

Pendekatan Fuzzy Pada Kamera Cerdas Lampu Lalulintas

Fachrul Kurniawan¹, Ade Sofiarani²

^{1,2} Teknik Informatika Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
¹ fachrulkurniawan873@gmail.com; ² adesofiarani@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Histori Artikel

Diterima : 10 April 2019
Direvisi : 17 April 2019
Diterbitkan : 30 April 2019

Kata Kunci:

Logika Fuzzy
Kamera Cerdas
Lampu Lalulintas
CCTV
Smart City

ABSTRAK

Bertambahnya jumlah kendaraan (mobil/motor) yang tidak sebanding dengan penambahan volume luas jalan yang dilalui sehingga kerap terjadi kemacetan. Beberapa titik-titik kemacetan tidak hanya terjadi di jalanan tetapi juga terjadi pada pertemuan jalan (pertigaan ataupun perempatan). Selain itu, permasalahan kemacetan di titik pertemuan juga disebabkan waktu lampu lalulintas yang tidak bagus. Ketepatan dan optimalnya fungsi lampu lalulintas menjadi kunci akan terurainya kemacetan setiap kali ada pertemuan. Dalam paper ini, konektivitas lampu lalulintas dengan kamera CCTV yang didalamnya diberi metode fuzzy telah diterapkan dan disimulasikan pada serious game. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa kamera cerdas yang dipasang pada lampu lalulintas mampu mengatasi kemacetan yang terjadi pada simpul pertemuan jalan. Diharapkan kamera cerdas yang dipadukan pada lampu lalulintas menjadi solusi pada kota yang telah menerapkan sistem smart city.

2019 SAKTI – Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi.

Hak Cipta.

I. Pendahuluan

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, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan (Maslim, Dwiandiyanta, & Viany Susilo, 2018; Taufik, Supriyono, & Sukarman, 2008; Yudanto, Apriyadi, & Sanjaya, 2018). Banyaknya kendaraan (mobil/motor) yang lalu lalang di kota besar menyebabkan kemacetan sangat mungkin terjadi. Oleh karena itu, lampu lalu lintas memiliki peran penting dalam mengatur arus lalu lintas khususnya di persimpangan jalan, namun terkadang tetap banyak kemacetan terjadi pada persimpangan jalan tersebut. Padahal lampu lalu lintas yang ada di sana, seharusnya dapat mengatur arus lalu lintas sehingga dapat mencegah kemacetan atau kepadatan kendaraan (mobil/motor). Hal ini terjadi karena pembagian jatah lampu hijau yang sama rata untuk semua jalur, tanpa melihat jumlah kendaraan (mobil/motor) yang ada pada masing-masing jalur. Akibatnya jalur yang sedang sepi kendaraan (mobil/motor) mendapatkan lampu hijau yang lebih lama dari yang dibutuhkan, yang menyebabkan lampu merah pada simpang jalan lainnya. Makin lama lampu hijau pada suatu simpang jalan, makin 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, perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu hijau yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar masing-masing simpang jalan memperoleh jumlah detik yang sesuai dengan kepadatan yang terjadi di persimpangan jalan tersebut. Sehingga simpang jalan lainnya tidak perlu menunggu giliran lampu hijau yang terlalu lama. Dengan begitu, kepadatan kendaraan (mobil/motor) pada persimpangan jalan diharapkan dapat berkurang (Maniswari et al., 2015; Puspita, Suryani, & Abadi, 2012; Susilo, Maslim, & Dwiandiyanta, 2018).

Paper ini bertujuan mensimulasikan kamera cerdas (*smart camera*) untuk mengurai titik kemacetan menggunakan logika fuzzy dan engine unity 3D untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai kepadatan kendaraan (mobil/motor) yang ada pada suatu simpang jalan (Suhanda, 2018; Taufik et al., 2008). Sehingga diharapkan dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan terutama pada pertemuan jalan (pertigaan ataupun perempatan).

II. Material dan Metode

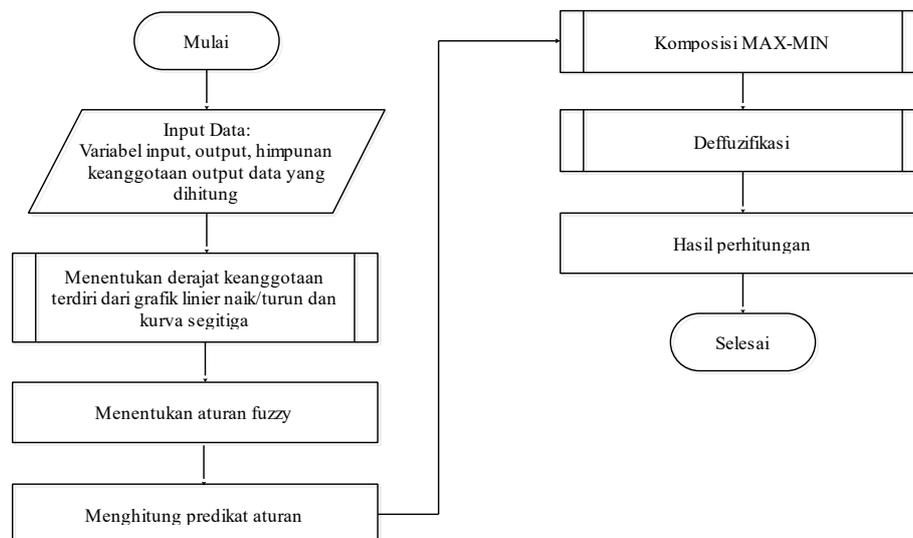
A. Metode Fuzzy

Teori himpunan fuzzy diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh mempublikasikan tulisannya “Fuzzy Sets” yang mendeskripsikan teori himpunan fuzzy dan perluasannya tentang logika fuzzy, konsep multivalued logic mulai disoroti secara luas pada tahun 1965. Teori ini mengusulkan adanya fungsi keanggotaan yang dioperasikan dengan bilangan real diantara nilai benar “1” dan salah “0”. Selain itu, juga dipopulerkan aturan maksimum dan minimum yang diperoleh dari operasi himpunan fuzzy. Aturan maksimum dan minimum ini pada dasarnya sama dengan rumusan yang dikemukakan oleh Lukasiewicz (Purnawansyah, Haviluddin, Gafar, & Tahyudin, 2017; Walia, Singh, & Sharma, 2015). Secara prinsip, terdapat tiga proses utama dalam mengimplementasikan logika fuzzy yaitu fuzzifikasi, evaluasi rule (interference system), dan defuzzifikasi. Tahap fuzzification, merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (crisp) menjadi fuzzy yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing. Tahap evaluasi rule (interference system), merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel masukan dan keluaran yang mana variabel yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk fuzzy. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan “IF-THEN”. Tahap defuzzification, merupakan proses perubahan variabel berbentuk fuzzy tersebut menjadi data-data pasti (crisp) yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian .

B. Tahapan Penelitian

Dalam paper ini, metode fuzzy Max-Min digunakan pada kamera cerdas lalu lintas dalam melakukan inferensi sistem fuzzy. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Secara prinsip, terdapat beberapa tahapan dalam metode ini, yaitu pembentukan himpunan fuzzy dan variabel input/output, aplikasi fungsi implikasi dan menghitung predikat aturan. Pembentukan himpunan fuzzy dan variabel input/output merupakan tahap pembagian himpunan menjadi satu atau lebih. Aplikasi fungsi implikasi adalah menggunakan Min dan kurva segitiga, setelah itu menentukan aturan fuzzy. Menghitung predikat aturan adalah komposisi predikat aturan. Terdapat tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, seperti metode Max, metode Additive (SUM), dan metode Probabilistik OR. Selanjutnya, tahap Defuzzifikasi ialah tahap penegasan (defuzzy) nilai input dari defuzzifikasi. Defuzzifikasi adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, dan kita menggunakan defuzzifikasi centroid, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut (Davtala, Dezfoulian, & Mansoorizadeh, 2014; Simpson, 2002), Gambar 1.

Dalam paper ini, penentuan variabel inputan (linguistik) dibagi dua yaitu jumlah mobil dan motor. Kemudian, setiap volume jenis kendaraan (mobil/motor) terbagi menjadi sedikit, sedang, dan banyak. Sedangkan, variabel output hanya ditentukan melalui lama lampu hijau (detik) yang dibagi menjadi sebentar, sedang, dan lama. Adapun, skema aturan yang diterapkan pada variabel input dan output sebagai berikut: (a). Sedikit: jumlah kendaraan (mobil/motor) memenuhi $< 25\%$ suatu simpang jalan; (b). Sedang: jumlah kendaraan (mobil/motor) memenuhi $> 50\%$ suatu simpang jalan; (c). Banyak: jumlah kendaraan (mobil/motor) memenuhi $> 75\%$ suatu simpang jalan; (d). Tidak ada: tidak ada kendaraan (mobil/motor) pada suatu simpang jalan. Sedangkan, skema lama lampu lalu lintas sebagai berikut: (a). Sebentar: 0 – 40 (detik); (b). Sedang: 40 – 80 (detik); dan (c). Lama: 80 – 120 (detik).



Gambar. 1. Flowchart sistem

III. Hasil dan Pembahasan

Sub bagian ini menjelaskan skema pengujian yang dilakukan pada kamera cerdas pada lampu lalu lintas. Dalam melakukan pengujian, jumlah kendaraan (mobil/motor) sebagai input dibantu dengan kamera yang terhubung dengan lampu lalu lintas. Dalam percobaan ini, kendaraan (mobil/motor) dipresentasikan sebagai objek persegi panjang.

Selanjutnya, menentukan kondisi (rule) fuzzy sehingga didapatkan jumlah maksimal detik lampu hijau adalah 120 detik. Untuk menghasilkan output berupa jumlah detik lampu hijau pada engine Unity 3D dibutuhkan beberapa aturan berupa kondisi-kondisi tertentu. Tabel 1 berupa kondisi jumlah kendaraan (mobil/motor) yang digunakan.

Tabel 1. Kondisi jumlah kendaraan (mobil/motor)

Mobil	Motor			
	sedikit	sedang	banyak	tidak ada
sedikit	sedikit	sedang	banyak	tidak ada
sedang	sedang	sedang	banyak	tidak ada
banyak	sedang	sedang	banyak	tidak ada
tidak ada	sedang	sedang	banyak	tidak ada

Tahap selanjutnya adalah menentukan aturan fuzzy yang digunakan sebagai berikut.

- If (mobil sedikit) then (lampu hijau sebentar)*
- If (mobil sedang) then (lampu hijau sedang)*
- If (mobil banyak) then (lampu hijau lama)*
- If (mobil sedikit) and (motor sedikit) then (lampu hijau sebentar)*
- If (mobil sedikit) and (motor sedang) then (lampu hijau sedang)*
- If (mobil sedikit) and (motor banyak) then (lampu hijau lama)*
- If (mobil sedang) and (motor sedikit) then (lampu hijau sebentar)*
- If (mobil sedang) and (motor sedang) then (lampu hijau sedang)*
- If (mobil sedang) and (motor banyak) then (lampu hijau lama)*
- If (mobil banyak) and (motor sedikit) then (lampu hijau sebentar)*
- If (mobil banyak) and (motor sedang) then (lampu hijau sedang)*
- If (mobil banyak) and (motor banyak) then (lampu hijau lama)*

Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem. Pada tahap ini, pengujian dilakukan dengan analisa model simulasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah simulasi yang dibuat dapat bekerja dengan maksimal dan menguji apakah model simulasi ini masih terdapat kesalahan atau tidak. Adapun, model kamera cerdas pada lampu lalu lintas berbasis fuzzy dengan serious game dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model lampu lalu lintas cerdas dengan Serious Game

Tabel 2. Hasil pengujian

Input	Output
70 mobil dan 110 motor	70, 84 detik
45 mobil dan 20 motor	46, 71 detik
10 mobil dan 5 motor	23, 70 detik

Dalam percobaan ini, berbagai jenis kendaraan (mobil/motor) telah dianalisa menggunakan Fuzzy Interface System (FIS) untuk beberapa kasus yang berbeda. Adapun, pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil percobaan, dapat dilihat bahwa ketika suatu simpang jalan terdapat jumlah kepadatan kendaraan (mobil/motor) yang berbeda, maka simpang jalan tersebut mendapatkan jumlah detik lampu hijau yang berbeda. Adapun, perbandingan konvensional dan sistem kamera cerdas pada lampu lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4

Tabel 3. Simulasi lama waktu sistem konvensional pada tiga persimpangan

Putaran	Jumlah (mobil+motor)/Lama Lampu Hijau (detik)			
	Persimpangan			Total/(detik)
	1	2	3	
1	20+40/120	30+60/120	10+15/120	360
2	30+30/120	29+20/120	9+2/120	360
3	40+10/120	21+21/120	8+9/120	360
4	10+20/120	23+23/120	34+1/120	360
5	20+20/120	19+2/120	32+4/120	360
6	20+10/120	23+2/120	23+6/120	360
7	15+5/120	12+9/120	10+34/120	360
8	15+10/120	12+9/120	10+11/120	360
9	12+12/120	25+19/120	21+12/120	360
10	34+5/120	23+49/120	32+29/120	360
Jumlah				3600

Tabel 4. Simulasi lama waktu sistem kamera cerdas lalu lintas pada tiga persimpangan

Putaran	Jumlah (mobil+motor)/Lama Lampu Hijau (detik)			
	Persimpangan			Total/(detik)
	1	2	3	
1	20+40/32.3	30+60/38.9	10+15/18.1	89,3
2	30+30/36	29+20/35.2	9+2/15.6	86,8
3	40+10/36.3	21+21/31.7	8+9/13	81
4	10+20/18.3	23+23/32.9	34+1/35.7	86,9
5	20+20/31	19+2/29.7	32+4/35.4	96,1
6	20+10/30.6	23+1/32.3	23+6/32.3	95,2
7	13+5/23.3	0+10/12.9	10+34/19	55,2
8	15+10/26	12+9/21.8	10+11/18	65,8
9	12+12/21.9	25+19/33.7	21+21/31.7	87,3
10	34+5/35.8	23+49/35	32+29/36.4	107,2
Jumlah				85,08

Kondisi simulasi tersebut terdiri dari (a). satu putaran adalah ketika semua simpang jalan telah menerima bagian lampu hijaunya masing-masing; (b). pada bagian konvensional jumlah detik lampu hijau sama yaitu 120 detik; (c). 20+40/120 artinya ada 20 mobil + 40 motor dan lama lampu hijaunya adalah 120 detik; dan (d). pada bagian logika fuzzy, range output (lampu hijau) adalah 0 – 120 detik. Adapun, hasil simulasi kamera cerdas lalu lintas berbasis fuzzy dengan serious game dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar. 3. Hasil simulasi kamera cerdas lalu lintas berbasis fuzzy

IV. Kesimpulan

Penerapan kamera cerdas pada lampu lalu lintas berbasis fuzzy yang disimulasikan pada serious game telah dikerjakan. Berdasarkan hasil perbandingan lama waktu yang telah dibandingkan antara sistem konvensional

dan metode fuzzy serta mempertimbangkan tingkat kepadatan memperlihatkan bahwa sistem konvensional kurang efektif sehingga total detik lampu hijau yang dikeluarkan pun menjadi sama semua. Sementara, sistem kamera cerdas berbasis fuzzy telah memijarkan lampu hijau bergantung dengan tingkat kepadatan yang ada pada simpang jalan tersebut. Sehingga, pembagian lama lampu hijau dengan metode fuzzy terasa lebih adil dan efektif jika dibandingkan dengan pembagian lampu hijau pada sistem konvensional.

Daftar Pustaka

- Davtalab, R., Dezfoulian, M. H., & Mansoorizadeh, M. (2014). Multi-level fuzzy min-max neural network classifier. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2013.2275937>
- Maniswari, S. D., Rusdinar, A., Purnama, B., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., ... Logic, F. (2015). Smart Traffic Light Menggunakan Image Processing Dan Metode Fuzzy Logic Smart Traffic Light Using Image Processing and Fuzzy Logic. *E-Proceeding of Engineering*.
- Maslim, M., Dwiandiyanta, B. Y., & Viany Susilo, N. (2018). Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Buana Informatika*. <https://doi.org/10.24002/jbi.v9i1.1661>
- Purnawansyah, Haviluddin, Gafar, A. F. O., & Tahyudin, I. (2017). Comparison between K-Means and Fuzzy C-Means Clustering in Network Traffic Activities. *International Conference on Management Science and Engineering Management*, 300–310. Springer.
- Puspita, I., Suryani, E., & Abadi, A. M. (2012). Aplikasi fuzzy logic controller pada pengontrolan lampu lalu lintas di jalan Abu Bakar Ali, Yogyakarta. *Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2017*.
- Simpson, P. K. (2002). *Fuzzy min-max neural networks*. <https://doi.org/10.1109/ijcnn.1991.170647>
- Suhanda, S. (2018). Rancangan Simulasi Antrian Kendaraan Pada Persimpangan Jalan Berbasis Multi Agent Menggunakan Logika Fuzzy. *ENSAINS JOURNAL*. <https://doi.org/10.31848/ensains.v1i1.52>
- Susilo, N. V., Maslim, M., & Dwiandiyanta, B. Y. (2018). Implementasi Metode Logika Fuzzy Dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Buana Informatika*. <https://doi.org/https://doi.org/10.24002/jbi.v9i1.1661>
- Taufik, R., Supriyono, & Sukarman. (2008). Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*.
- Walia, N., Singh, H., & Sharma, A. (2015). ANFIS : Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System- A Survey. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, 123(13), 32–38.
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2018). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic. *Jurnal ULTIMATICS*. <https://doi.org/10.31937/ti.v5i2.322>