

# Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas

Novan Parmonangan Simanjuntak/13509034

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>1</sup>[impulse.impulse0@gmail.com](mailto:impulse.impulse0@gmail.com) <sup>2</sup>[13509034@std.stei.com](mailto:13509034@std.stei.com)

**Abstract**—Permasalahan kemacetan lalu lintas sudah menjadi masalah yang biasa di Indonesia. Salah satu upaya yang bisa digunakan untuk menguranginya adalah dengan membangun sistem pengontrolan lampu lalu lintas yang lebih baik dan efisien. Dengan sistem ini, kemacetan dan polusi dapat dikurangi. Sistem ini menggunakan fuzzy logic. Fuzzy logic merupakan ilmu yang sekarang sedang dikembangkan terutama untuk sistem pengontrol. Fuzzy logic mempunyai kelebihan seperti sederhana dan mampu diterjemahkan ke dalam bahasa manusia. Adapun fuzzy logic mempunyai performansi yang tidak kalah jika dibandingkan dengan solusi sistem yang sangat kompleks. Inilah yang membuat fuzzy logic digunakan daripada solusi sistem yang sangat kompleks. Contoh dari fuzzy logic controller yang telah digunakan di dunia adalah sistem pengontrol pendingin ruangan, sistem pengontrol kereta api bawah tanah Sendai di Jepang, dan sistem Animasi 3D MASSIVE. Sekarang banyak penelitian sedang dikembangkan oleh Jepang dan banyak negara lainnya yang matanya telah terbuka bahwa fuzzy logic mempunyai masa depan yang bagus. Adapun untuk membuat sistem pengontrol lampu lalu lintas ini, penulis menggunakan FIS(Fuzzy Inference System) dari perangkat lunak MATLAB dengan menggunakan metode Mamdani.

**Keywords** : Fuzzy Logic, kemacetan, Sistem pengontrol lampu lalu lintas, Mamdani, Fuzzy Inference System, MATLAB.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Permasalahan Kemacetan di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kemacetan jalan raya terbesar di dunia dengan ibukota Jakarta sebagai kota termacet di Indonesia dengan peringkat 14 di dunia. Salah satu penyebab terjadinya kemacetan adalah jumlah penduduk yang sangat besar(peringkat 4 di dunia) dan tidak meratanya penyebaran penduduk Indonesia. Telah banyak solusi yang telah dilakukan oleh pemerintah Indonesia terutama oleh kementerian perhubungan seperti pembuatan jalan tol, pembuatan jalan layang, peraturan pembatasan kendaraan yang lewat, pengadaan angkutan missal seperti Trans Jakarta dan usaha-usaha lainnya telah diterapkan. Akan tetapi masih sering saja terjadi kemacetan. Oleh karena itu, penulis menyarankan salah satu cara untuk

menekan dan mengurangi kemacetan, yaitu pengoptimalan lampu lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy.

### 1.2 Logika fuzzy

#### 1.2.1 Dasar logika fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu cabang dari ilmu komputer yang mempelajari tentang nilai kebenaran yang bernilai banyak. Berbeda dengan nilai kebenaran pada logika klasik yang bernilai 0(salah) atau 1(benar). Logika fuzzy mempunyai nilai kebenaran real dalam selang  $[0,1]$ . Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Berkeley. Meskipun demikian, logika fuzzy lebih banyak dikembangkan oleh praktisi Jepang.

#### 1.2.2 Komponen dasar logika fuzzy

Logika fuzzy mempunyai beberapa komponen antara lain :

a. Variable linguistik.

Variable ini merupakan variable yang memiliki nilai linguistik. Contoh variable linguistik adalah kecepatan, jumlah kendaraan,

b. Nilai linguistik.

Nilai linguistik atau *terma* merupakan nilai dari variable linguistik, contohnya untuk variable linguistik jumlah kendaraan bisa berupa tidak ada, sedikit, sedang, banyak, sangat banyak.

c. Nilai kuantitatif dan derajat keanggotaan.

Nilai kuantitatif merupakan nilai eksak yang mewakili nilai linguistik. Nilai kuantitatif setiap *terma* ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan ini menunjukkan derajat keanggotaan dari sebuah predikat.

Pada logika klasik, nilai keanggotaan sebuah predikat logika adalah 0 atau 1. Misalnya untuk himpunan  $A = \{x \mid x > 20\}$ , predikat  $2 \in A$  bernilai 0. Sedangkan untuk  $21 \in A$  bernilai 1. Logika klasik bernilai absolut, artinya meskipun nilai  $x=19.999999$ , predikat  $x \in A$  tetap bernilai 0. Berbeda dengan logika klasik, logika fuzzy mempunyai derajat keanggotaan dengan selang  $[0,1]$ . Derajat keanggotaan ini ditentukan

dengan fungsi keanggotaan.

Misalkan diberikan predikat jumlah kendaraan sedang-sedang saja dengan fungsi keanggotaan berikut :

$$\mu_{\text{jumlahkendaraan}} = \text{"sedang"} = 0, x \leq 5$$

$$\mu_{\text{jumlahkendaraan}} = \text{"sedang"} = (x-5)/5, 5 < x < 10$$

$$\mu_{\text{jumlahkendaraan}} = \text{"sedang"} = 1, x \geq 10$$

Untuk nilai  $x = 8$ , maka  $x$  adalah sedang merupakan predikat dengan derajat keanggotaan  $(8-5)/5 = 0.6$ .

d. Operator fuzzy.

Operator fuzzy terdiri dari operasi-operasi yang sama seperti himpunan tegas atau *crisp*, mulai dari union(hubungan OR), intersection(hubungan AND), komplemen, perkalian cartesian, dan selisih himpunan. Berikut definisi dari operator untuk logika fuzzy.

#### Operasi pada Himpunan Tegas

1. Gabungan (union)

$$A \cup B = \{ x \mid x \in A \text{ atau } x \in B \}$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_{A(x)} \vee \mu_{B(x)} = \max(\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)})$$

2. Irisan (intersection)

$$A \cap B = \{ x \mid x \in A \text{ dan } x \in B \}$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_{A(x)} \wedge \mu_{B(x)} = \min(\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)})$$

4. Komplemen

$$A' = \{ x \mid x \notin A, x \in X \}$$

$$\mu_{A'(x)} = 1 - \mu_{A(x)}$$

3. Perkalian kartesian (cartesian product)

$$A \cdot B = \{ (a,b) \mid a \in A \text{ dan } b \in B \}$$

5. Selisih (difference)

$$A - B = \{ x \mid x \in A \text{ dan } x \notin B \} = A \cap B'$$

e. Rule dan Implikasi.

Implikasi merupakan cara untuk menyatakan rule. Misalkan diberikan komposisi rule A dan rule B. maka Implikasi dinyatakan dalam :

IF A THEN B.

Keterangan :

A disebut antesenden.

B disebut konsekuen.

Implikasi ini digunakan untuk menentukan nilai linguistik dan nilai kuantitatif dari B jika diberikan A. Bisa digunakan berbagai macam teknik, tapi untuk metode Mamdani, yang digunakan adalah metode min(sama seperti AND).

#### 1.2.3 Fuzzy Inference System

Fuzzy Inference System (FIS) merupakan sistem penarikan kesimpulan dari sekumpulan kaidah fuzzy, dapat berupa input nilai eksak maupun rules dalam kaidah fuzzy. Proses-proses dalam FIS terdiri dari :

1. Fuzzyfikasi.

Proses memetakan nilai tegas ke dalam himpunan fuzzy.

2. Operasi Logika Fuzzy.

Proses ini menghitung derajat kebenaran dari sekumpulan predikat fuzzy dengan konektor berupa AND, OR, atau NOT.

3. Implikasi.

Yaitu proses untuk mendapatkan hasil atau nilai (linguistik maupun kuantitatif) predikat konsekuen dari antesenden yang diberikan. Metode yang digunakan pada makalah ini adalah metode Mamdani.

4. Agregasi.

Sering terjadi kasus di mana terdiri lebih dari satu rule. Artinya hasil dari Implikasi bernilai lebih dari satu. Oleh karena itu kita perlu mengkombinasikan semua nilai hasil tersebut menjadi satu fuzzy set yang tunggal. Metode agregasi yang digunakan di sini adalah metode max atau OR.

5. Defuzzyfikasi.

Setelah didapatkan satu fuzzy set tunggal kita harus menentukan besaran nilai *crisp* dari fuzzy set tersebut. Metode yang digunakan di sini adalah metode *centroid* atau titik pusat dari luas.

## II. SISTEM LAMPU LALU LINTAS SEKARANG

Terdapat dua jenis sistem pengontrol lampu lalu lintas di Indonesia, yaitu :

1. Sistem pengontrol lampu lalu lintas konvensional yang merupakan sistem pengontrol lampu lalu dengan menggunakan sistem konvensional, dimana warna lampu ditukar setiap waktu konstan, yang artinya bukan solusi maksimal. Misalnya saja, di suatu persimpangan jalan yang sepi diberikan waktu yang sama dengan persimpangan jalan lain yang sedang ramai kendaraan. Kasus yang lebih buruk lagi adalah ketika pada persimpangan tersebut kosong sama sekali dan diberikan waktu lewat(ditandai dengan lampu hijau) yang sama dengan persimpangan jalan lain yang cukup padat. Tentu saja ini bisa membuat terjadinya pelanggaran peraturan yang dapat berakibat pada kecelakaan, apalagi jika ternyata persimpangan jalan yang kosong tersebut hanya kosong untuk sementara tetapi akan menjadi ramai dalam waktu sebentar. Sistem seperti ini dinilai kurang efektif karena selain menghabiskan waktu, ikut menyumbangkan polusi udara dan suara. Di Indonesia sendiri sistem yang diterapkan.
2. Sistem pengontrol dengan sensor kedekatan kendaraan merupakan salah satu sistem yang sudah

ada saat ini. Sistem ini menggunakan sensor yang hanya menentukan keberadaan mobil di sebuah persimpangan. Ini menyediakan teknik pergantian lampu lalu lintas yang lebih baik dari cara konvensional. Akan tetapi karena hanya menentukan keberadaan mobil, sistem ini kurang efektif jika terdapat perbandingan kepadatan kendaraan. Misalnya saja, pada sebuah persimpangan terdapat kendaraan tapi hanya 2 atau 3 buah, tetapi pada persimpangan lain sangat padat sekali. Maka seharusnya diberikan waktu yang lebih banyak pada simpang yang lebih sedikit. Ini dikarenakan tujuan utama adalah mengurangi semaksimal mungkin cost rata-rata dari semua kendaraan yang ada, baik dari segi waktu tunggu maupun polusi yang diciptakan. Semakin padat jumlah mobil di persimpangan maka cost rata-rata yang disumbangkan paling banyak oleh persimpangan tersebut. Total waktu tunggu 1 menit oleh 50 mobil tentu jauh lebih besar daripada total waktu tunggu 15 detik oleh 3 mobil saja.

3. Sistem pengontrol lampu lalu lintas cerdas. Sistem ini merupakan sebuah sistem yang menambahkan kecerdasan buatan pada kontroler lampu lalu lintas. Sudah banyak teknik yang digunakan. Di Indonesia sendiri sudah diajukan (meskipun belum diterapkan) sebuah *smart traffic lights* dengan menggunakan teknik Distributed Constraint Satisfaction Problem (DCSP) oleh tim peneliti Fakultas Ilmu Komputer Indonesia<sup>[1]</sup>. DCSP merupakan salah satu teknik pada bidang Intelejensi Buatan yang merupakan varian dari Constraint Satisfaction Problem. Teknik yang lain sudah ada juga menggunakan logika fuzzy untuk membangun kontroler yang ada.

### III. SISTEM LAMPU LALU LINTAS YANG DIAJUKAN

Sistem yang diajukan oleh penulis adalah sistem control lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy. Berikut alasan penulis memilih sistem ini, yaitu :

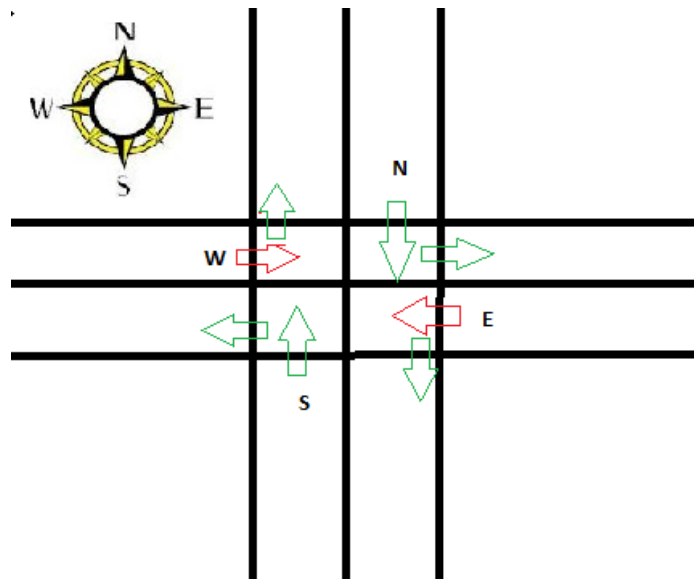
1. Logika fuzzy mempunyai perhitungan yang jauh lebih sederhana daripada harus memakai teknik yang kompleks dan terdiri dari banyak variabel seperti DCSP.
2. Logika fuzzy dapat memetakan input yang tidak *crisp*, artinya ini mudah dipahami manusia dan mudah mendapatkan input langsung dari manusia.
3. Logika fuzzy menerapkan heuristik. Artinya diperlukan pakar yang sangat handal untuk mengisi nilai-nilai input berupa variabel linguistik yang ada, member function dan rule-rule yang ada. Pakar dalam hal contohnya seperti polisi lalu lintas yang sudah biasa menangani kemacetan suatu jalan tertentu. Karena logika fuzzy menggunakan input linguistik, maka akan lebih mudah menerjemahkan masukan dari pakar. Contohnya misalkan seorang

polisi mengatakan “jika lalu lintas sedang banyak di simpang utara selatan, dan di timur barat agak sedikit maka untuk simpang utara selatan, lampu hijau harus lebih lama”. Bisa diperhatikan bahwa input berupa “banyak”, “agak sedikit”, “agak lama” di sini dapat diterjemahkan dan dimengerti oleh komputer dengan menggunakan logika fuzzy. Di sinilah kelebihan utama logika fuzzy selain karena kesederhanaannya.

## VI. DESKRIPSI PERMASALAHAN

### 4.1 Tata letak lalu lintas.

Terdapat berbagai macam bentuk persimpangan yang ada di Indonesia. Perbedaan bisa mulai dari jumlah persimpangan (terdiri dari 3 simpang atau 4 simpang), jalur yang boleh dilewati oleh tiap simpang dan konfigurasi lainnya. Oleh karena itu di persoalan ini, digunakan persimpangan sebagai berikut :



Gambar 1. Tata letak lalu lintas persoalan. Panah merah artinya tidak bisa jalan, panah hijau artinya bisa jalan

Dari gambar di atas bisa dilihat tata letak lalu lintas dalam persoalan ini adalah :

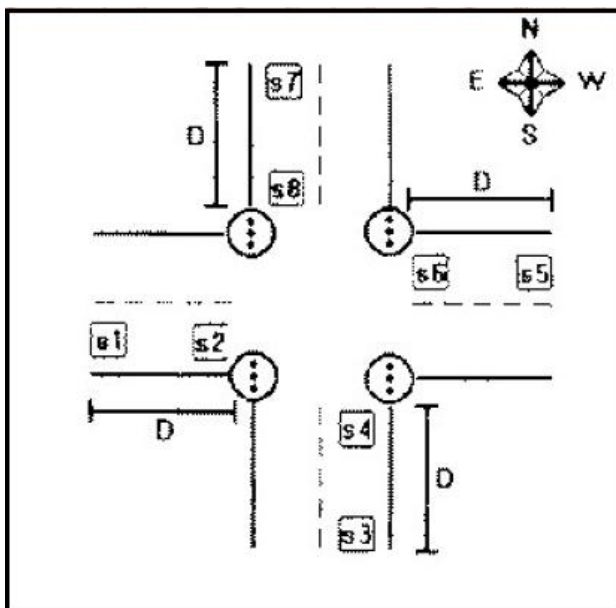
1. Terdapat 4 persimpangan jalan. Setiap simpang selalu boleh berbelok ke kiri dari simpang tersebut dan hanya boleh ke depan jika sudah gilirannya.
2. Ketika lalu lintas dari utara ke selatan menyala, maka lalu lintas dari barat ke timur harus berhenti dan sebaliknya. Lalu lintas utara dan selatan sinkron begitu juga barat dan timur, artinya warna lampu pada simpang yang sinkron sama.
3. Fuzzy logic controller dalam hal ini hanya menentukan apakah akan mempercepat atau memperlambat waktu lampu hijau dari sebuah arah saja. Misalnya jika yang sedang menyala adalah arah utara selatan, maka input yang digunakan hanyalah sensor di utara dan sensor di

selatan. Kemudian ditentukan apakah akan memperpanjang waktu nyala lampu hijau atau tidak.

4. Terdapat waktu minimum sebuah lampu hijau menyala dan waktu maksimum lampu hijau menyala. Ini digunakan untuk mencegah adanya *starvation* atau dengan kata lain ada simpang yang tidak kunjung mendapat giliran. Konstanta ini didapat dari pakar yang dalam hal ini polisi lalu lintas. Jika suatu batas telah terpenuhi, misalnya sudah melewati waktu maksimum lampu hijau menyala, maka lampu tersebut tidak boleh lagi berwarna hijau.

#### 4.4 Tata letak sensor Input.

Sebelum dijelaskan input logika fuzzy, dijelaskan dulu letak dari sensor untuk input logika fuzzy, berikut gambar penjelasannya :



Gambar 2. Tata letak sensor

Terdapat dua buah sensor untuk tiap simpang. Sensor pertama yang tepat dibelakang lampu lalu lintas, misalnya seperti sensor s8 untuk utara, s6 untuk timur, s4 untuk selatan, dan s2 untuk barat, merupakan sensor yang mendeteksi jumlah mobil yang melewati persimpangan(simpang 4 dalam hal ini) dan masuk ke simpang tersebut. Sedangkan sensor kedua(seperti s7,s5,s3, dan s1) pada sebuah simpang berfungsi untuk menentukan jumlah mobil yang menuju sebuah persimpangan dari belakang. Total mobil yang ditentukan oleh selisih dari kedua sensor. Misalnya saja jumlah mobil di simpang selatan adalah s3-s4. Jaraknya D merupakan satuan untuk menentukan kepadatan mobil maksimum yang diijinkan di situasi yang sangat macet. Satuan ini ditentukan oleh pakar yang dalam hal ini polisi lalu lintas.

#### 4.4 Komponen Logika Fuzzy persoalan

Dari apa yang sudah disampaikan sebelumnya, berikut variable linguistik untuk Fuzzy Inference System.

Variable input :

1. Jumlah mobil menurut sensor pertama dari sebuah arah. Kita sebut A. Misalkan arah yang menyala adalah arah utara selatan maka  $A = s8 + s4$ .
2. Jumlah mobil menurut sensor kedua dari sebuah arah. Kita sebut Q. Misalkan arah yang menyala adalah arah utara selatan maka  $A = s7 + s3$ .

Variable output :

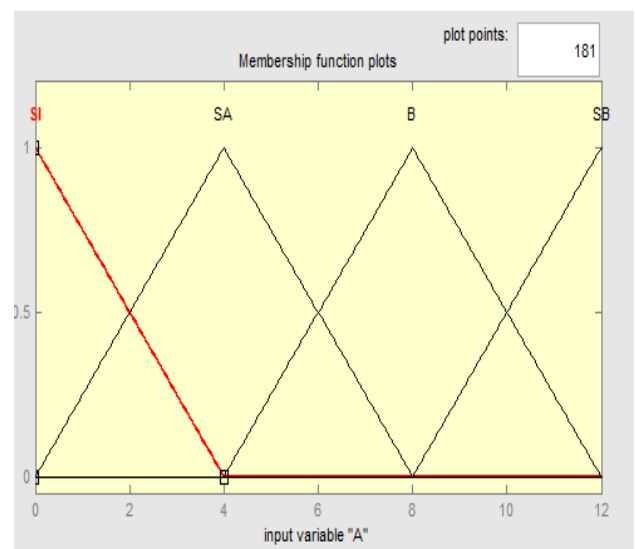
1. Periode waktu atau *cycle time* yang ingin diperpanjang untuk sebuah arah. Ini merupakan input dari pakar. Kita sebut variable ini E.

Untuk fungsi anggota dari tiap variable fuzzy di atas, bisa didapatkan dari pakar(karena tergantung dari lalu lintas di suatu daerah tertentu). Untuk persoalan ini digunakan member function berikut beserta singkatannya untuk mempermudah penamaan :

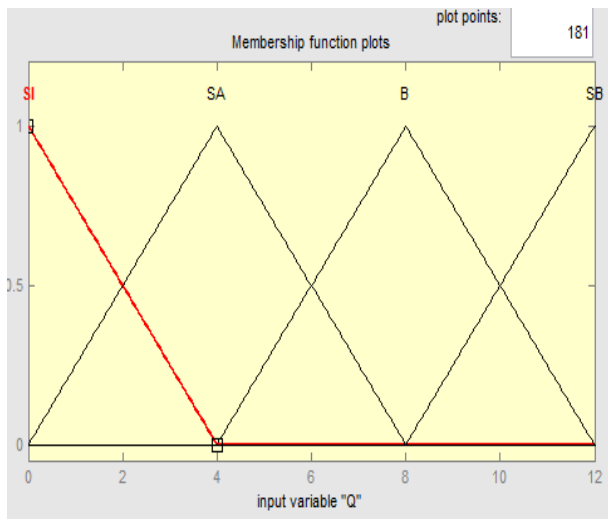
A	Q	E
Sangat Banyak(SB)	Sangat Banyak(SB)	Sangat lama (SL)
Banyak(B)	Banyak(B)	Lama(L)
Sedang(SA)	Sedang(SA)	Sedang(S)
Sedikit (SI)	Sedikit (SI)	Pendek(P)

Tabel 1. Nilai linguistik tiap variable

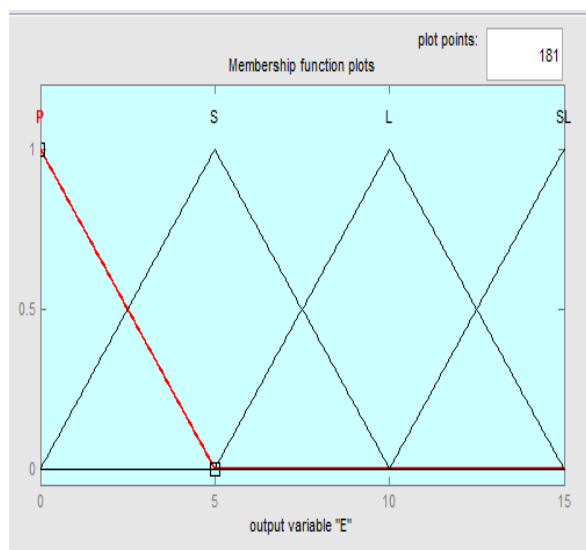
Berikut fungsi anggota dari tiap variable linguistik.



Gambar 3. Member function untuk input variable A



Gambar 4. Member function untuk input variable Q



Gambar 5. Member function untuk output variable E

Yang terakhir adalah rule yang akan digunakan untuk Fuzzy Inference System. Rule ini didapat dari pakar juga. Karena terdapat 2 input yang masing-masing nilai linguistiknya 4, maka total rule sepenuhnya adalah  $4 \times 4 = 16$ . Tidak semua persoalan mempunyai jumlah rule seperti itu, terdapat beberapa persoalan yang rulanya sudah khusus karena nilainya sama untuk input yang berbeda. Sedangkan untuk kasus ini dipakai jumlah rule 16. Berikut tabel dari rule yang dipakai (untuk sebuah kasus arah yang sedang menyala).

		A			
		SI	SA	B	SB
Q	SI	P	S	L	SL
	SA	P	S	L	L
	B	P	P	S	L
	SB	P	P	P	S

Tabel 2. Tabel dari rule untuk persoalan

Cara membaca tabel tersebut yaitu, untuk sebuah nilai A pada kolom ke-i dan nilai Q pada kolom ke-j, maka didapat nilai q pada kolom i, baris ke-j :

IF A[i] AND B[j] THEN Q[i,j]

Contohnya untuk kolom 1 baris 1, didapat rule :

IF A=SI(jumlah mobil oleh sensor A sedikit) AND Q=SI(jumlah mobil oleh sensor Q sedikit) THEN E=P(perpanjangan waktu pendek).

## V. HASIL IMPLEMENTASI DENGAN MATLAB

### 5.1` Implementasi Rule.

Pada implementasi rule, semua rule berbobot sama, maka diset weight tiap rule = 1. Berikut hasil implementasi di MATLAB :

1. If (A is SI) and (Q is SI) then (E is P) (1)
2. If (A is SA) and (Q is SI) then (E is S) (1)
3. If (A is B) and (Q is SI) then (E is L) (1)
4. If (A is SB) and (Q is SI) then (E is SL) (1)
5. If (A is SI) and (Q is SA) then (E is P) (1)
6. If (A is SA) and (Q is SA) then (E is S) (1)
7. If (A is B) and (Q is SA) then (E is L) (1)
8. If (A is SB) and (Q is SA) then (E is L) (1)
9. If (A is SI) and (Q is B) then (E is P) (1)
10. If (A is SA) and (Q is B) then (E is P) (1)
11. If (A is B) and (Q is B) then (E is S) (1)
12. If (A is SB) and (Q is B) then (E is L) (1)
13. If (A is SI) and (Q is SB) then (E is P) (1)
14. If (A is SA) and (Q is SB) then (E is P) (1)
15. If (A is B) and (Q is SB) then (E is P) (1)
16. If (A is SB) and (Q is SB) then (E is S) (1)

Gambar 6. Hasil implementasi rule pada MATLAB

### 5.2` Hasil implementasi Fuzzy Inference System.

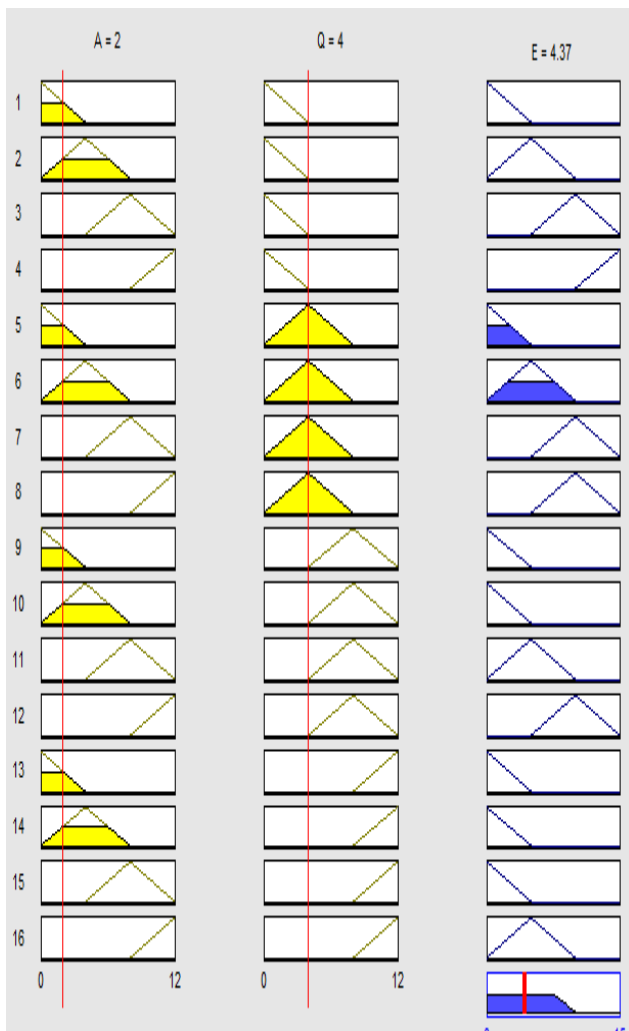
Settingan untuk proses-proses dalam Fuzzy Inference System yang dipakai di MATLAB adalah sebagai berikut.

FIS Name:	makalah
And method	min
Or method	max
Implication	min
Aggregation	max
Defuzzification	centroid

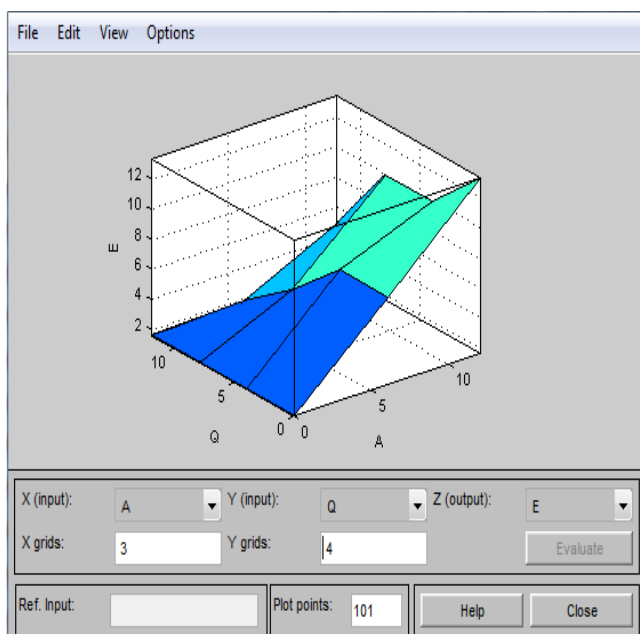
Gambar 7. Settingan metode untuk Fuzzy Inference System.

Berikut beberapa hasil dari Fuzzy Inference System, u

- a. Input1 : A = 2 mobil, Q = 4 mobil.  
Output1 : E = 4.37 detik.

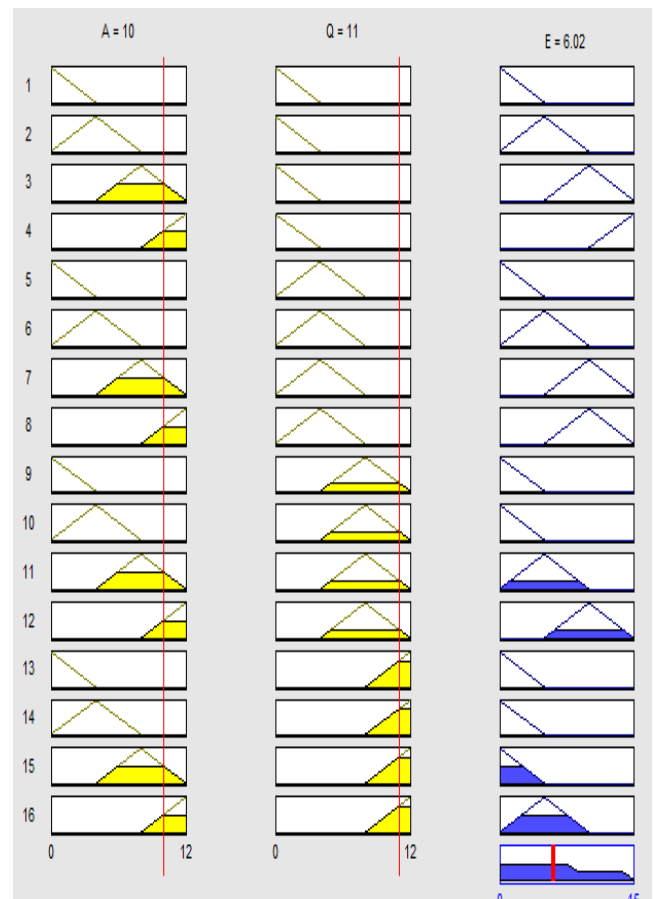


Gambar 8. Hasil Implementasi view rules 1

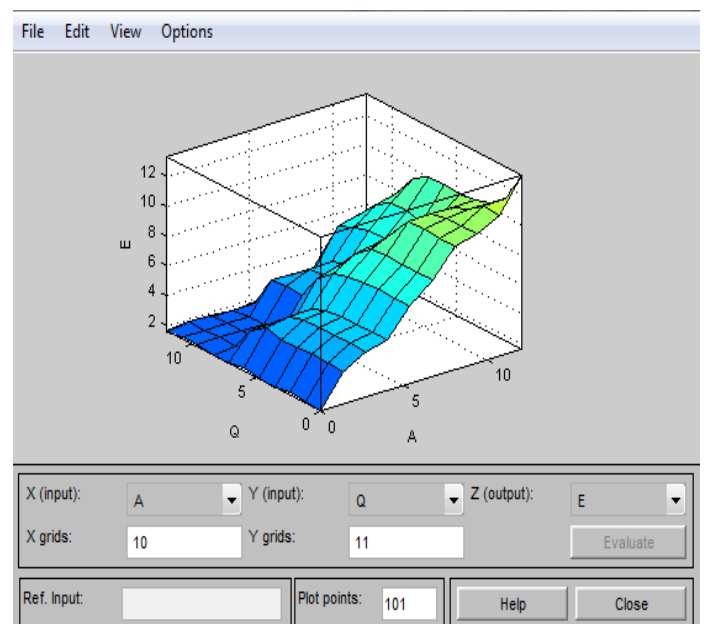


Gambar 9. Surface Viewer untuk input 1

- b. Input : A = 10 mobil, Q = 11 mobil.  
Output : E = 6.02 detik.



Gambar 10. Hasil Implementasi view rules 2

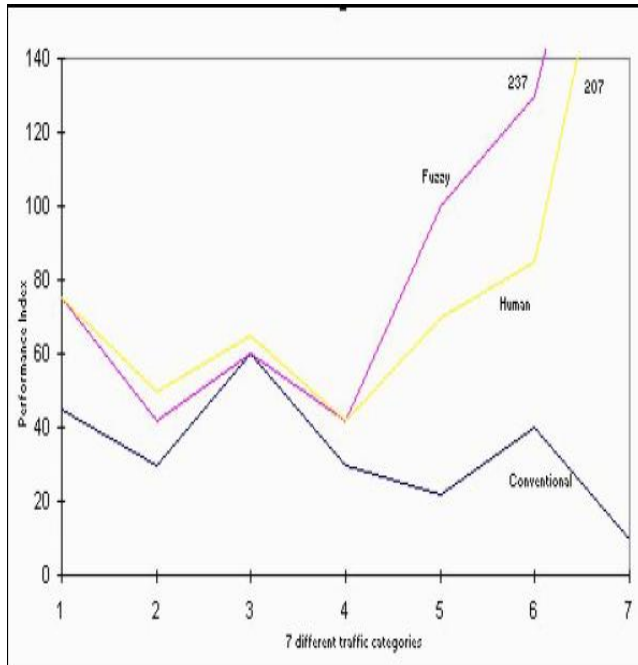


Gambar 11. Surface Viewer untuk input 2



## V. KESIMPULAN

Dari banyak percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa fuzzy logic lebih adil dalam memberikan nilai dibandingkan dengan sistem control lampu lalu lintas konvensional. Menurut hasil penelitian aplikasi yang sudah ada, yaitu *Smart Traffic Light Controller* dengan menggunakan fuzzy logic<sup>[2]</sup>. Kontroler fuzzy ini telah dites dalam berbagai macam kondisi jalan mulai dari paling macet sampai benar-benar renggang.



Gambar 12. Perbandingan kontroler fuzzy logic dengan kontroler konvensional dan manusia(polisi lalu lintas).

Dari hasil percobaan mereka, kontroler fuzzy melewati 31% mobil lebih banyak dibandingkan dengan kontroler konvensional. Didapat pula waktu tunggu rata-rata 5% lebih pendek dibandingkan dengan kontroler konvensional. Sedangkan untuk perbandingan dengan manusia yang ahli (dalam hal ini polisi lalu lintas), didapat kontroler fuzzy melewati 14% jumlah mobil lebih dan waktu tunggu yang 14% lebih banyak. Artinya adalah bahwa sistem kontrol lalu lintas dengan logika fuzzy jauh lebih bagus dibandingkan cara konvensional dan manusia itu sendiri.

Selain hal di atas, kunci kelebihan dari fuzzy logic adalah kefleksibelannya. Bisa dilihat bahwa semua input fuzzy logic sangat fleksibel, bisa disetting sesuai dengan lingkungan lalu lintas suatu daerah dan pendapat para ahli sendiri mengenai lingkungan tersebut. Logika fuzzy juga sederhana dan mudah diimplementasikan karena “fuzzy” yaitu mempunyai bahasa yang sama dengan manusia. Dengan ini penulis menyimpulkan logika fuzzy merupakan salah satu cara baru yang paling bagus dalam menyelesaikan kasus-kasus persoalan fuzzy.

## REFERENCES

- [1] <http://www.gruprobot.com/ui-rancang-sistem-lalu-lintas-cerdas-dan-adaptif.html>
- [2] [http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_96/journal/vol4/sbaa/report\\_traff.html](http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/sbaa/report_traff.html)
- [3] H. John Yen, Reza Langari, *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*, Pearson Education; 2005, pp 151-155.
- [4] Dan W Patterson, *Artificial Intelligence And Expert Systems*, Prentice Hall of India, 2001, pp 65.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 14 Mei 2012

ttd

Novan Parmonangan Simanjuntak / 13509034