

# Fuzzy Inference System untuk Mengurangi Kemacetan di Perempatan Jalan

Edwin Romelta / 13508052  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
if18052@students.if.itb.ac.id

**Abstrak**—Lalu lintas di perempatan jalan merupakan tempat yang sering menghambat kendaraan. Hal ini disebabkan karena lampu lalu lintas yang digunakan tidak memperhatikan jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut. Pengendara terpaksa menunggu hingga mereka dapat berjalan. Namun dengan penanganan waktu yang buruk pengendara terpaksa harus menunggu dengan waktu yang tidak sesuai sehingga persimpangan tersebut menjadi padat dan dapat menyebabkan kemacetan yang seharusnya hal ini tidak harus terjadi.

Dengan menggunakan FIS maka persoalan ini diharapkan dapat dikurangi, karena dengan memperhatikan jumlah kendaraan yang akan melintasi persimpangan kita dapat mengurai kepadatan pada persimpangan jalan tersebut. Pengendara pun tidak perlu menunggu dengan waktu yang tidak sesuai dan kemacetan pada persimpanganpun dapat dihindari.

**Kata Kunci**—Lampu Lalu Lintas, kemacetan, pengendara, FIS

## I. PENDAHULUAN

Perempatan jalan merupakan tempat yang memadatkan lalu lintas. Dengan adanya lampu lalu lintas, pengemudi harus menunggu hingga mereka diizinkan untuk berjalan. Hal ini digunakan untuk menghindari kemacetan karena pengemudi yang tidak mau mengalah. Namun dengan adanya lampu lalu lintas, perempatan jalan menjadi lebih ramai karena pengemudi harus menunggu hingga mereka dapat berjalan. Tidak seluruh jalan di perempatan memiliki jumlah pengendara yang sama, sehingga kita tidak dapat menyamakan seluruh sisi jalan dengan waktu tunggu dan waktu jalan yang sama. Jika salah satu sisi pada suatu saat tidak ada pengemudi dan memiliki waktu jalan yang besar, hal ini dapat menyebabkan pengemudi di sisi jalan yang lain tidak sabar dan langsung menjalankan kendaraan mereka tanpa melihat lampu lalu lintas. Hal ini dapat menyebabkan kecelakaan jika pada saat itu mendadak ada kendaraan lain yang jalan dengan kecepatan tinggi. Dengan adanya pengaturan waktu lalu lintas diharapkan hal tersebut dapat dihindari dan kemacetan di simpang dapat dikurangi.

Makalah ini dibagi dalam beberapa bagian. Bagian 2 menjelaskan tentang Logika Fuzzy. Bagian 3 menjelaskan

tentang lampu lalu lintas.

## II. LOGIKA FUZZY

Fuzzy logic dikenalkan oleh Lotfi Zadeh[1][3], seorang profesor di University of California di Berkeley. Fuzzy logic digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis.

Logika fuzzy umumnya diterapkan pada masalah masalah yang mengandung unsur ketidakpastian, ketidaktepatan, gangguan, dan sebagainya. Logika fuzzy menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (significance). Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa manusia (bahasa alami).

Terdapat lima buah dasar dari logika fuzzy[3][4]

1. Fuzzy set
2. Variabel Linguistik
3. Predikat
4. Distribusi kemungkinan
5. Aturan fuzzy

Empat buah hal utama adalah dasar dari seluruh bagian dari logika fuzzy. Sedangkan yang terakhir adalah dasar dari seluruh aplikasi industri dari pengembangan logika fuzzy.

### 2.1 Fuzzy Set

Pada himpunan klasik, himpunan tersebut disebut himpunan tegas (crisp set). Sedangkan pada logika fuzzy himpunan tersebut disebut himpunan fuzzy (fuzzy set).

Di dalam himpunan tegas, keanggotaan suatu unsur di dalam himpunan dinyatakan secara tegas, apakah objek tersebut anggota himpunan atau bukan. Sedangkan pada himpunan fuzzy tidak. Himpunan fuzzy memiliki batas – batas himpunan yang kabur. Jika anggota suatu unsur tersebut terletak pada batas himpunan, anggota tersebut tidak di tolak dari himpunan namun diturunkan derajat keanggotaannya.

Himpunan fuzzy mempunyai dua atribut[3]:

1. Linguistik: penamaan grup yang mewakili kondisi dengan menggunakan bahasa alami  
Contoh: PANAS, DINGIN, TUA, MUDA, PELAN,

dsb

2. Numerik: nilai yang menunjukkan ukuran variabel fuzzy

Contoh: 35, 78, 112, 0, -12, dsb

Himpunan fuzzy dituliskan dengan fungsi yang menggambarkan posisi dari tiap anggota himpunan fuzzy tersebut yang disebut dengan fungsi keanggotaan.

Terdapat beberapa fungsi keanggotaan, yaitu[3]:

1. Linier
2. Segitiga
3. Trapesium
4. Kurva Sigmoid
5. Kurva Lonceng

## 2.2 Variabel Linguistik

Variabel linguistik adalah variabel yang memiliki nilai linguistik, disebut juga variabel fuzzy. Nilai linguistik dari variabel linguistik disebut juga terma. Nilai linguistik dinyatakan dalam bahasa alami.

Variabel fuzzy menunjukkan nilai kualitatif, sedangkan nilai setiap terma adalah kuantitatif yang ditunjukkan oleh fungsi keanggotaan.

Contoh: Kecepatan adalah variabel fuzzy dengan nilai cepat, sedang, dan lamban sedangkan nilai dari cepat, sedang, dan lamban merupakan nilai dari terma tersebut yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan.

## 2.3 Predikat

Pada logika klasik, nilai kebenaran proposisi adalah 1 (true) atau 0 (false). Tetapi pada logika fuzzy, nilai kebenaran proposisi adalah nilai riil di dalam selang [0,1].

Terdapat dua bentuk predikat di dalam logika fuzzy:

1. Predikat atomik  
Berbentuk: "x is A"
2. Predikat majemuk  
Berbentuk: "x is A or y is B"  
"x is A and y is B"  
"x is not A"

## 2.4 Distribusi Kemungkinan

Misalkan seorang dinyatakan sakit kanker jika telah berumur lebih dari 60 tahun. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa orang dengan umur 60,61,62,63,... adalah orang dengan penyakit kanker. Namun bagaimana dengan orang yang kurang dari 60. Dengan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak mungkin orang yang berumur kurang dari 60 tahun tidak mungkin berpenyakit kanker. Namun dengan logika fuzzy hal ini masih dapat dipertimbangkan dengan nilai fuzzy.

## 2.5 Aturan fuzzy

Aturan fuzzy disebut juga dengan kaidah fuzzy. Bentuk dari kaidah fuzzy adalah

IF x is A THEN y is B

Kaidah fuzzy disebut juga dengan implikasi fuzzy. A dan B adalah terma atau nilai linguistik. x dan y adalah variabel fuzzy. x is A disebut antesenden atau premis. Sedangkan y is B disebut konsekwen. Antesenden dan

konsekwen dapat memiliki lebih dari satu predikat dengan konektif and, or, dan not.

Terdapat tiga tahap penginterpretasian aturan IF-THEN[3]:

1. Fuzzyfikasi  
Menentukan derajat keanggotaan dari variabel masukan.
2. Operasi logika fuzzy  
Melakukan operasi-operasi logika fuzzy
3. Implikasi  
Menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir keluaran fuzzy set.

## 2.6 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy dikenal dengan *Fuzzy Inference System* (FIS). Sistem ini digunakan untuk menarik kesimpulan dari sekumpulan kaidah fuzzy. Jadi, di dalam FIS minimal harus ada dua buah kaidah fuzzy. Masukan dan keluaran dari FIS adalah *crisp values*.

Metode yang biasanya digunakan dalam membangun FIS adalah:

1. Metode Mamdani
2. Metode Sugeno

Sistem Inferensi Fuzzy melibatkan lima buah proses.

Proses – proses tersebut adalah[3]:

1. Fuzzyfikasi
2. Operasi Fuzzy Logic
3. Implikasi
4. Agregasi
5. Defuzzyfikasi

### 2.6.1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses memetakan nilai crisp (numerik) ke dalam himpunan fuzzy dan menentukan derajat keanggotaannya di dalam himpunan fuzzy. Hal ini dilakukan karena pada dunia nyata nilai tersebut masih dalam berbentuk numerik sedangkan pada FIS nilai yang diproses adalah nilai fuzzy.

### 2.6.1. Operasi Fuzzy Logic

Operasi Fuzzy Logic adalah menyelesaikan persamaan fuzzy dengan operator yang sesuai. Or dengan operasi max, and dengan operasi min, dan not dengan operasi ingkaran.

### 2.6.1. Implikasi

Implikasi adalah proses penyelesaian aturan IF-THEN. Pada proses ini metode mamdani atau sugeno dilakukan. Input dari proses ini adalah derajat kebenaran bagian antesenden dan fuzzy set pada bagian konsekwen. Fungsi implikasi yang biasa digunakan adalah operasi min. Selain operasi min terdapat operasi product.

### 2.6.1. Agregasi

Agregasi adalah proses menggabungkan seluruh keluaran dari implikasi jika aturan pada FIS tersebut lebih dari satu. Seluruh aturan tersebut digabungkan menjadi sebuah fuzzy set tunggal. Fungsi agregasi yang biasa digunakan adalah max. Selain dari max terdapat juga probabilistic dan sum.

Jika fungsi min digunakan pada saat implikasi dan pada saat agregasi menggunakan max. Maka metode mamdani disebut juga metode MIN-MAX (*min-max inferencing*).

### 2.6.1. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah proses memetakan besaran dari himpunan fuzzy ke dalam bentuk nilai crisp. Hal ini dilakukan karena nilai yang dibutuhkan adalah nilai dengan besaran ril bukan besaran fuzzy.

Metode yang digunakan adalah:

1. Metode keanggotaan maximum
2. Metode pusat luas
3. Metode keanggotaan maksimum rata-rata.

## III. LAMPU LALU LINTAS

Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas pada persimpangan jalan[2]. Hal ini dibuat agar pengemudi tidak bingung ketika melalui persimpangan jalan. Jika tidak ada maka pengemudi akan kebingungan dalam melintasi persimpangan. Jika tidak ada pengemudi yang mau mengalah dapat menyebabkan *deadlock* dan kemacetan. Bahkan dapat terjadi kecelakaan.

### 3.1 Jenis Lampu Lalu Lintas

Berdasarkan cakupannya lampu lalu lintas dibagi tiga buah[2]:

1. Lampu lalu lintas terpisah  
Lampu lalu lintas yang perhitungannya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa memperhitungkan persimpangan lain.
2. Lampu lalu lintas terkoordinasi  
Lampu lalu lintas yang pemasangannya memperhitungkan beberapa persimpangan yang terdapat pada arah tertentu.
3. Lampu lalu lintas jaringan  
Lampu lalu lintas yang pemasangannya memperhitungkan beberapa persimpangan yang terdapat dalam suatu jaringan yang masih dalam satu kawasan.

Berdasarkan cara pengoperasiannya lampu lalu lintas dibagi dua buah[2]:

1. Fixed time traffic signal  
Lampu lalu lintas yang pengoperasiannya menggunakan waktu yang tetap dan tidak mengalami perubahan.
2. Actuated traffic signal  
Lampu lalu lintas yang pengoperasiannya dengan pengaturan waktu tertentu dan mengalami perubahan sesuai dengan jumlah kendaraan dari berbagai sisi persimpangan.

### 3.2 Permasalahan Lampu Lalu Lintas

Permasalahan dasar dalam lampu lalu lintas di

bagaimana pengaturan waktu pada lampu lalu lintas yang optimal sehingga tidak terjadi penumpukan kendaraan pada salah satu sisi jalan.

Beberapa hal yang harus dihindari dalam lampu lalu lintas di persimpangan jalan adalah :

1. Waktu yang lama pada sisi jalan yang kosong
2. Waktu yang sebentar pada sisi jalan yang ramai
3. Waktu menunggu yang lama pada sisi jalan yang ramai
4. Waktu menunggu yang sebentar pada sisi jalan yang sepi
5. Keterkaitan persimpangan dengan persimpangan yang terdekat

Selain dari permasalahan diatas terdapat juga permasalahan dimana lampu lalu lintas tidak boleh mati, namun hal ini sudah dapat diatasi dengan adanya lampu lalu lintas yang menggunakan tenaga surya atau lampu lalu lintas yang dapat menyimpan listrik yang nantinya digunakan ketika tidak ada pasokan listrik.

## IV. PEMODELAN

Dengan memperhatikan jumlah mobil yang akan berjalan pada suatu simpang dan jumlah mobil yang harus menunggu, maka kita dapat menghitung lama waktu lampu hijau pada saat sisi jalan tersebut.

Dengan asumsi bahwa total kendaraan roda 4 pada suatu sisi jalan tidak dapat lebih dari 50 kendaraan dan waktu lampu hijau tidak boleh lebih dari 150 detik. Maka terbentuklah fungsi keanggotaan sebagai berikut.

Keanggotaan Mobil Hijau:

1. Sangat Sedikit (SS) 0-10
2. Sedikit (S) 11-20
3. Sedang (Sdg) 21-30
4. Banyak (B) 31-40
5. Sangat Banyak (SB) 41-50

Keanggotaan Mobil Merah:

1. Sangat Sedikit (SS) 0-30
2. Sedikit (S) 31-60
3. Sedang (SD) 61-90
4. Banyak (B) 91-120
5. Sangat Banyak (SB) 121-150

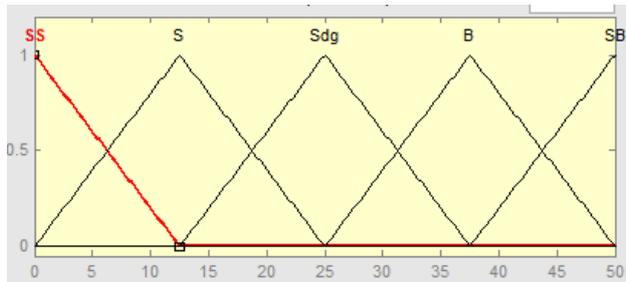
Keanggotaan Lampu Hijau:

1. Sangat Sebentar (SS) 0-30
2. Sebentar (S) 31-60
3. Sedang (SD) 61-90
4. Lama (L) 91-120
5. Sangat Lama (SL) 121-150

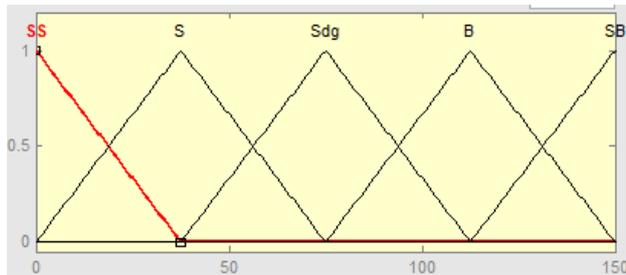
Mobil Hijau adalah mobil yang akan berjalan melintasi perempatan. Mobil Merah adalah mobil yang harus menunggu giliran menyeberang yaitu jumlah mobil pada tiga buah sisi jalan lainnya. Sedangkan Lampu Hijau adalah lama waktu yang diberikan kepada Mobil Hijau untuk menyeberang perempatan jalan.

Berikut gambar fungsi keanggotaan berdasarkan fungsi

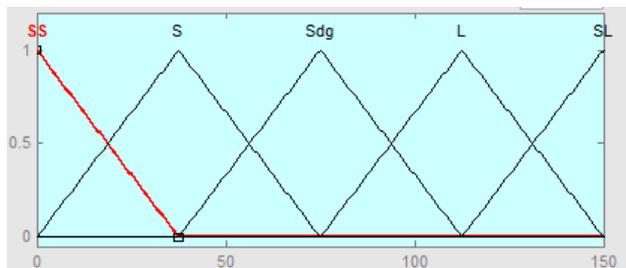
diatas:



Gambar 1 Fungsi Keanggotaan Mobil Hijau



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan Mobil Merah



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Lampu Hijau

Bedasarkan fungsi keanggotaan tersebut maka dibentuklah 2 buah model:

1. Model Perbandingan

Model ini adalah model bedasarkan perbandingan mobil hijau dengan mobil merah. Jika mobil hijau dan merah memiliki variabel fuzzy yang sama maka lama waktu yang diberikan adalah sedang. Jika merah lebih banyak dibandingkan dengan hijau maka waktu yang diberikan sebentar, sedangkan jika hijau lebih banyak dibandingkan dengan merah maka waktu yang diberikan adalah lama.

2. Model Pembagian

Model ini adalah model hasil pembagian mobil hijau dengan mobil merah. Jika mobil merah lebih banyak dibandingkan mobil hijau maka waktu yang diberikan sebentar. Namun jika mobil hijau lebih banyak dari mobil merah maka waktu yang diberikan lebih lama.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan aturan-aturan

dari tiap model:

Tabel 1 Model Perbandingan

Lampu Hijau		Mobil Hijau				
		SS	S	Sdg	B	SB
Mobil Merah	SS	Sdg	L	L	SL	SL
	S	SS	Sdg	L	SL	SL
	Sdg	SS	S	Sdg	L	L
	B	SS	SS	S	Sdg	L
	SB	SS	SS	S	S	Sdg

Tabel 2 Model Pembagian

Lampu Hijau		Mobil Hijau				
		SS	S	Sdg	B	SB
Mobil Merah	SS	SS	S	Sdg	L	SL
	S	SS	SS	S	S	Sdg
	Sdg	SS	SS	SS	S	S
	B	SS	SS	SS	SS	S
	SB	SS	SS	SS	SS	SS

Beberapa contoh aturan yang didapatkan berdasarkan tabel diatas adalah

Model Perbandingan :

1. IF Mobil Hijau is SS AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is Sdg
2. IF Mobil Hijau is S AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is L
3. IF Mobil Hijau is Sdg AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is L
4. IF Mobil Hijau is B AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is SL
5. IF Mobil Hijau is SB AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is SL

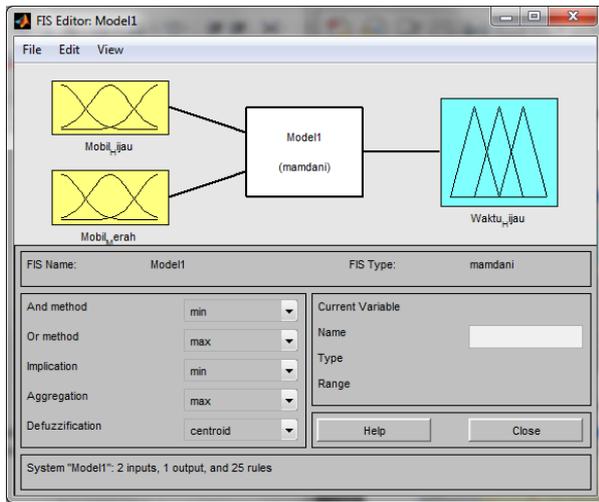
Model Pembagian :

1. IF Mobil Hijau is SS AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is SS
2. IF Mobil Hijau is S AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is S
3. IF Mobil Hijau is Sdg AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is Sdg
4. IF Mobil Hijau is B AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is L
5. IF Mobil Hijau is SB AND Mobil Merah is SS THEN Lampu Hijau is SL

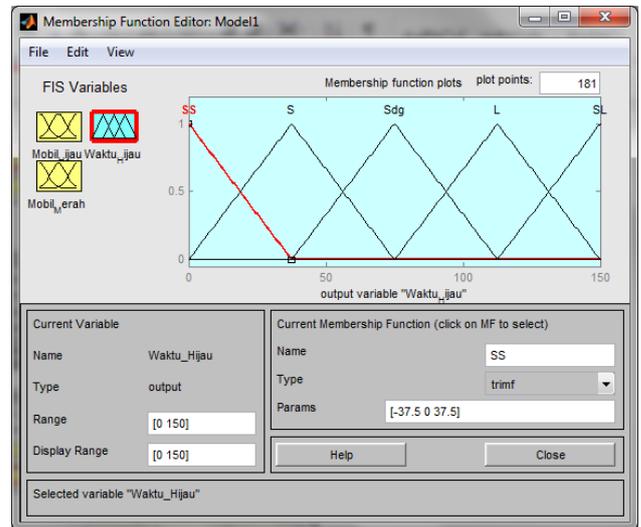
V. PERCOBAAN

Percobaan dilakukan dengan menggunakan fuzzy tool box yang telah disediakan dari matlab. Berikut adalah hasil dari percobaan yang dilakukan

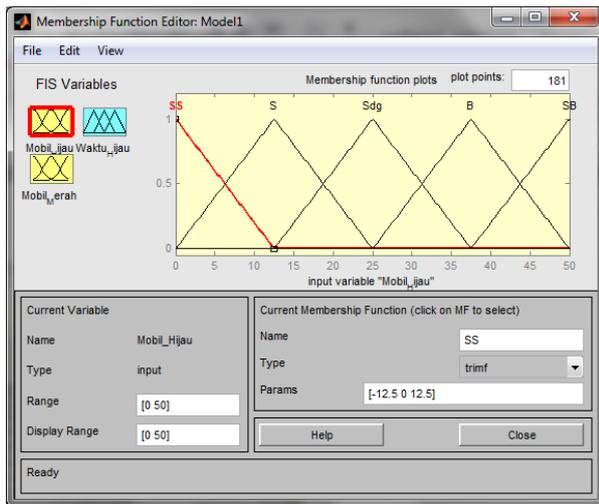
Model Perbandingan :



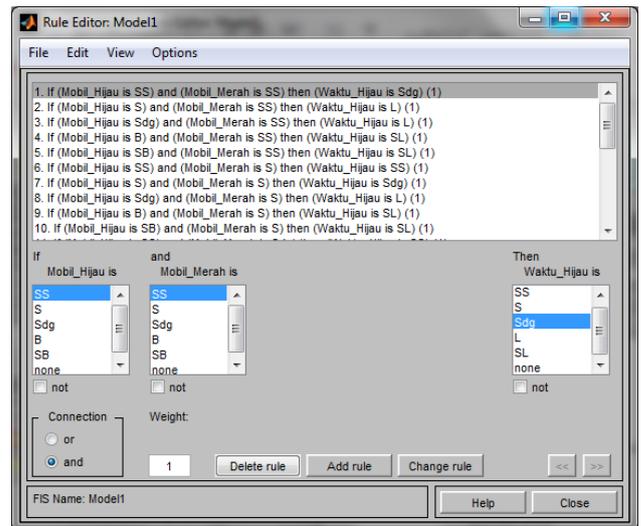
Gambar 4 FIS Model Perbandingan



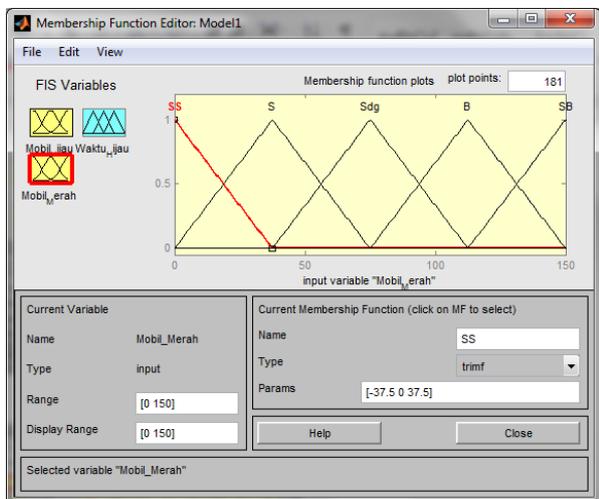
Gambar 7 Fungsi Keanggotaan Lampu Hijau



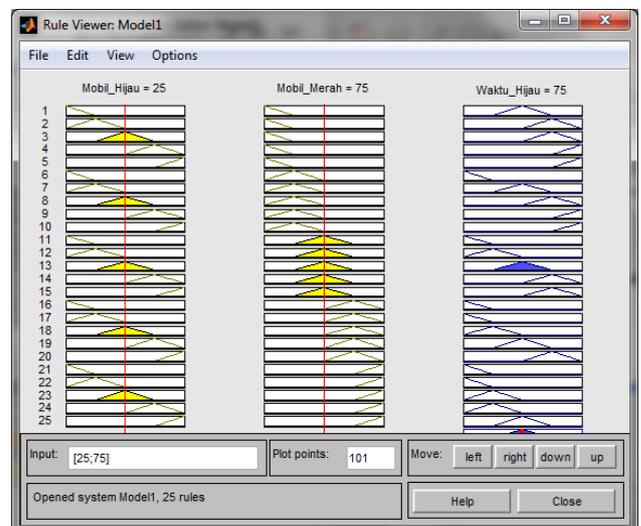
Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Mobil Hijau Model Perbandingan



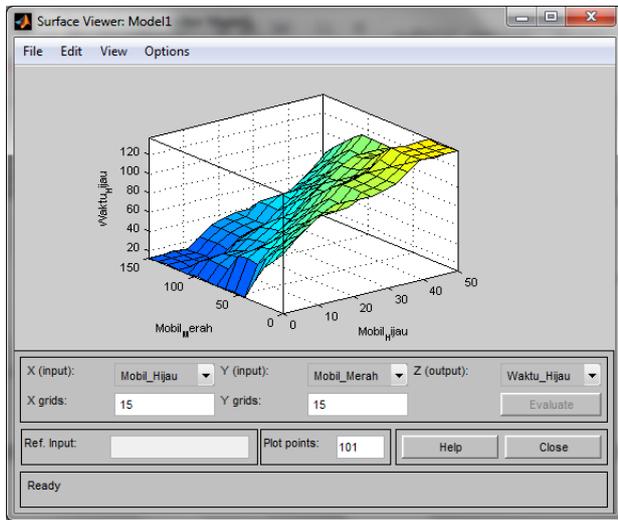
Gambar 8 Rule Editor Model Perbandingan



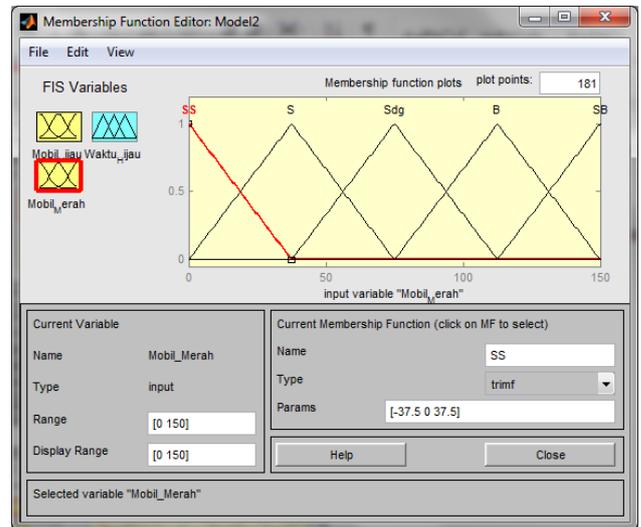
Gambar 6 Fungsi Keanggotaan Mobil Merah Model Perbandingan



Gambar 9 Rule Viewer Model Perbandingan

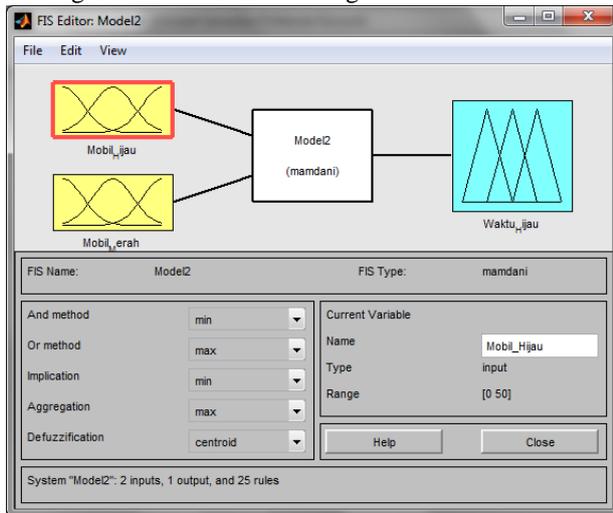


Gambar 10 Surface Viewer Model Perbandingan

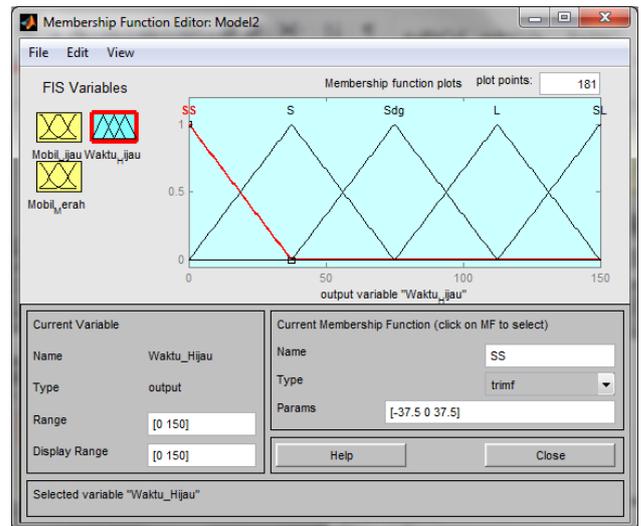


Gambar 13 Fungsi Keanggotaan Mobil Merah Model Pembagian

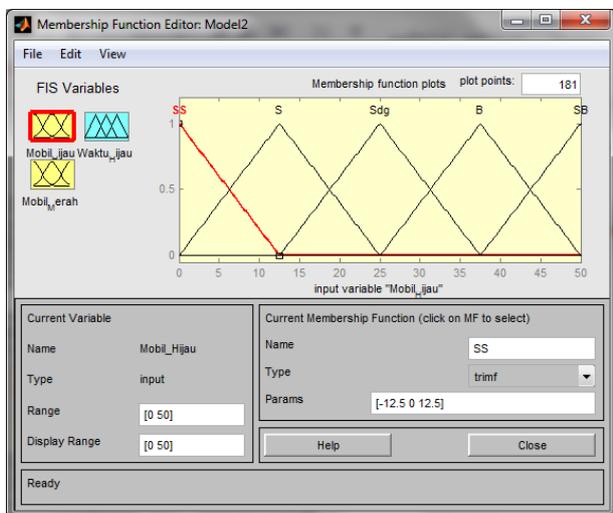
Sedangkan untuk Model Pembagian:



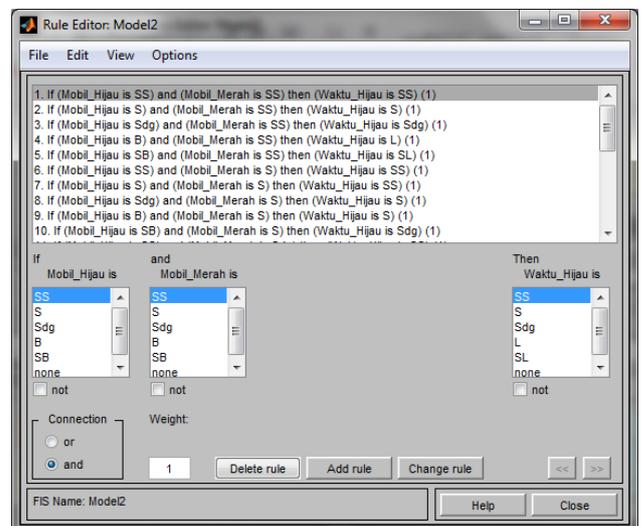
Gambar 11 FIS Model Pembagian



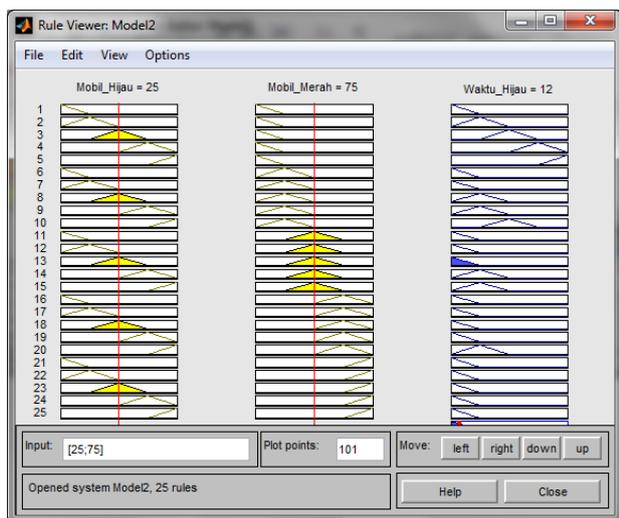
Gambar 14 Fungsi Keanggotaan Lampu Hijau Model Pembagian



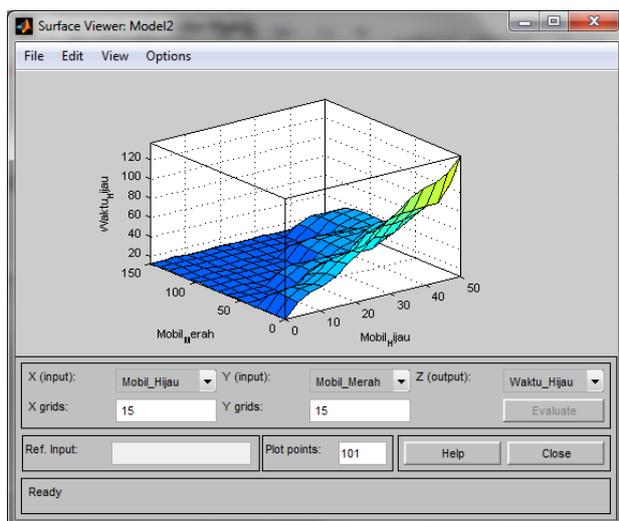
Gambar 12 Fungsi Keanggotaan Mobil Hijau Model Pembagian



Gambar 15 Rule Editor Model Pembagian



Gambar 16 Rule Viewer Model Pembagian



Gambar 17 Surface Viewer Model Pembagian

Berikut adalah perbandingan dari tiap model:

Tabel 3 Tabel Perbandingan Hasil Percobaan

Mobil Hijau	Mobil Merah	Lampu Hijau	
		Model Perbandingan	Model Pembagian
33	70	98,5	34,9
44	43	125	56,9
46	70	113	44,4
5	33	58,2	22,3
12	28	83,8	26,1
9	41	62,3	12,8
20	51	80,7	34,4
47	10	137	90,8

43	103	91,9	31,4
4	108	21,5	13,1
1	45	27,4	12,5
14	39	78,7	20,2
48	19	136	86,8
38	35	138	46,3
36	34	130	49,2
19	97	49,8	14,1
6	41	53,5	14,1
14	2	110	43,3
46	103	99,3	35,4
13	110	21,9	12,1

## VI. KESIMPULAN

Model pembagian lebih memiliki hasil yang baik dibandingkan dengan model perbandingan. Hal ini dapat dilihat ketika mobil hijau lebih sedikit dibandingkan mobil merah. Dimana pada model perbandingan menghasilkan waktu yang besar sedangkan model pembagian menghasilkan waktu yang kecil. Namun model pembagian lebih menghasilkan hasil yang baik ketika mobil hijau jauh lebih banyak dibandingkan dengan mobil merah.

Sebaiknya kedua model digabung untuk menghasilkan hasil yang lebih baik dimana model perbandingan digunakan jika mobil hijau lebih banyak dibandingkan mobil merah dan model pembagian digunakan untuk selain hal tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.musbikhin.com/pengantar-fuzzy-logic>
- [2] [http://id.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_lalu\\_lintas](http://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_lalu_lintas)
- [3] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>
- [4] Sumalatha. V. Mary, dkk, Fuzzy Inference System to Control PC Power Failures, 2011.

## 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

Edwin Romelta  
13508052