang mempunyai ke ambiguan yang sulit untuk di modelkan.

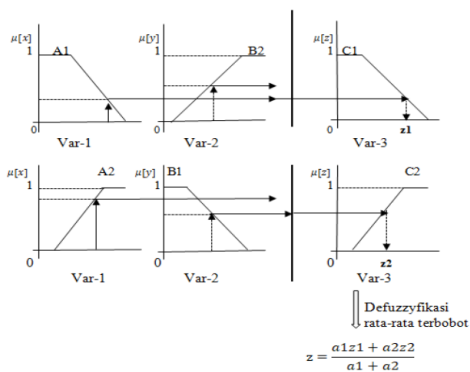
Logika Fuzzy dapat di analogikan sebagai kotak hitam penghubung antara input dan output. Hasil dari kotak hitam adalah suatu metode yang di gunakan untuk memproses data input menjadi output yang di pahami oleh mesin.[4]



Gambar 2. 4 Diagram blok logika Fuzzy sebagai Blank Box [4]

G. Inferensi Tsukamoto

Metode Tsukamoto digunakan untuk mengimplikasikan aturan yang memiliki bentuk Input=Output dengan adanya hubungan sebab-akibat. Penerapan metode ini melibatkan penggunaan himpunan-himpunan Fuzzy dengan fungsi anggota yang bersifat monotonik dan pemilihan ciri yang tepat. Untuk memperoleh hasil yang tegas (Crisp Solution), digunakan rumus penegasan (defuzzifikasi) yang dikenal sebagai center average defuzzification (CAD). Contohnya, terdapat dua variabel input, yaitu var-1 (x) dan var-2 (y), serta variabel output, var-3 (z). Masing-masing variabel input memiliki dua himpunan, seperti A1 dan A2 untuk var-1, B1 dan B2 untuk var-2, sedangkan var-3 terdiri dari himpunan C1 dan C2 yang harus memenuhi sifat monotonik. Terdapat dua aturan yang digunakan, yaitu [R1] JIKA (x adalah A1) dan (y adalah B2) MAKA (z adalah C1) dan [R2] JIKA (x adalah A2) dan (y adalah B1) MAKA (z adalah C2). Langkah awal dalam penerapan metode ini adalah menentukan fungsi keanggotaan untuk himpunan Fuzzy dari setiap aturan, seperti A1, B2, dan C1, serta A2, B1, dan C2. Aturan Fuzzy R1 dan R2 dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik atau diagram untuk mendapatkan nilai tegas (crisp) dari variabel output z.[4]



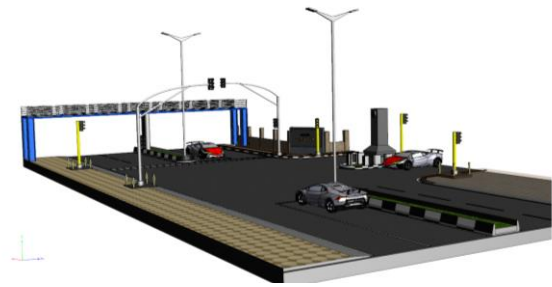
Gambar 2. 5 Inferensi Menggunakan Tsukamoto [4]

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan perancangan prototipe dari sistem, Blok diagram sistem utama dan fuzzy control,

Flowchart Sistem dan desain dari Sistem Inferensi Fuzzy yang digunakan.

A. Desain Prototipe



Gambar 3.1 Desain Prototipe Yang akan di buat

B. Pengamatan Tempat

Tujuan dari pengamatan tempat adalah sebagai referensi waktu lampu lalu lintas dan mengenali kondisi kepadatan yang terjadi di pertigaan sabilillah(jl. A. yani Blimbing Malang). Adapun pengamatan yang di lakukan adalah mengamati kepadatan setiap persimpangan, menghitung lampu merah dan lampu hijau setiap persimpangan. Proses pengamatan di laksanakan pada hari dan waktu yang berbeda. Di hari pertama pengamatan di laksanakan pada pagi hari jam 07:00 WIB sampai jam 08:00 WIB. Di hari kedua pengamatan di laksanakan pada siang hari pada jam 10:00 WIB sampai jam 11:00 WIB. Dan di hari terakhir pengamatan di laksanakan pada jam 16:00 WIB sampai jam 17:00 WIB.



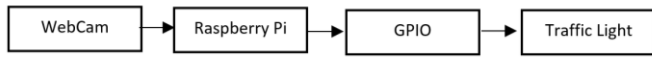
Gambar 3. 2 Proses Pengamatan Tempat

Dari hasil Pengamatan selama 3 hari telah disimpulkan sebagai berikut :

1. Kenaikan jumlah kepadatan terjadi pada pagi dan sore hari
2. Kepadatan paling banyak terjadi pada persimpangan ke arah luar kota
3. Waktu lampu hijau paling lama adalah persimpangan dari arah luar kota yaitu sekitar 55 detik.
4. Waktu lampu hijau dari arah alun-alun malang sekitar 35 detik
5. Waktu Lampu hijau dari arah jl. Soekarno hatta malang sekita 40 detik

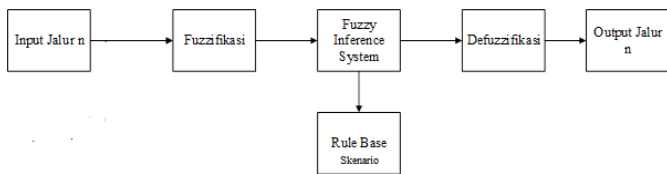
C. Blok Diagram

Untuk Blok diagram dirancang, terbagi 2 sistem Blok Diagram. Dimana Blok Diagram Pertama adalah pemaparan sistem Utama yang akan di jalankan, dan Blok diagram kedua



merupakan sistem Kontrol Fuzzy.

Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem Utama



Gambar 3. 4 Blok Diagram Fuzzy Logic

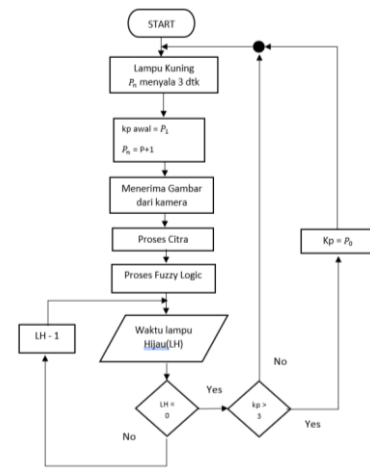
Blok Diagram pada perancangan ini terdiri dari dua blok, blok pertama adalah blok control utama yang terdiri dari Raspberry pi, webcam, dan traffic light. Sedangkan blok kedua merupakan sistem dari kontrol logika Fuzzy mulai dari fuzzifikasi untuk mengolah input jalur n sampai defuzzifikasi sehingga output jalur n siap di gunakan.

Pada blok pertama, Webcam sebagai penangkap situasi di persimpangan jalan. Selain monitoring, Webcam juga digunakan untuk pengambilan gambar untuk proses citra. Sedangkan Raspberry pi 4 sebagai mikrokontroler utama dari sistem ini untuk menjalankan proses citra dan Logika Fuzzy. Pada Prototipe ini Di pasang pada setiap lampu Merah dan Hijau sehingga berjumlah 15 Output Led.

Pada Blok Kedua merupakan sistem Kontrol Logika Fuzzy. Input Jalur n merupakan hasil dari proses citra sebagai persentasi dari kepadatan persimpangan jalan n. Kemudian, Persentasi tersebut di olah pada proses fuzzifikasi dan di cocokkan pada *Membership function*, di tentukan derajat keanggotaan. Kemudian memasuki proses inferensi tsukamoto dengan mengolah derajat keanggotaan sesuai rule yang di tentukan menjadi alpha predikat. Alpha predikat yang sudah di tentukan akan di defuzzifikasi dengan nilai rata” alphapredikat untuk mendapatkan lama waktu Lampu Hijau menyala.

D. Flowchart

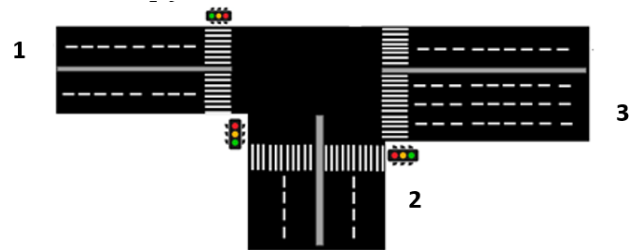
Pada Sistem Flowchart, akan di jelaskan bagaimana Sistem akan bekerja saat Lampu lalu lintas menyala. Mulai dari Inisiasi kamera, Penyalaan lampu kuning sebagai delay, Perhitungan Fuzzy, dan Hasil keputusan lama nya Lampu Hijau.



Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Utama

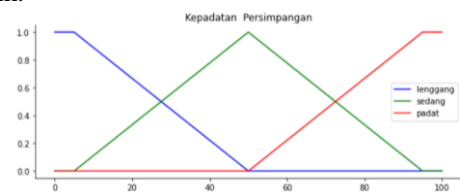
Proses pertama pada *Flowchart* diatas adalah Inisiasi Kamera, kemudian gambar yg di dihasilkan kamera akan di proses citra untuk diambil data dari biner piksel gambar. Hasil dari proses citra akan di olah ke fuzzy logic dari fuzzifikasi hingga ke defuzzifikasi. Hasil dari defuzzifikasi merupakan detik lama waktu hijau yang siap digunakan. Setelah menyelesaikan pewaktuan, perulangan sistem akan di lakukan blok *Decision* yang bertujuan menentukan persimpangan selanjut nya. Pergantian persimpangan akan di lakukan secara berurutan. Jika giliran persimpangan yang di proses adalah Persimpangan 3 maka giliran selanjut nya akan di ulang ke persimpangan 1.

E. Membership Function

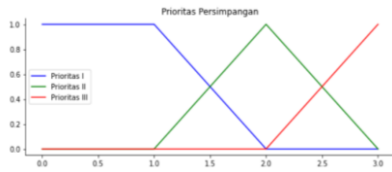


Gambar 3. 6 Pertigaan

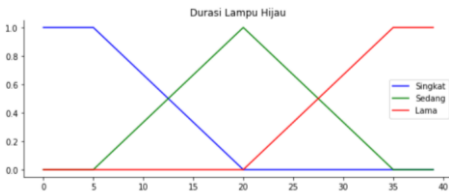
Pada sistem ini digunakan 2 fungsi keanggotaan (*membership function*) sebagai input dan *membership function* output yaitu Persentasi kepadatan dan Prioritas persimpangan sebagai *input* dan Lama waktu Lampu Hijau sebagai *Output*. Fungsi keanggotaan Prioritas adalah fungsi yang menentukan persimpangan yang dianggap prioritas. Persimpangan Prioritas utama adalah persimpangan 1, Prioritas kedua persimpangan 2, dan Prioritas ketiga adalah persimpangan 3. Satuan pada input Prioritas adalah Konstanta dan Satuan pada Output adalah detik.



Gambar 3. 7 Membership Function kepadatan persimpangan



Gambar 3. 8 Membership Function Prioritas



Gambar 3. 9 Membership Function Durasi Lampu Hijau

F. Sistem Inferensi dan Rule Base

Sistem Inferensi yang di gunakan adalah Sistem Inferensi Tsukamoto, dimana dari rule base akan menentukan α Predikat kemudian setiap α Predikat akan di defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata α Predikat yang sudah di tentukan. Rule base yang di gunakan dapat di lihat pada tabel 1.

Prioritas I	Prioritas II	Prioritas III
If Kepadatan Low and P1 Then Lampu Hijau Low	If Kepadatan Low and P2 Then Lampu Hijau Low	If Kepadatan Low and P3 Then Lampu Hijau Low
If Kepadatan Med and P1 Then Lampu Hijau Med	If Kepadatan Med and P2 Then Lampu Hijau Med	If Kepadatan Med and P3 Then Lampu Hijau Low
If Kepadatan High and P1 Then Lampu Hijau High	If Kepadatan High and P2 Then Lampu Hijau Med	If Kepadatan High and P3 Then Lampu Hijau Med

Tabel 3. 1 Tabel Rule Base

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk Hasil dari Pengujian akan di bahas di bagian ini, adapun Hasil yang di dapat adalah pengambilan Input setiap persimpangan sampai hasil perhitungan Fuzzy logic. Untuk Hasil perhitungan di bagi 2 yaitu hasil perhitungan secara Input manual dan Input dari hasil Proses Citra.

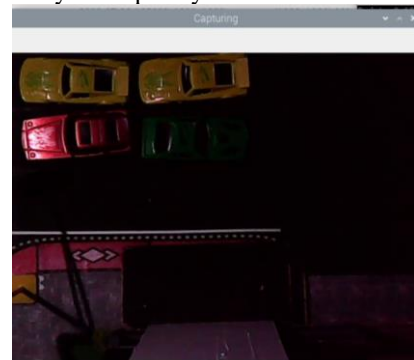
Kedua hasil Perhitungan tersebut di bandingkan sehingga menjadi sebuah kesimpulan dari penelitian ini.

Berikut merupakan urutan dari pengujian-pengujian yang akan dibahas:

1. Pengujian Webcam Kamera
2. Pengujian Object Detection menggunakan Background Subtraction
3. Hasil Perhitungan Fuzzy Logic
4. Pengujian Keseluruhan Sistem

A. Pengujian Kamera Webcam

Pengujian Pertama yang di lakukan adalah uji Inisiasi kamera. Tujuannya dari kamera yaitu selain melihat hasil Citra juga kamera di uji untuk streaming secara terus menerus. Resolusi yang di hasil kan dari webcam adalah 480p. Percobaan di lakukan menggunakan kamera webcam yang terintegrasi dengan Raspberry Pi 4. Yang mana Jendela Webcam akan muncul Di layar Raspberry.



Gambar 4. 1 Tampilan pengujian kamera webcam

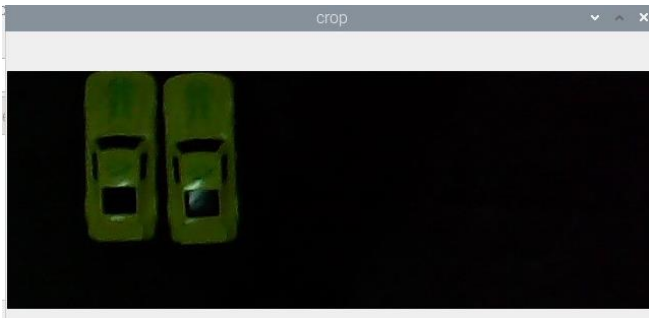
B. Pengujian Object Detection

Pada bagian ini akan di jelaskan bagaimana Proses citra dari Object detection bekerja, sehingga dari hasil Object detection ini akan menjadi Input tingkat kepadatan di salah satu persimpangan. Adapun proses Object detection yang di gunakan adalah backpropagation, dimana gambar akan diturunkan kualitas nya menjadi binary image. Untuk alur proses nya adalah Cropping gambar, thresholding, binary image, dan image contour.

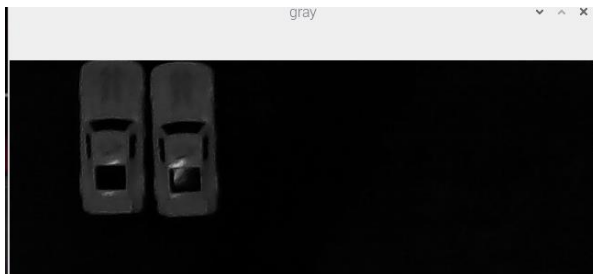
Pengujian yang Pertama adalah meng crop gambar agar citra yang di proses lebih akurat. Proses Gambar yang telah di Crop akan di Proses menjadi Grayscale. Proses pengolahan ini di sebut dengan Thresholding.



Gambar 4. 3 Hasil Pengambilan Gambar



Gambar 4.4 Hasil Cropping Gambar

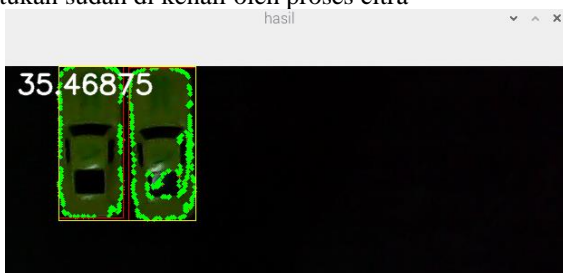


Gambar 4.5 Hasil Pengolahan citra Grayscale



Gambar 4.6 Hasil Binary Image

Setelah gambar di ubah menjadi hitam putih seperti Gambar di atas, maka dapat di tentukan *Contour*(garis tepi) dari objek yang ber warna putih, sehingga objek yang di tentukan sudah di kenali oleh proses citra



Gambar 4.7 Hasil Binary Image

Walaupun hasil yang di dapat cukup akurat, metode ini memiliki kekurangan. Jika Background, objek dan lingkungan sekitar mempunyai warna yang sama akan menghasilkan noises yang mempengaruhi nilai binary yang di proses.

C. Hasil Perhitungan Fuzzy Logic

Pada bagian ini merupakan hasil dari Perhitungan Fuzzy Logic dengan hasil berupa Lama waktu Lampu

Hijau. Dimana Tabel 4. 1 merupakan Prioritas 1, Tabel 4. 2 Prioritas 2, dan Tabel 4. 3 Prioritas 3. Tabel tersebut merupakan hasil perhitungan secara Input Program, sedangkan gambar 4.8 merupakan hasil perhitungan dari Input Proses Citra

```

geany_run_script_V30E91.sh
File Edit Tabs Help
Lenggang: 0.322916666666667
Sedang: 0.677083333333333
z1: 1.0
Lampu hijau Singkat, Nilai apred1 z = 0.322916666666667
15.15625
Lampu hijau Sedang, Nilai apred1 z2 = 0.677083333333333
15.156249999999998
Lampu hijau Lama, Nilai apred1 z3 = 0.0
20.0
Lampu hijau singkat, Nilai apred1 z4 = 0.0
20.0
Lampu hijau Sedang, Nilai apred1 z5 = 0.0
5.0
Lampu hijau Sedang, Nilai apred1 z6 = 0.0
35.0
Lampu hijau Singkat, Nilai apred1 z7 = 0.0
20.0
Lampu hijau Singkat, Nilai apred1 z8 = 0.0
20.0
Lampu hijau Sedang, Nilai apred1 z9 = 0.0
5.0
15.156249999999996
Waktu Lampu Hijau = 15.156249999999996
  
```

Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan Fuzzy

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Fuzzy Logic Prioritas 1

Kepadatan(%)	Prioritas(K)	Waktu Lampu Hijau(Detik)
5	1	5
10	1	6.66
15	1	8.33
20	1	10
25	1	11.66
30	1	13.33
35	1	15
40	1	16.66
45	1	18.33
50	1	20
55	1	21.66
60	1	23.33
65	1	24.99
70	1	26.66
75	1	28.33
80	1	30
85	1	31.66
90	1	33.33
95	1	35
100	1	35

V. PENUTUP

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Fuzzy Logic Prioritas 2

Kepadatan(%)	Prioritas(K)	Waktu Lampu Hijau(Detik)
5	2	5
10	2	6.66
15	2	8.33
20	2	10
25	2	11.66
30	2	13.33
35	2	15
40	2	16.66
45	2	18.33
50	2	20
55	2	22.96
60	2	25.18
65	2	26.66
70	2	27.40
75	2	27.40
80	2	26.66
85	2	25.18
90	2	22
95	2	20
100	2	20

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Fuzzy Logic Prioritas 3

Kepadatan(%)	Prioritas(K)	Waktu Lampu Hijau(Detik)
5	3	5
10	3	7.96
15	3	10.18
20	3	11.66
25	3	12.40
30	3	12.40
35	3	11.66
40	3	10.18
45	3	7.96
50	3	5
55	3	6.66
60	3	8.33
65	3	10
70	3	11.66
75	3	13.33
80	3	15
85	3	16.66
90	3	18.33
95	3	20
100	3	20

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Fuzzy yang telah di paparkan. Terdapat beberapa hal yang dapat diambil atau disimpulkan dari rancang bangun Prototipe Lampu lalu lintas menggunakan Sensor kamera berbasis Fuzzy logic. Berikut merupakan hasil kesimpulan yang didapat dari setiap pengujian.

1. Untuk mendapatkan gambar yang baik Harus di lakukan dengan menggunakan background dan objek berwarna terang dengan tujuan mengurangi noises.
2. Hasil Thresholding dari Proses citra menentukan input pada Fuzzy logic sehingga noises pada gambar akan mempengaruhi nilai output lama waku Lampu Hijau.
3. Hasil Perhitungan pada Fuzzy Logic Sesuai dengan Rule Base yang Di tentukan

B. Saran

Penelitian yang telah di buat oleh penulis tentunya memiliki banyak kekurangan sehingga perlu ada nya pengembangan selanjutnya agar penelitian selanjut nya akan menjadi sistem yang paripurna. Berikut saran dan masukan dari penulis untuk pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat menggunakan Mini computer dengan spesifikasi yang lebih tinggi dan menggunakan Grafic Processing Unit(GPU) yang terbaru.
2. Perlu penambahan Sensor agar Input lebih bervariasi sehingga kekurangan dari backpropagation bisa di cover.
3. Perlu memodifikasi library Open CV untuk dapat mengolah resolusi citra yang lebih tinggi dimana maksimal pengolahannya hanya di resolusi 1300 x 800 atau setara.
4. Perlu ditambahkan sistem penerangan yang terintegrasi dengan Fuzzy logic sehingga sistem BackPropagation bisa berjalan dengan maksimal.
5. Peningkatan spesifikasi kamera yang lebih HD.

VI. REFERENSI

- [1] Alamsyah. "Pengaturan Lampu Lintas Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535," 2012 .
- [2] Erwan Eko Prasetyo. "Perbandingan Kinerja Pengendali Lampu Lalu Lintas Metode Fuzzy Tipe Sugeno Dengan Metode Waktu Tetap. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan" ISSN 2302-3805, 2016.
- [3] Indah Puspita, Erma Suryani, Agus Maman Abadi. "Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Sistem Lampu Lalu Lintas di jalan Abu Bakar Ali", 2017.
- [4] Lilis Fransiskha. "Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Kepadatan Kendaraan Menggunakan Metode Pelabelan Objek Dan Fuzzy Inference System Tsukamoto" 2020.

- [5] Paula Juliana, Lukman Hakim. "Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Mamdani" 2019.
- [6] Triyanto Pangaribowo. "Perancangan Simulasi Kendali Valve Dengan Algoritma Logika Fuzzy Menggunakan Bahasa Visual Basic. Jakarta: Universitas Mercu Buana Jakarta." Vol.6 No.2, 2015.
- [7] Kurniawan Dwi Irianto, Gunawan Ariyanto, Dedy Ari P. Motion Detection Using OpenCV With Background Subtraction And Frame Differencing Technique. Surakarta" 2009.

Elektro dengan konsentrasi Elektronika, saya bergabung dengan Unit Kegiatan mahasiswa yaitu Lembaga Dakwah Islamiyah(LDI) ITN Malang dan Pencak Silat Persaudaraan Setia Hati Terate ITN Malang, saya juga bergabung di Asisten Lab Otomasi dan Robotika Teknik Elektro S1.
E mail: nandaromadhoni@gmail.com

VII. BIODATA PENULIS

FOTO
MAHA
SISWA

Nama Nanda Romadhoni lahir di Banjarmasin, Kalimantan Selatan pada tanggal 11 Januari 1999. Tahun 2004 hingga 2010 menempuh Pendidikan SDN Basirih 1 Banjarmasin, Kalimantan Selatan, kemudian melanjutkan studi tahun 2010 hingga 2013 di SMPN 11 Banjarmasin, setelah itu melanjutkan studi tahun 2013 hingga 2016 di SMKN 5 Banjarmasin dan melanjutkan pendidikan tinggi nya di tahun 2016 hingga 2023 pada Institut Teknologi Nasional Malang, saya mengambil jurusan teknik