

PEMODELAN SISTEM KONTROL TRAFFIC LIGHT BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN DENGAN TEKNIK EDGE DETECTION DAN LOGIKA FUZZY

Budi Sutomo¹

Jurusan Teknik Informatika STMIK DHARMA WACANA¹
Jalan Kenangan No.3 Mulyo Jati Metro Barat¹
budi.atmel@gmail.com¹

ABSTRACT

In general, traffic control has been using traffic lights regulator. Use of Traffic Light has the disadvantage of setting the vehicle is not based on the real-time condition of the number of cars but by time. Utilization of digital image processing technology can be applied to the traffic light system is to detect the number of vehicles on each side of the road. The detection number of vehicles using edge detection is a way to detect the density of vehicles. This method is an object filtering method to retrieve information about the edges of objects in the form of binary data. While to produce a long time to be provided on each side of the traffic light then use fuzzy logic to the Min-Max method, as a parameter which is based on a comparison of solid vehicle of each side of the road. The results obtained, namely the amount of time lights of traffic light at each segment based intensiveness of vehicles, the solid vehicle, the green light lit up time is getting longer.

Kata Kunci: *Digital image processing, edge detection, fuzzy logic, real-time, traffic light.*

ABSTRAK

Secara umum pengendalian lalu-lintas selama ini menggunakan pengatur lampu lalu-lintas (Trafic Light). Penggunaan Trafic Light memiliki kelemahan yaitu pengaturan kendaraan tidak berdasarkan kondisi real-time dari jumlah kendaraan tetapi berdasarkan waktu. Pemafaatan teknologi pengolahan citra digital dapat diterapkan pada sistem trafic light yaitu dengan mendeteksi jumlah kendaraan dari setiap sisi jalan. Pendeteksian jumlah kendaraan menggunakan metode deteksi tepi (edge detection) merupakan cara untuk mendeteksi kepadatan kendaraan. Metode ini merupakan metode pemfilteran objek untuk mengambil informasi bagian tepi objek berupa data biner. Sedangkan untuk menghasilkan lama waktu yang akan diberikan pada setiap sisi traffic light maka digunakan logika Fuzzy dengan metode Min-Max, sebagai parameter yaitu berdasarkan perbandingan padat kendaran dari setiap sisi jalan. Hasil yang didapatkan yaitu jumlah waktu nyala lampu traffic light pada tiap-tiap ruas berdasarkan kepadatan kendaran, semakin padat kendaraan, maka waktu menyala lampu hijau semakin lama.

Kata Kunci: *Pengolahan citra digital, Edge detection, Logika Fuzz, real-time, traffic light.*

1. Pendahuluan

Lampulalulintas adalah faktor penting dalam pengaturan transportasi jalan raya. Semakin berkembangnya zaman makin ramai pula jumlah kendaraan yang melintas. Masalah yang akan timbul adalah ketidakaturan lalulintas yang mengakibatkan kemacetan, terutama pada jalan sibuk dan padat.

Bahkan, mungkin pula terjadi di daerah lalulintas (traffic light) sebagai pengatur jalan. Pengaturan traffic light yang baik adalah yang mampu mengetahui kondisi pada saat itu.

Menurut Irawanto (2010), Sistem pengaturan yang digunakan saat ini adalah dengan menentukan terlebih dahulu siklus waktunya (preset cycle time). Misalnya, nyala lampu merah dan hijau akan berganti setiap 100 detik. Durasi yang didapat dari sistem ini dirasa punya kelemahan, yaitu mengabaikan keadaan jalan yang diaturnya. Dengan begitu, bisa saja selama durasi nyala lampu hijau, jarang kendaraan yang melintas. Sementara lalu-lintas lain yang sedang mendapat lampu merah, kendaraan amat padat, dan harus menunggu giliran lampu hijau yang masih mengatur "jalan kosong". Alternatif solusi yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan penggunaan

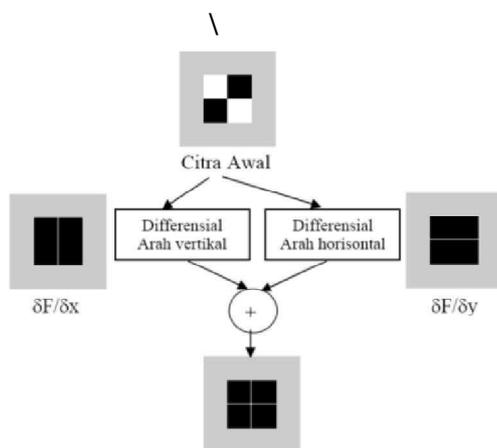
aturan logika fuzzy pada sistem pengaturan traffic light. perencanaan sistem pengaturan traffic light baru yang berbasis logika fuzzy ini digunakan dengan menerapkan metode Min-max pada sistem inferensinya, sedangkan untuk mendeteksi objek berupa kendaraan, menggunakan kamera dengan mengambil gambar dari setiap ruas jalan yang akan dipantau. Gambar yang akan diambil akan diproses dengan metode deteksi tepi (edge detection) dengan operator Sobel. Dengan pengaturan traffic light berbasis logika fuzzy dapat diketahui kondisi dari tiap-tiap jalan yang memungkinkan pemberian layanan lampu yang berubah sesuai dengan keadaan dan kebutuhan dari tiap jalan berdasarkan konsep sistem inferensi Fuzzy.

2. Landasan Teori

2.1 Deteksi Tepi

Menurut Wahyu Et Al (2013), deteksi Tepi adalah proses untuk menentukan perubahan intensitas yang berbeda nyata dalam sebuah bidang citra. Sebuah operator deteksi tepi merupakan operasi bertetangga, yaitu sebuah operasi yang memodifikasi nilai keabuan sebuah titik berdasarkan nilai-nilai keabuan dari titik-titik yang ada di sekitarnya (tetangganya) yang masing-masing

mempunyai bobot sendiri. Bobot-bobot tersebut nilainya tergantung pada operasi yang akan dilakukan, sedangkan banyaknya titik tetangga yang terlibat biasanya adalah 2x2, 3x3, 3x4, dan sebagainya. Gambar 2.1 menggambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh. Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (edge) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya.



Gambar 2.1 Proses deteksi tepi citra

2.2 Operator Sobel

Operator sobel adalah operator yang banyak digunakan sebagai pendeteksian tepi karena kesederhanaan dan keampuhannya. Metode sobel merupakan pengembangan dari metode robert dengan menggunakan filter HPF (high pass filter) yang diberi satu angka nol penyangga. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan

pendeteksian tepi (Erick Wijaya, 2012). Menurut Wulansari Et Al (2013), Operator Sobel terdiri dari dua matriks konvolusi 3x3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

-1	-2	-1
0	0	0
+1	+2	+1

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

Gambar 2.2 Matrix Operator Sobel

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan pengembangan dari teori himpunan fuzzy yang diprakasai oleh Prof. Lofti Zadeh dari Universitas California USA, pada tahun 1965. Logika Fuzzy berbeda dengan logika digital biasa, dimana logika digital biasa hanya mengenal dua keadaan yaitu : Ya_Tidak atau ON_OFF atau High_Low atau "1"_"0". Sedangkan logika fuzzy meniru cara berfikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai (Mardison, 2012). Pada Logika Fuzzy dapat memberikan suatu nilai dari nol secara kontiniu sampai nilai satu.

2.4 Metode Mamdani

Metode Mamdani dikenal juga sebagai metode min-max, diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

Menurut Primartha Et Al (2013). Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi 1 atau lebih himpunan fuzzy. fungsi implikasi yang digunakan adalah minimum dan untuk dalam melakukan komposisi aturan, yaitu metode max (maximum), additive, dan probabilistik OR (Primartha Et Al, 2013). Pada metode max, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum.

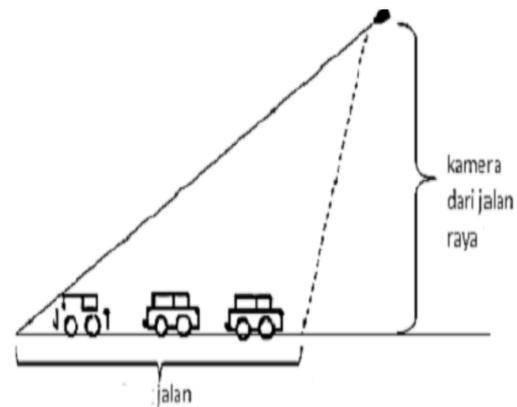
3. Metodologi

a. Tempat

Objek peneliti adalah menggunakan replika jalan dan mobil, dimana penyusunannya dibuat mirip dengan kondisi aslinya.

b. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari subyek penelitian. Adapun mekanisme pengambilan citra dilakukan pada ruas jalan dengan menggunakan kamera dengan sudut kemiringan 45 derajat. Pengambilan citra harus dengan pencahayaan yang cukup. Seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Ilustrasi Pengambilan Citra

4. Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian penelitian ini, pengambilan data

pada replika atau alat peraga berupa jalan dan mobil dengan memberikan bentuk yang hampir mirip menggunakan kamera digital yaitu bagian ini akan memberikan masukan berupa citra replika kendaraan dan replika jalan yang telah di capture sebelumnya untuk digunakan dalam proses pengolahan citra.

Sedangkan untuk menentukan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengatur lampu lalu lintas berdasarkan data dari pengambilan gambar menggunakan Logika Fuzzy dengan metode Mamdani.

4.1 Hasil percobaan seluruh ruas jalan.

Hasil percobaan pada gambar 4.1 untuk mengambil nilai berdasarkan kepadatan kendaraan di setiap ruas ke jalan dengan

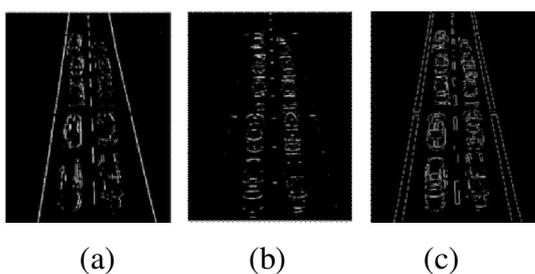
menerapkan metode deteksi tepi (*edge detection*).



Gambar 4.1 hasil percobaan deteksi tepi

4.2 deteksi tepi dengan operator sobel

Operator Sobel sensitif terhadap tepian diagonal daripada tepian vertikal dan horizontal, sehingga operator Sobel harus diterapkan secara terpisah untuk mendapatkan gradien horizontal dan gradien vertikalnya. Hasil deteksi tepi dengan Operator Sobel dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 (a) Hasil Deteksi Tepi Operator Sobel Vertikal, (b) Hasil Deteksi Tepi Operator Sobel Horizontal, (c) Hasil Deteksi Tepi Gabungan Operator Sobel Vertikal dan Horizontal

4.3 Pembentukan Himpunan Fuzzy

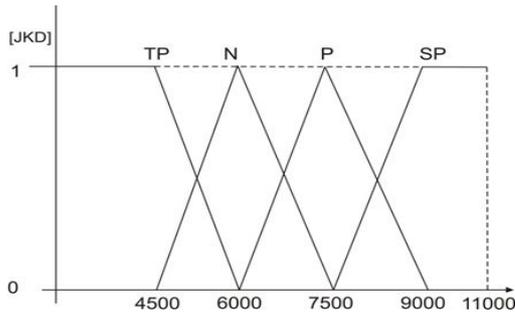
Pembentukan himpunan fuzzy terdiri atas dua input yaitu jalan kendaraan diatur (JKD) dan jalan kendaraan selanjutnya (JKS). Selanjutnya bagian output adalah tundaan waktu lampu hijau (DL).

Tabel 4.1 Himpunan Fuzzy

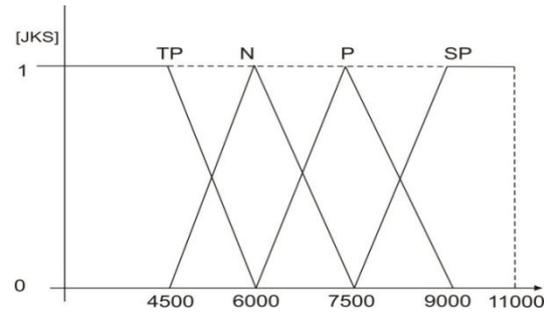
Fungsi	Variable	Himpunan	Domain
Input	JalanKendaraanDiatur (JKD)	TidakPadat (TP)	[0,6000]
		Normal (N)	[4500,7500]
		Padat (P)	[6000,9000]
		SangatPadat (SP)	[7500,11000]
Input	JalanKendaraanSelanjutnya (JKS)	TidakPadat (TP)	[0,6000]
		Normal (N)	[4500,7500]
		Padat (P)	[6000,9000]
		SangatPadat (SP)	[7500,11000]
Output	Lama LampuHijau (DL)	Cepat (C)	[0,20]
		Sedang (SD)	[14,50]
		Agak Lama (AL)	[40,80]
		Lama (L)	[74,100]

4.4 Fungsi Keanggotaan

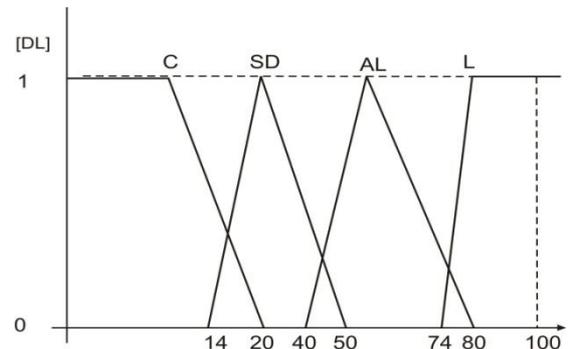
Fungsi keanggotaan terdiri dari tiga bagian yaitu Jumlah kendaraan Jalur Diatur (JKD), Jumlah kendaraan jalur selanjutnya (JKS), dan Durasi lampu hijau diatur (DL).



Gambar 4.3 fungsi keanggotaan Jumlah kendaraan Jalur Diatur (JKD)



Gambar 4.4 fungsi keanggotaan Jumlah kendaraan Jalur selanjutnya (JKS)



Gambar 4.4 Fungsi Keanggotaan Durasi Tunda Lampu Hijau (DL)

4.5 Basis Kaidah

Basis kaidah ditunjukkan dengan adanya sekumpulan pernyataan linguistik atau disebut proposisi fuzzy. Basis kaidah ini dibentuk berdasarkan pengalaman pakar atau operator, karena tidak ada aturan yang mengikat dalam pembentukan kaidah ini. Pada table 4.2 adalah Tabel FAM (Fuzzy Associative Memory) untuk membentuk kaidah atau rule yang akan digunakan.

Tabel 4.5 Tabel FAM Untuk Sistem Kontrol traffic Light

INPUT 2 INPUT 1	Tidak Padat (TP)	Normal (N)	Padat (P)	Sangat Padat (SP)
Tidak Padat (TP)	Cepat (C)	Cepat (C)	Cepat (C)	Cepat (C)
Normal	Sedang (S)	Sedan	Sedan	Cepat (C)

(N)	D)	g (SD)	ng (SD)	
Padat (P)	Agak Lama (AL)	Agak Lama (AL)	Sedang (SD)	Sedang (SD)
Sangat padat (SP)	Lama (L)	Agak Lama (AL)	Agak Lama (AL)	Sedang (SD)

Dari tabel di atas dapat dibentuk Rule sebagai berikut:

IF JKD = TP, AND JKS = TP, THEN DL= C

IF JKD = TP, AND JKS = N, THEN DL= C

IF JKD = TP, AND JKS = P, THEN DL= C

IF JKD = TP, AND JKS = SP, THEN DL= C

IF JKD = N, AND JKS = TP, THEN DL= SD

IF JKD = N, AND JKS = N, THEN DL= SD

dan seterusnya

4.6 Fuzzyfikasi

Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada replika menggunakan aplikasi pemodelan yang dibuat penulis maka didapatkan data sebagai berikut pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data hasil deteksi Tepi dari objek kendaraan

Jalan	Jumlah titik dari hasil deteksi tepi
1	4746
2	7435

3	8988
4	10024

Berdasarkan data pada tabel 4.5 untuk jalan 1 dan 2, maka dicari himpunan keanggotaan untuk JKD dan JKS adalah sebagai berikut :

- Himpunan jalan 1 adalah JKD :

$$\mu_{TP}[4746] = \frac{(6000 - 4746)}{6000 - 4500} = \frac{1254}{1500} = 0,84$$

$$\mu_N[4746] = \frac{(4746 - 4500)}{6000 - 4500} = \frac{246}{1500} = 0,16$$

$$\mu_P[4746] = 0$$

$$\mu_{SP}[4746] = 0$$

- Himpunan jalan 2 adalah JKS :

$$\mu_{TP}[7435] = 0$$

$$\mu_N[7435] = \frac{(7500 - 7435)}{7500 - 6000} = \frac{65}{1500} = 0,04$$

$$\mu_P[7435] = \frac{(7435 - 6000)}{7500 - 6000} = \frac{1435}{1500} = 0,96$$

$$\mu_{SP}[7435] = 0$$

Dan seterusnya.

Dari hasil perhitungan mencari keanggotaan JKD dan JKS pada tiap-tiap jalan dapat disimpulkan pada tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai Keanggotaan JKD / JKS sesuai fungsi keanggotaannya

JKD/JKS	μ_{TP}	μ_N	μ_P	μ_{SP}
4746	0,84	0,16	0	0
7435	0	0,04	0,96	0
8988	0	0	0,01	0,99
10024	0	0	0	1

4.7 Evaluasi kaidah

Berdasarkan rule yang sudah dibuat sebelumnya maka menentukan nilai min dari keanggotaan JKD dan JKS untuk jalan 1 terhadap jalan 2, jalan 2 terhadap jalan 3, Jalan 3 terhadap jalan 4, dan jalan 4 terhadap jalan 1 sebagai berikut:

IF JKD = TP, AND JKS = TP, THEN DL= C

$$\alpha 1 = \mu_{JKD} \cap \mu_{JKS}$$

$$= \min (\mu_{TP}[4746], \mu_{TP}[7435])$$

$$= \min [0,84;0] = 0$$

IF JKD = TP, AND JKS = N, THEN DL= C

$$\alpha 2 = \mu_{JKD} \cap \mu_{JKS}$$

$$= \min (\mu_{TP}[4746], \mu_N[7435])$$

$$= \min [0,84;0,04] = 0,04$$

IF JKD = TP, AND JKS = P, THEN DL= C

$$\alpha 3 = \mu_{JKD} \cap \mu_{JKS}$$

$$= \min (\mu_{TP}[4746], \mu_P[7435])$$

$$= \min [0,84;0,96] = 0,84$$

IF JKD = TP, AND JKS = SP, THEN DL= C

$$\alpha 4 = \mu_{JKD} \cap \mu_{JKS}$$

$$= \min (\mu_{TP}[4746], \mu_{SP}[7435])$$

$$= \min [0,84;0] = 0$$

IF JKD = N, AND JKS = TP, THEN DL= SD

$$\alpha 5 = \mu_{JKD} \cap \mu_{JKS}$$

$$= \min (\mu_N[4746], \mu_{TP}[7435])$$

$$= \min [0,16;0] = 0$$

Dari hasil pengujian setiap rule didapatkan hasil fire strength (α -predikat) dari tiap kaidah dapat dilihat pada table 4.5 :

Tabel 4.5 Table Fire Strenght (α -predikat) dari kaidah

Input	α 1	α 2	α 3	α 4	α 5	α 6	α 7	α 8	α 9	α 10	α 11	α 12	α 13	α 14	α 15	α 16
Jalan 1 dan 2	0	0,04	0,84	0	0	0,04	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jalan 2 dan 3	0	0	0	0	0	0	0,01	0,04	0	0	0,01	0,96	0	0	0	0
Jalan 3 dan 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,99
Jalan 4 dan 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,84	0,16	0	0

4.8 Inferensi

Kaidah yang not fire (α -predikat =0) makat tidak ada daerah hasil implikasi. Maka tidak ada daerah implikasi. Berikut adalah Aplikasi fungsi implikasi pada

penentuan durasi lampu pada masing-masing jalan:

- Jalan 1

Kaidah Fire pada jalan 1 yaitu pada rule 2, 3, 6, dan 7 dengan $\alpha = 0,04; 0,84; 0,04; \text{ dan } 0,16$.

Rule 2 : saat $\mu_C[DL] = 0,04$. Sesuai keanggotaannya, maka dapat ditentukan nilai DL adalah :

$$\frac{19,6 - 14,2}{16,8 - 14,2} = 0,04$$

Sehingga $\mu_C R2$

$$\frac{11,6 - 14,2}{16,8 - 14,2} = 0,84$$

Rule 3 : saat $\mu_C [DL] = 0,84$. Sesuai keanggotaannya, maka dapat ditentukan nilai DL adalah :

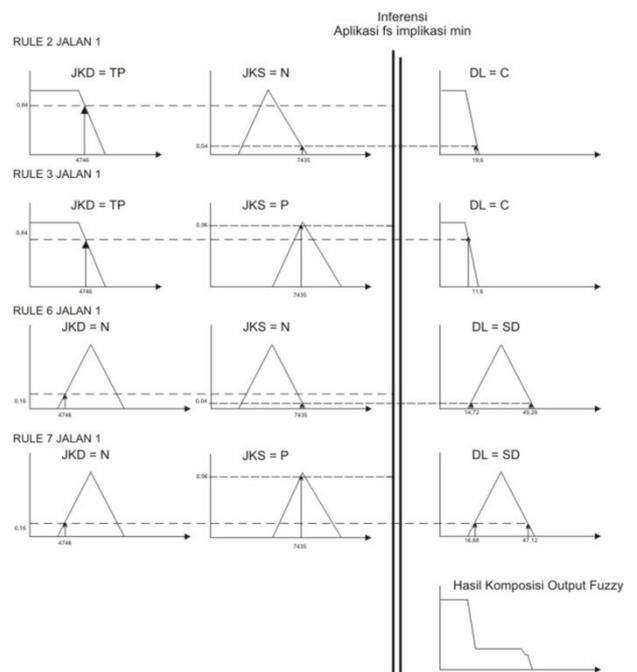
$$\frac{11,6 - 14,2}{16,8 - 14,2} = 0,04$$

Sehingga $\mu_C R3$

Dan seterusnya.

4.9 komposisi Out Fuzzy

Sesuai sistem inferensi Min-max, dilakukan komposisi dengan metode Max untuk mendapatkan sebuah himpunan fuzzy tunggal dari tiap output variabel. Solusi diperoleh dengan mengambil nilai maksimum kaidah, kemudian digunakan untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikan pada output dengan operator OR. Sesuai dengan rule yang telah dievaluasi maka daerah solusi fuzzy untuk jalan 1 sampai jalan 4 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Digram proses inferensi dan komposisi fuzzy pada jalan 1

4.10 Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi bertujuan untuk mengubah solusi himpunan fuzzy tunggal menjadi suatu output crisp yang menyatakan durasi nyala lampu hijau. Metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu bilangan dalam domain himpunan fuzzy adalah dengan Center of Gravity (COG) atau lebih dikenal Centroid :

Persamaan yang

digunakan dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu[z] = \frac{\int_b^a \mu(z) z dz}{\int_b^a \mu(z) dz}$$

Sehingga daerah solusi fuzzy untuk durasi lampu hijau sebagai berikut:

Pada simpangan jalan 1 (satu) adalah :

$$[DL] = \frac{\int_0^{11,6} 0,84 z dz + \int_{11,6}^{17,86} \frac{(20-DL)}{10} z dz + \int_{17,86}^{19,6} \frac{(DL-14)}{18} z dz + \int_{19,6}^{49,28} 0,04 z dz}{\int_0^{11,6} 0,84 dz + \int_{11,6}^{17,86} \frac{(20-DL)}{10} dz + \int_{17,86}^{19,6} \frac{(DL-14)}{18} dz + \int_{19,6}^{49,28} 0,04 dz}$$

$$[DL] = \frac{2854,15}{195,18} = 14,62 \text{ detik}$$

Dan seterusnya.

Dari hasil perhitungan matematis metode minmax didapatkan hasil output sebagai berikut:

- a. Jalan 1 adalah 14,62 detik
- b. Jalan 2 adalah 31,1 detik
- c. Jalan 3 adalah 32 detik
- d. Jalan 4 adalah 64,6 detik

5. Simpulan

Metode deteksi tepi yang diterapkan pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra. Citra yang dihasilkan metode deteksi tepi ini juga menghasilkan sebuah citra biner, sehingga titik-titik berwarna putih dapat dihitung untuk menentukan banyaknya kendaraan yang berada di atas jalan. Sistem inferensi fuzzy metode Min-max dapat memberikan hasil efektif dan efisien sebagai solusi sistem pengaturan yang baru pada Traffic Light dan sistem mampu bekerja sesuai dengan keadaan jalan pada jalur yang sedang diaturnya saat itu.

Daftar Pustaka

- [1] Alasdair McAndrew. "An Introduction to Digital Image Processing with Matlab". Victoria University of Technology. School of Computer Science and Mathematics.
- [2] T Sutejo, Edi Mulyanto, Vincent Suhartono. "Kecerdasan Buatan". Penerbit Andi Yogyakarta 2011.
- [3] Darma Putra. "Pengolahan Citra Digital". Penerbit Andi Yogyakarta 2010.
- [4] Eko Prasetyo. "Pengolahan Citra Digital"

- dan Aplikasinya dengan Matlab*". Penerbit Andi Yogyakarta 2011.
- [5] T.Sutojo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, "Kecerdasan Buatan". Penerbit Andi Yogyakarta 2011.
- [6] Adhitya Yoga Yudanto, Marvin Apriyadi, Kevin Sanjaya. "Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic ". Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia 2013, Jurnal ISSN 2085-4552.
- [7] Bambang Irawanto, Desfri Kurniawan. "Penerapan Sistem Inferensi Metode Min-Max dalam Logika Fuzzy untuk Pengaturan Traffic Light". 2010, Jurnal ISSN 0854-0675
- [8] Rakhmat Wahyu W, Liza Afriyanti. "Aplikasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Simulasi Traffic Light Menggunakan Java". Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 2009, Jurnal ISSN: 1907-5022.
- [9] Novan Parmonangan Simanjuntak. "Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas". Institut Teknologi Bandung 2012.
- [10] G. Lloyd Singh, M. Melbern Parthido, R. Sudha. "Embedded based Implementation: Controlling of Real Time Traffic Light using Image Processing". Proceedings published in International Journal of Computer Applications® (IJCA).
- [11] Sabyasanchikanojia. "Real-time Traffic light control and Congestion avoidance system". Electronics and Communication, Dev Bhoomi Institute of Technology, Uttarakhand Technical University 2012, IJERA ISSN: 2248-9622.
- [12] Ms Promila Sinhar. "Intelligent Traffic Light And Density Control Using Ir Sensors And Microcontroller". Rawal Institute of Engineering And Technology Zakopur 2012, IJATER ISSN NO: 2250-3536.