

### **BAB III**

## **PENERAPAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI PADA PERHITUNGAN DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS**

Bab ini membahas optimasi delay lampu lalu lintas pada persimpangan jalan antara Jalan Soekarno-Hatta dan Jalan Ibrahim Adjie Bandung menggunakan logika fuzzy metode Mamdani. Delay lampu lalu lintas yang dimaksud adalah pembagian waktu lampu hijau untuk setiap ruas jalan dengan arah dan tujuannya masing-masing, yang selanjutnya disebut fase. Misalnya lampu hijau untuk fase A, ini berarti lampu hijau ditujukan untuk kendaraan yang datang dari arah Jalan Soekarno-Hatta Timur menuju Jalan Soekarno-Hatta Barat dan atau menuju Jalan Kiara Condong.

Tujuan penelitian ini mengoptimalkan delay lampu lalu lintas yang mengatur arus kendaraan di suatu persimpangan. Penelitian dikhususkan pada lampu lalu lintas yang berwarna hijau yang berarti kendaraan pada fasenya boleh melaju. Dengan diperolehnya delay lampu lalu lintas yang optimal diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan dan waktu tunggu pengendara dari lampu merah ke lampu hijau yang selalu terjadi di suatu persimpangan di Bandung yaitu persimpangan antara Jalan Soekarno Hatta dan Jalan Ibrahim Adjie yang biasa dikenal dengan persimpangan Samsat karna terletak di dekat gedung perkantoran sistem administrasi manunggal satu atap (Samsat) Bandung Timur.

Penelitian dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dalam pengoptimalan menggunakan logika fuzzy metode Mamdani. Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data dan mengklasifikasikannya menjadi variabel *input* atau variabel *output*. Selanjutnya adalah menentukan aturan-aturan antara variabel-variabel tersebut yang akan dipakai dalam proses inferensi tersebut. Tahap selanjutnya menerapkan logika fuzzy metode Mamdani yang diawali dengan proses fuzzifikasi, yaitu mengubah data yang berbentuk eksak menjadi suatu himpunan fuzzy. Proses selanjutnya adalah aplikasi fungsi

**Riska Megasari, 2017**

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY  
METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

implikasi, yaitu penentuan aturan-aturan yang akan digunakan. Langkah selanjutnya adalah proses komposisi aturan, yaitu menerapkan data yang telah menjadi himpunan fuzzy ke aturan yang telah ditetapkan. Langkah terakhir adalah

**Riska Megasari, 2017**

***OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY  
METODE MAMDANI***

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

proses defuzzifikasi, yaitu proses pengembalian himpunan fuzzy menjadi data yang eksak.

### **3.1. Analisis Permasalahan**

Dalam pencarian delay lampu lalu lintas yang optimal hal pertama yang dilakukan adalah analisis permasalahan. Dari analisis permasalahan tersebut diperoleh variabel *input* dan variabel *output* yang akan dipakai dalam memperoleh delay lampu lalu lintas yang optimal menggunakan logika fuzzy metode Mamdani. Analisis permasalahan tersebut mencakup bentuk persimpangan, posisi lampu lalu lintas, dan permasalahan yang terjadi di persimpangan Samsat.

#### **3.1.1 Bentuk Persimpangan**

Persimpangan Samsat yaitu persimpangan empat yang merupakan perpotongan jalan antara Jalan Soekarno-Hatta dan Jalan Ibrahim Adjie, di mana sebelah utara dari persimpangan adalah Jalan Kiara Condong, sebelah selatan adalah Jalan Buah Batu, kemudian sebelah timur dari persimpangan adalah Jalan Soekarno-Hatta Timur dan sebelah barat dari persimpangan adalah Jalan Soekarno-Hatta Bara. Setiap ruas jalan dibagi menjadi dua bagian untuk jalurnya masing-masing (lihat Gambar 3.1).

#### **3.1.2 Posisi Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas pada suatu persimpangan dipasang untuk mengatur kapan kendaraan pada suatu ruas jalan yang diaturnya boleh melewati persimpangan yaitu pada saat lampu lalu lintas berwarna hijau menyaladan kapan harus menunggu di batas persimpangan yaitu pada saat lampu lalu lintas berwarna merah menyala. Pada persimpangan Samsat terdapat empat lampu lalu lintas utama di mana setiap ruas jalan memiliki satu lampu lalu lintas utama, yaitu lampu lalu lintas A yang mengatur kendaraan dari arah Jalan Soekarno-Hatta Timur untuk Fase A selanjutnya disebut lampu lalu lintas fase A, lampu lalu lintas

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**





Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

B yang mengatur kendaraan dari arah Jalan Soekarno-Hatta Barat untuk Fase B selanjutnya disebut lampu lalu lintas fase B, lampu lalu lintas C yang mengatur kendaraan dari Jalan Buah Batu untuk Fase C selanjutnya disebut lampu lalu lintas fase C, dan lampu lalu lintas D yang mengatur kendaraan dari arah Kiara Condong untuk Fase D selanjutnya disebut lampu lalu lintas fase D (lihat Gambar 3.2 dan Tabel 3.1).



**Gambar 3.1** Bentuk Persimpangan dan Penempatan Lampu Lalu Lintas

**Tabel 3.1** Keterangan Berdasarkan Fase

Fase A		Siklus arus kendaraan dari Jalan Soekarno-Hatta Timur menuju Jalan Kiara Condong dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Barat
Fase B		Siklus arus kendaraan dari Jalan Soekarno-Hatta Barat menuju Jalan Buah Batu dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Timur
Fase C		Siklus arus kendaraan dari Buah Batu menuju Jalan Kiara Condong dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta Timur
Fase D		Siklus arus kendaraan dari Kiara Condong menuju Jalan Buah Batu Barat dan atau menuju Jalan Soekarno-Hatta

### 3.1.3 Permasalahan di Persimpangan Samsat

Persimpangan Samsat memiliki empat lampu lalu lintas utama yang masing-masing mengatur fase berbeda dan sebuah CCTV yang merekam aktivitas di persimpangan Samsat namun hanya mengarah pada satu ruas jalan. Sebagaimana fungsinya, lampu lalu lintas dipasang untuk mengatur arus jalanan supaya tidak terjadi hal-hal yang tidak diharapkan seperti kecelakaan dan kemacetan. Namun banyaknya kendaraan yang melewati Persimpangan Samsat yang terletak di perpotongan antara Jalan Soekarno-Hatta dan Jalan Ibrahim Adjie tersebut sering menyebabkan kemacetan panjang terutama pada saat jam berangkat kerja dan jam pulang kerja.

Selain kemacetan, yang menjadi masalah di persimpangan Samsat tersebut adalah lamanya saat menunggu pergantian dari lampu merah ke lampu hijau, hal tersebut terjadi dikarenakan pembagian delay lampu lalu lintas sampai saat ini kurang mampu mengendalikan kemacetan yang terjadi, akibatnya semakin hari semakin banyaknya kendaraan semakin panjang pula antrian kendaraan yang akan melewati persimpangan tersebut dari berbagai arah.

Riska Megasari, 2017

*OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pembagian delay lampu lalu lintas yang diberlakukan saat ini merupakan bentuk dari perencanaan dan pengaturan yang ditetapkan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung (Dishub). Sebagai bentuk pengurangan tingkat kemacetan dan meningkatkan fungsi lampu lalu lintas sebagai pengendali arus kendaraan, polisi lalu lintas turun ke jalan dan membuat pembagian waktu sendiri berdasarkan kebutuhan yang dipandang secara kasat mata. Namun pembagian waktu oleh polisi tersebut yang merupakan penyebab dari masalah yang terjadi di persimpangan Samsat tersebut yaitu menuai banyak protes dari pengguna jalan dikarenakan jedawaktumenunggusaatlampumerahmenyalakelampuhijaumenyala yang terlalu lama.

### **3.2 Analisis Data**

Hal yang selanjutnya peneliti lakukan dalam mengoptimasi delay lampu lalu lintas adalah menganalisis data. Analisis data dilakukan untuk mengklasifikasi data-data yang dapat dijadikan konstrain dalam pencarian delay lampu lalu lintas di persimpangan Samsat.

#### **3.2.1 Data Dishub**

Data Dishub di sini adalah data pengaturan dan perencanaan delay lampu lalu lintas yang ditetapkan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung (lihat Lampiran No. 1). Berdasarkan keseluruhan data Dishub tersebut Dishub menetapkan delay lampu lalu lintas di persimpangan Samsat dengan delay terpendek 40 detik dan delay terpanjang adalah 180 detik.

#### **3.2.2 Data Polisi**

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa di persimpangan Samsat terdapat CCTV yang merekam aktivitas jalanan dan sering kali polisi turut mengatur delay lampu lalu lintas dengan terjun langsung ke lokasi yaitu persimpangan Samsat. Peneliti mengamati rekaman CCTV yang merekam aktivitas persimpangan Samsat mulai dari pukul 06.00-12.00 WIB. Berdasarkan

**Riska Megasari, 2017**

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY  
METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

CCTV tersebut peneliti mencatat delay lampu lalu lintas yang diberikan untuk setiap fase dan dituliskan sebagai pembagian delay lampu lalu lintas oleh polisi (lihat Lampiran No. 2). Berdasarkan keseluruhan data polisi tersebut diketahui bahwa pemberian delay lampu lalu lintas oleh polisi di persimpangan Samsat dengan delay terpendek adalah 25 detik dan delay terpanjang adalah 400 detik.

### 3.2.3 Data Kendaraan

CCTV yang dipasang di persimpangan Samsat hanya dapat merekam salah satu ruas jalan. Namun kebanyakan dari rekaman tersebut mengarah ke ruas jalan Soekarno-Hatta Timur. Oleh sebab itu berdasarkan rekaman CCTV yang merekam persimpangan Samsat mulai dari pukul 06.00-12.00 WIB dan mengarah ke ruas jalan Soekarno-Hatta Timur, peneliti mencatat banyaknya kendaraan beroda empat atau lebih dari arah Soekarno-Hatta Timur yang melewati persimpangan Samsat (lihat lampiran No. 2). Berdasarkan data kendaraan tersebut dapat diketahui bahwa kendaraan roda empat atau lebih yang melewati persimpangan Samsat dari arah Soekarno-Hatta Timur yang tersedikit adalah 4 kendaraan per 10 detik dan terbanyak adalah 16 kendaraan per 10 detik.

Berdasarkan analisis data di atas, peneliti memperoleh tiga variabel yang dapat dijadikan sebagai variabel *input* dalam memperoleh delay lampu lalu lintas yang optimal. Tiga variabel *input* tersebut adalah delay oleh Dishub (*DoD*), delay oleh polisi (*DoP*), dan kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau (*DK*). Sedangkan untuk variabel *output*, tentunya adalah delay lampu lalu lintas yang optimal (*Delay*).

## 3.3 Model Delay Lampu Lalu Lintas

Pada tahap ini, akan dibangun sebuah model matematika yang sesuai untuk optimisasi delay lampu lalu lintas. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu mengoptimalkan delay lampu hijau untuk setiap fase sehingga waktu yang

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

diperlukan pengendara lain yang menunggu giliran dari lampu merah menuju lampu hijau tidak terlalu lama maka didefinisikan himpunan dan variabel keputusan yang akan digunakan dalam pemodelan.

Misal  $A$  adalah himpunan fase, yaitu  $A = \{\text{fase A, fase B, fase C, fase D}\}$ .

Misal untuk setiap fase  $i \in A$  :

- a)  $a_i$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dishub untuk fase  $i$  (detik)
- b)  $b_i$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh polisi untuk fase  $i$  (detik)
- c)  $c$  adalah kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau sebelumnya (banyak kendaraan per 10 detik)

Didefinisikan untuk setiap  $i \in A$

- d)  $\alpha_i$  adalah bobot delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dishub ( $DoD$ ) untuk fase  $i$ .
- e)  $\beta_i$  adalah bobot delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh polisi ( $DoP$ ) untuk fase  $i$ .
- f)  $\gamma$  adalah bobot kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau sebelumnya persepuluh detik ( $DK$ ).

Variabel keputusan didefinisikan sebagai  $d_i$ , yaitu delay lampu hijau untuk fase  $i \in A$ . Maka masalah optimisasi delay lampu hijau lalu lintas dapat dimodelkan sebagai model berikut :

Meminimumkan :

$$z = \sum_{i \in A} d_i \quad \dots (3.1)$$

Terhadap :

$$\begin{aligned} d_i &= \alpha_i a_i + \beta_i b_i + \gamma c, i \in A \\ d_i &\leq 150 \\ d_i &\geq 30 \end{aligned} \quad \dots (3.2)$$

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



$$a_i, b_i, c, \alpha_i, \beta_i, \gamma, d_i \geq 0, \quad i \in A$$

Pada kenyataannya nilai  $\alpha_i, \beta_i, \gamma$  tidak diketahui dengan pasti. Pada penelitian ini ketiga nilai tersebut diestimasi dengan menerapkan logika fuzzy metode Mamdani.

### 3.4 Logika Fuzzy Metode Mamdani untuk Menyelesaikan Masalah Delay Lampu Lalu Lintas

Pembagian delay lampu lalu lintas merupakan hal yang rutin dilakukan oleh pengatur lampu lalu lintas, baik oleh Dinas Perhubungan setempat maupun petugas jalan yang berada di lokasi. Dalam pembagian delay lampu lalu lintas pengatur mempertimbangkan berdasarkan kebutuhan delay lampu lalu lintas untuk suatu fase yang disesuaikan dengan volume kendaraan pada suatu ruas jalan. Sering terjadi pembagian delay lampu lalu lintas yang kurang optimal menyebabkan penumpukan kendaraan disuatu ruas jalan. Oleh karena itu pengoptimalan delay lampu lalu lintas perlu dilakukan.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani untuk menyelesaikan model optimasi masalah delay lampu lalu lintas (lihat Subbab 3.2). Logika adalah ilmu yang mempelajari secara matematis kaidah-kaidah penalaran yang absah. Hingga saat ini terdapat dua konsep logika, yaitu logika tegas (*crisp/boolean*) dan logika fuzzy. Logika Boolean hanya mengenal dua keadaan yaitu hitam atau putih, baik atau buruk, 0 atau 1. Logika seperti ini disebut dengan logika himpunan tegas. Sedangkan logika fuzzy adalah logika yang mengenal konsep kesamaran, seperti tidak hanya hitam atau putih tapi terdapat abu-abu. Sehingga nilai kebenaran dalam logika fuzzy bukan 0 atau 1 tapi merupakan sebuah interval  $[0,1]$ . Logika fuzzy metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Max-Min*. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik yang ditentukan oleh peneliti.

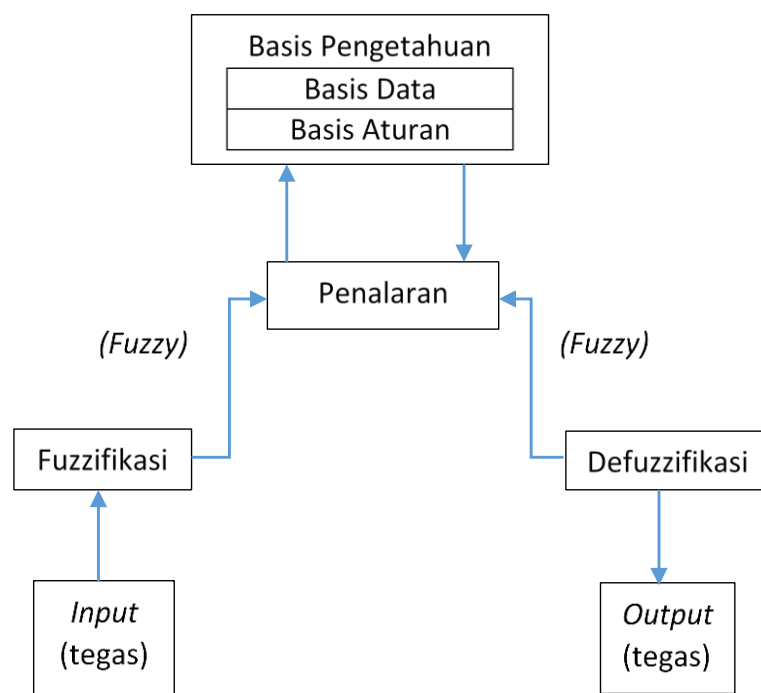
Pada logika fuzzy metode Mamdani, terdapat empat tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil (*output*). Tahap awal yang perlu dilakukan

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

adalah menentukan variabel *input* dan variabel *output* berdasarkan data yang diperoleh, selanjutnya mengubahnya menjadi himpunan fuzzy, tahap awal ini disebut proses fuzzifikasi. Tahap selanjutnya adalah aplikasi fungsi implikasi, pada tahap ini disusun basis aturan-aturan berupa implikasi-implikasi fuzzy yang menyatakan relasi antara variabel *input* dan variabel *output*. Tahap ketiga adalah komposisi aturan, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi antar aturan. Tahap terakhir adalah proses defuzzifikasi, berdasarkan yang telah dilakukan pada tahap pertama, di mana data diubah menjadi himpunan fuzzy maka dalam prosesnya *output* pun berbentuk himpunan fuzzy, dalam proses ini himpunan fuzzy tersebut dikembalikan dalam bentuk suatu bilangan real yang tegas. *Output* tersebut merupakan delay lampu lalu lintas yang optimal berdasarkan proses logika fuzzy metode Mamdani. Secara ringkas, langkah kerja logika fuzzy metode Mamdani dalam pengoptimalan delay lampu lalu lintas digambarkan pada gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Proses Pengambilan Keputusan

### 3.4.1 Logika Fuzzy Metode Mamdani dalam Pengambilan Keputusan

Berikut merupakan tahap-tahap logika fuzzy metode Mamdani dalam pengambilan keputusan.

#### 3.4.1.1 Fuzzifikasi

Berdasarkan data yang diperoleh tentukan semua variabel yang terkait dalam proses pengoptimalan. Variabel tersebut berupa satu atau lebih variabel *input* atau sebuah variabel *output*. Data tersebut kemudian diubah menjadi himpunan fuzzy dengan membagi masing—masing variabel menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy dan tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Fungsi yang dimaksud disini adalah suatu nilai yang menyatakan tingkat keanggotaan suatu data dalam suatu himpunan fuzzy. Misalkan untuk suatu permasalahan contoh di mana terdapat tiga buah variabel *input* dan sebuah variabel *output*. Setiap variabel memiliki dua himpunan yaitu KANAN dan KIRI. Diberikan suatu nilai  $x$  dari variabel 1, maka  $x$  termasuk dalam himpunan KANAN dengan nilai keanggotaannya adalah  $\mu_R(x)$  dan juga termasuk dalam himpunan KIRI dengan nilai keanggotaannya adalah  $\mu_L(x)$ . Kemudian diberikan pula nilai  $y$  dari variabel 2 dan nilai  $z$  dari variabel 3. Hal yang sama berlaku untuk nilai  $y$  dan  $z$ , di manay memiliki nilai keanggotaan  $\mu_R(y)$  dan  $\mu_L(y)$  dan  $z$  memiliki nilai keanggotaan  $\mu_R(z)$  dan  $\mu_L(z)$ .

#### 3.4.1.2 Aplikasi Fungsi Implikasi

Langkah selanjutnya adalah penyusunan basis aturan, yaitu aturan-aturan berupa implikasi-implikasi fuzzy yang menyatakan relasi antara variabel *input* untuk memperoleh nilai tunggal dari variabel *output*. Pada dasarnya jika variabel *input* lebih dari satu maka digunakan operator fuzzy (AND atau OR). Jika *output* yang diinginkan merupakan gabungan dari variabel-variabel *input* maka operator yang digunakan adalah OR, namun jika irisannya maka operator yang digunakan

adalah AND. Namun pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*. Bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

*jika a adalah A dan b adalah B, maka c adalah C*

dengan A, B, dan C adalah predikat-predikat fuzzy yang merupakan nilai linguistik dari masing-masing variabel. Banyaknya aturan ditentukan oleh banyaknya nilai linguistik untuk masing-masing variabel *input*.

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah min dengan kata lain operator fuzzy yang digunakan adalah AND. Misalkan pada permasalahan contoh  $\mu - \text{predikat}_i$  adalah fungsi implikasi ke-*i*, di mana:

$$\mu - \text{predikat}_1 = \min(\mu_R(x), \mu_R(y), \mu_R(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_2 = \min(\mu_R(x), \mu_R(y), \mu_L(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_3 = \min(\mu_R(x), \mu_L(y), \mu_R(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_4 = \min(\mu_R(x), \mu_L(y), \mu_L(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_5 = \min(\mu_L(x), \mu_R(y), \mu_R(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_6 = \min(\mu_L(x), \mu_R(y), \mu_L(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_7 = \min(\mu_L(x), \mu_L(y), \mu_R(z))$$

$$\mu - \text{predikat}_8 = \min(\mu_L(x), \mu_L(y), \mu_L(z))$$

### 3.4.1.3 Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan atau korelasi antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu metode *Max*, metode *additive*, dan metode *probabilistik*. Namun pada metode Mamdani, metode yang digunakan adalah metode *Max*. Itulah sebabnya metode Mamdani disebut juga metode *Min-Max*.

Misalkan pada permasalahan contoh  $\mu - sf$  adalah nilai keanggotaan solusi fuzzy untuk komposisi aturan, di mana :

$$\mu - sf = \max(\alpha - \text{predikat}_i), \quad i = 1, 2, \dots, 8$$

### 3.4.1.4 Defuzzifikasi

Setelah data melalui tahapan fuzzifikasi data bukan lagi dalam bentuk tegas, namun dalam bentuk himpunan fuzzy, maka dalam proses pencarian keputusan tersebut diperoleh data *output* yang berbentuk himpunan fuzzy pula, pada tahap ini data yang berbentuk himpunan fuzzy tersebut diubah kembali kedalam bentuk tegas. Data tersebut merupakan data optimal berdasarkan logika fuzzy metode Mamdani. Terdapat beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan metode Mamdani, antara lain adalah metode centroid, metode bisektor, metode *mean of maximum*, metode *largest of maximum*, dan metode *smallest of maximum*.

Dalam memperoleh delay lampu lalu lintas yang optimal, peneliti telah menetapkan 64 aturan fuzzy (lihat Tabel 3.2). Berdasarkan penjelasan tahapan-tahapan logika fuzzymetode Mamdani, berikut pengaplikasian logika fuzzy metode Mamdani dalam mencari delay lampu lalu lintas yang optimal.

**Tabel 3.2** Aturan-aturan fuzzy

Aturan	Delay Dishub	Delay Polisi	Kepadatan Kendaraan	DelayFuzzy
1	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
2	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
3	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Banyak	Sangat Sebentar
4	Sangat Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	SangatSebentar
5	Sangat Sebentar	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
6	Sangat Sebentar	Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
7	Sangat Sebentar	Sebentar	Banyak	SangatSebentar
8	Sangat Sebentar	Sebentar	Sangat Banyak	Sebentar
9	Sangat Sebentar	Lama	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
10	Sangat Sebentar	Lama	Sedikit	Sebentar

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<b>Aturan</b>	<b>Delay Dishub</b>	<b>Delay Polisi</b>	<b>Kepadatan Kendaraan</b>	<b>DelayFuzzy</b>
11	Sangat Sebentar	Lama	Banyak	Sebentar
12	Sangat Sebentar	Lama	Sangat Banyak	Sebentar
13	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
14	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sedikit	Sebentar
15	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Banyak	Sebentar
16	Sangat Sebentar	Sangat Lama	Sangat Banyak	Lama
17	Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
18	Sebentar	Sangat Sebentar	Sedikit	Sangat Sebentar
19	Sebentar	Sangat Sebentar	Banyak	Sebentar
20	Sebentar	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Sebentar
21	Sebentar	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
22	Sebentar	Sebentar	Sedikit	Sebentar
23	Sebentar	Sebentar	Banyak	Sebentar
24	Sebentar	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
25	Sebentar	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
26	Sebentar	Lama	Sedikit	Sebentar
27	Sebentar	Lama	Banyak	Lama
28	Sebentar	Lama	Sangat Banyak	Lama
29	Sebentar	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
30	Sebentar	Sangat Lama	Sedikit	Sebentar
31	Sebentar	Sangat Lama	Banyak	Lama
32	Sebentar	Sangat Lama	Sangat Banyak	Lama
33	Lama	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
34	Lama	Sangat Sebentar	Sedikit	Sebentar
35	Lama	Sangat Sebentar	Banyak	Lama
36	Lama	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Lama

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY  
METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<b>Aturan</b>	<b>Delay Dishub</b>	<b>Delay Polisi</b>	<b>Kepadatan Kendaraan</b>	<b>DelayFuzzy</b>
37	Lama	Sebentar	Sangat Sedikit	Sangat Sebentar
38	Lama	Sebentar	Sedikit	Sebentar
39	Lama	Sebentar	Banyak	Lama
40	Lama	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
41	Lama	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
42	Lama	Lama	Sedikit	Lama
43	Lama	Lama	Banyak	Lama
44	Lama	Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
45	Lama	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
46	Lama	Sangat Lama	Sedikit	Lama
47	Lama	Sangat Lama	Banyak	Lama
48	Lama	Sangat Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
49	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sangat Sedikit	Sebentar
50	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sedikit	Sebentar
51	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Banyak	Lama
52	Sangat Lama	Sangat Sebentar	Sangat Banyak	Lama
53	Sangat Lama	Sebentar	Sangat Sedikit	Sebentar
54	Sangat Lama	Sebentar	Sedikit	Sebentar
55	Sangat Lama	Sebentar	Banyak	Lama
56	Sangat Lama	Sebentar	Sangat Banyak	Lama
57	Sangat Lama	Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
58	Sangat Lama	Lama	Sedikit	Lama
59	Sangat Lama	Lama	Banyak	Sangat Lama
60	Sangat Lama	Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama
61	Sangat Lama	Sangat Lama	Sangat Sedikit	Sebentar
62	Sangat Lama	Sangat Lama	Sedikit	Lama

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Aturan	Delay Dishub	Delay Polisi	Kepadatan Kendaraan	DelayFuzzy
63	Sangat Lama	Sangat Lama	Banyak	Sangat Lama
64	Sangat Lama	Sangat Lama	Sangat Banyak	Sangat Lama

### 3.4.2 Fuzzifikasi

Dalam penelitian ini diambil empat variabel. Variabel tersebut terdiri tiga variabel *input* dan satu variabel *output*. Variabel *input* tersebut adalah delay oleh Dishub, delay oleh polisi dan angka kendaraan yang keluar. Sedangkan variabel *output* adalah delay optimal untuk setiap ruas jalan. Berikut merupakan masing-masing variabel yang dibagi menjadi beberapa himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya ( $\mu$ ) :

a. Variabel Delay oleh Dishub (*DoD*)

Berdasarkan data perencanaan pengaturan delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung peneliti mengamati delay terpendek dan terpanjang. Selanjutnya peneliti membaginya menjadi empat himpunan fuzzy yaitu sangat sebentar, sebentar, lama dan sangat lama. Misalkan  $x$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh Dishub, maka  $x$  merupakan anggota himpunan fuzzy dari variabel *input* delay oleh Dishub (*DoD*) dengan fungsi keanggotaannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{DoD\text{sangatsebutar}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 35 \\ \frac{70 - x}{35} & ; \quad 35 < x < 70 \\ 0 & ; \quad x \geq 70 \end{cases}$$



$$\mu_{DoDsebentar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{35} & ; & 40 < x < 70 \\ 1 & ; & 70 \leq x \leq 90 \\ \frac{125-x}{35} & ; & 90 < x < 125 \\ 0 & ; & x \geq 125 \end{cases}$$

$$\mu_{DoDlama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 90 \\ \frac{x-90}{35} & ; & 90 < x < 125 \\ 1 & ; & 125 \leq x \leq 145 \\ \frac{180-x}{35} & ; & 145 < x < 180 \\ 0 & ; & x \geq 180 \end{cases} \quad \dots (3.3)$$

$$\mu_{DoDsangatlama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 145 \\ \frac{x-145}{35} & ; & 130 < x < 180 \\ 1 & ; & x \geq 180 \end{cases}$$

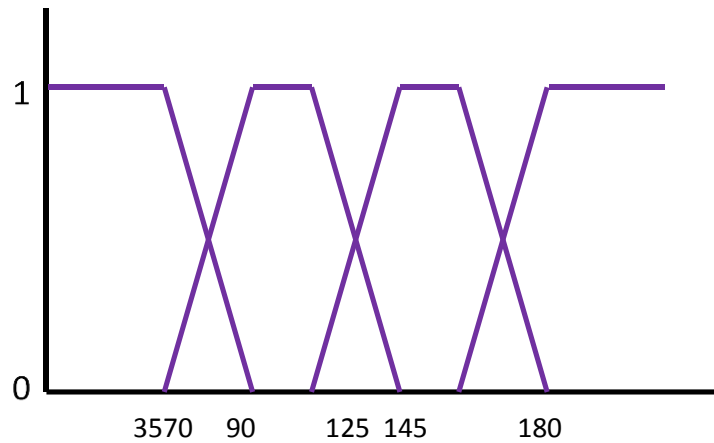
Sebagai contoh, jika jika diketahui delay yang diberikan oleh Dishub adalah 114 detik, maka:

$$\mu_{DoDsebentar}(114) = \frac{125 - 114}{35} = \frac{11}{35} = 0.31$$

$$\mu_{DoDlama}(114) = \frac{114 - 90}{35} = \frac{24}{35} = 0.69$$

Perhitungan di atas menyatakan bahwa delay yang diberikan oleh Dishub selama 114 detik tergolong himpunan sebentar dengan fungsi keanggotaan 0.31 atau tergolong himpunan lama dengan fungsi keanggotaan 0.69.

Representasi kurva fungsi keanggotaan dari variabel delay yang diberikan oleh Dishub diilustrasikan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Kurva Fungsi Kenggotaan DoD

b. Variabel Delay oleh Polisi (*DoP*)

Berdasarkan rekaman CCTV dari pukul 06.00 – 12.00 WIB diperoleh data pembagian delay lampu lalu lintas di persimpangan Samsat, yang selanjutnya peneliti menjadikan pembagian delay tersebut sebagai pembagian delay lampu lalu lintas yang dilakukan oleh polisi. Hasil penganalisisan rekaman CCTV tersebut mencatat waktu terpendek hingga terpanjang yang selanjutnya dibagi menjadi empat himpunan fuzzy yaitu sangat sebentar, sebentar, lama dan sangat lama. Misalkan  $x$  adalah delay lampu lalu lintas yang diberikan oleh polisi, maka  $x$  merupakan anggota himpunan fuzzy dari variabel *input* delay oleh polisi (*DoP*) dengan fungsi keanggotaannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu(x)_{\text{DoP sangat sebentar}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 30 \\ \frac{120 - x}{90} & ; \quad 30 < x < 120 \\ 0 & ; \quad x \geq 120 \end{cases}$$

$x$

$$\mu_{DoPsebentar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{90} & ; & 30 < x < 120 \\ 1 & ; & 130 \leq x \leq 150 \\ \frac{240-x}{90} & ; & 150 < x < 240 \\ 0 & ; & x \geq 240 \end{cases}$$

$$\mu_{DoPlama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{90} & ; & 150 < x < 240 \\ 1 & ; & 240 \leq x \leq 270 \\ \frac{360-x}{90} & ; & 270 < x < 360 \\ 0 & ; & x \geq 360 \end{cases} \quad \dots (3.4)$$

$$\mu_{DoPsangatlama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 270 \\ \frac{x-270}{90} & ; & 270 < x < 360 \\ 1 & ; & x \geq 360 \end{cases}$$

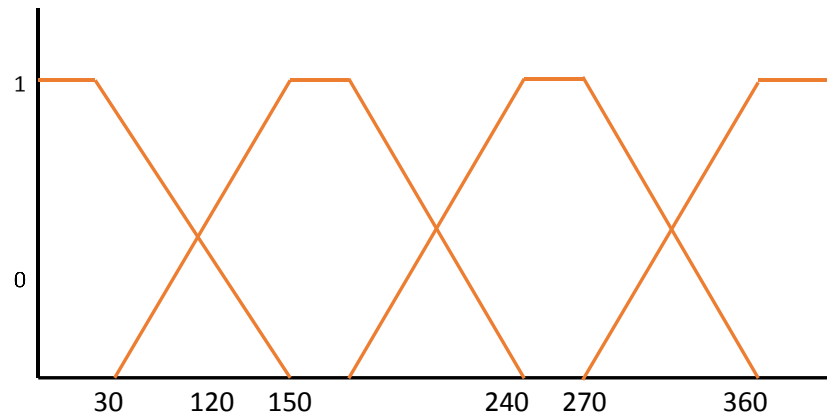
Sebagai contoh, jika jika diketahui delay yang diberikan oleh polisi adalah 80 detik, maka:

$$\mu_{DoPsangatsebentar}(80) = \frac{120 - 80}{90} = \frac{40}{90} = 0.44$$

$$\mu_{DoPsebentar}(80) = \frac{80 - 30}{90} = \frac{50}{90} = 0.56$$

Perhitungan di atas menyatakan bahwa delay yang diberikan oleh polisi selama 80 detik tergolong himpunan sangat sebentar dengan fungsi keanggotaan 0.44 atau tergolong himpunan sebentar dengan fungsi keanggotaan 0.56.

Representasi kurva fungsi keanggotaan dari variabel delay yang diberikan oleh polisi diilustrasikan pada Gambar 3.4 :



**Gambar 3.4** Kurva Fungsi Kenggotaan DoP

c. Variabel Kepadatan Kendaraan ( $DK$ )

$\mu(x)$

Dasarkan CCTV mulai dari pukul 06.00 – 12.00 WIB diperoleh data kendaraan beroda empat atau lebih dari arah Jalan Soekarno-Hatta Timur yang keluar persimpangan Samsat pada saat lampu hijau menyala kemudian dicatat sebagai kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan per 10 detik. Hasil analisis dari rekaman CCTV tersebut diperoleh angka ter sedikit dan terbanyak yang kemudian dibagi menjadi empat himpunan fuzzy yaitu sangat sedikit, sedikit, banyak dan sangat banyak. Misalkan  $x$  adalah b  $x$  ya kendaraan beroda empat atau lebih per 10 detik yang melewati persimpangan Samsat pada saat lampu hijau menyala, maka  $x$  merupakan anggota himpunan fuzzy dari variabel input kepadatan kendaraan ( $DK$ ) dengan fungsi keanggotaannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{DK\text{sangat sedikit}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 3 \\ \frac{6-x}{3} & ; \quad 3 < x < 6 \\ 0 & ; \quad x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{DKsedikit}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{3} & ; & 3 < x < 6 \\ 1 & ; & 6 \leq x \leq 8 \\ \frac{11-x}{3} & ; & 8 < x < 11 \\ 0 & ; & x \geq 11 \end{cases}$$

$$\mu_{DKbanyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 8 \\ \frac{x-8}{3} & ; & 8 < x < 11 \\ 1 & ; & 11 \leq x \leq 13 \\ \frac{16-x}{3} & ; & 14 < x < 16 \\ 0 & ; & x \geq 16 \end{cases} \quad \dots (3.5)$$

$$\mu_{DKsangatbanyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 13 \\ \frac{x-13}{3} & ; & 13 < x < 16 \\ 1 & ; & x \geq 16 \end{cases}$$

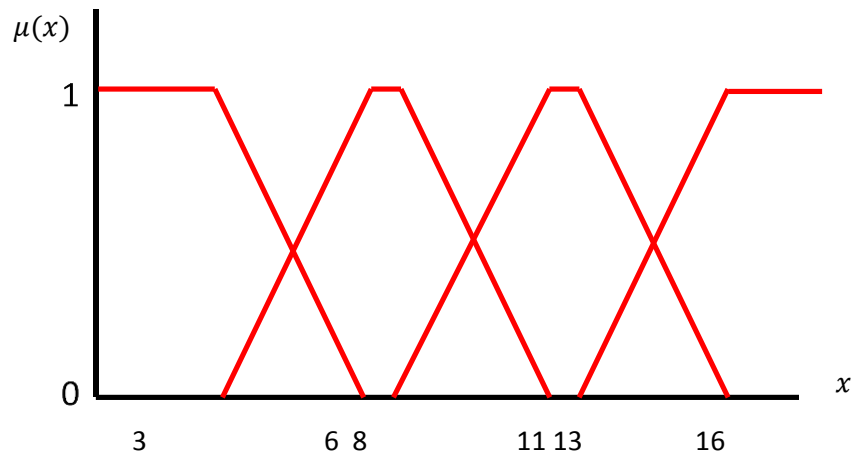
Sebagai contoh, jika jika diketahui kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan selama lampu hijau adalah 9 kendaraan per 10 detik, maka:

$$\mu_{DKsedikit}(9) = \frac{11-9}{4} = \frac{2}{3} = 0.67$$

$$\mu_{DKbanyak}(9) = \frac{9-8}{4} = \frac{1}{3} = 0.33$$

Perhitungan di atas menyatakan kepadatan kendaraan yang keluar selama lampu hijau sebanyak 9 kendaraan per 10 detik tergolong himpunan sedikit dengan fungsi keanggotaan 0.67 atau tergolong himpunan banyak dengan fungsi keanggotaan 0.33.

Representasi kurva fungsi keanggotaan dari variabel kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau diilustrasikan pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Kurva Fungsi Kenggotaan DK

d. Variabel Delay oleh Fuzzy (*Delay*)

Dalam penelitian ini, berdasarkan delay yang diberikan oleh Dishub, delay yang diberikan oleh polisi, dan dengan mempertimbangkan tingkat kejenuhan pengendara dalam menunggu giliran dari lampu merah ke lampu hijau peneliti menentukan delay optimal lampu lalu lintas yang selanjutnya disebut delayfuzzy terpendek adalah 30 detik dan delay terpanjang adalah 150 detik. Kemudian delay tersebut dibagi menjadi empat himpunan fuzzy, yaitu sangat sebentar, sebentar, lama dan sangat lama. Misalkan  $x$  adalah delayfuzzy, maka  $x$  merupakan anggota himpunan fuzzy dari variabel *inputdelayfuzzy* ( $DF$ ) dengan fungsi keanggotaannya dirumuskan sebagai berikut :

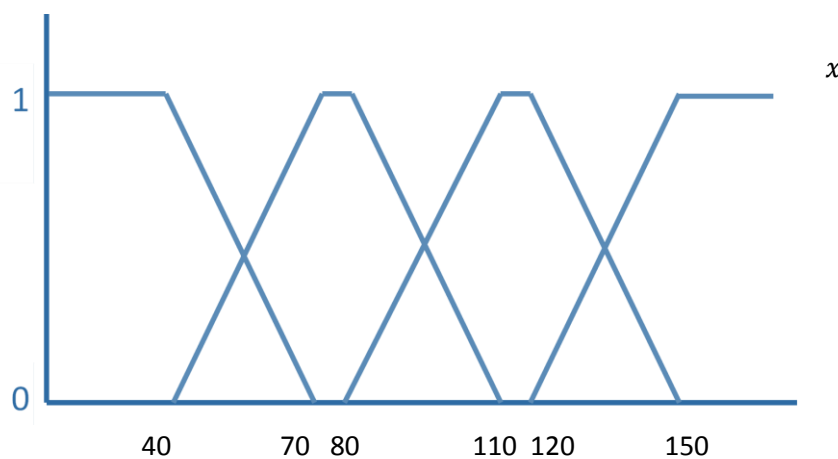
$$\mu_{\text{Delaysangatsebutar}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 40 \\ \frac{70 - x}{30} & ; \quad 40 < x < 70 \\ 0 & ; \quad x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{Delaysebentar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{30} & ; & 40 < x < 70 \\ 1 & ; & 70 \leq x \leq 80 \\ \frac{110-x}{30} & ; & 80 < x < 110 \\ 0 & ; & x \geq 110 \end{cases}$$

$$\mu_{Delaylama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 80 \\ \frac{x-80}{30} & ; & 80 < x < 110 \\ 1 & ; & 110 \leq x \leq 120 \\ \frac{150-x}{30} & ; & 120 < x < 150 \\ 0 & ; & x \geq 150 \end{cases} \quad \dots (3.6)$$

$$\mu(x) \quad \mu_{Delaysangatama}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 110 \\ \frac{x-120}{30} & ; & 110 < x < 150 \\ 1 & ; & x \geq 150 \end{cases}$$

Representasi kurva fungsi keanggotaan dari variabel kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan pada saat lampu hijau diilustrasikan pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.6** Kurva Fungsi Keanggotaan DF

Riska Megasari, 2017

**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

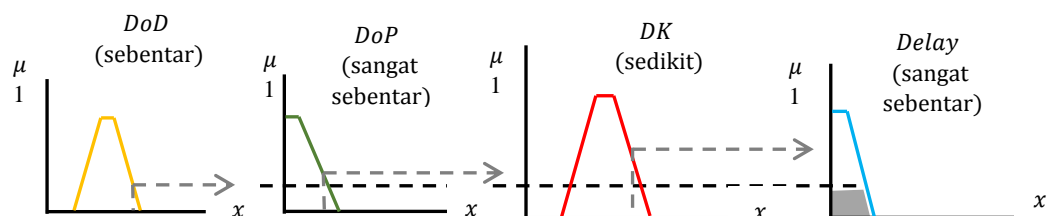
### 3.4.3 Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada penelitian ini, penentuan delay lampu lalu lintas yang optimal diperoleh dengan memperhatikan hubungan irisan dari variabel-variabel *input*, maka aturan yang digunakan pada fungsi adalah aturan *Min* dengan kata lain operator fuzzy yang digunakan adalah operator AND.

Sebagai **contoh 1**, jika diketahui delay yang diberikan oleh Dishub (*DoD*) adalah 114 detik, delay yang diberikan oleh polisi (*DoP*) adalah 80 detik dan kepadatan kendaraan yang melewati persimpangan saat lampu hijau (*AKK*) adalah 9 per 10 detik, maka:

- a) [R1] IF(*DoD*) sebentar AND (*DoP*) sangat sebentar AND (*DK*) sedikit THEN (*Delay*) sangat sebentar. (lihat gambar 3.7).

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{DoD\text{sebutar}}, \mu_{DoP\text{sangatsebutar}}, \mu_{DK\text{sedikit}} \\ &= \min(\mu_{DoD\text{sebutar}}(114), \mu_{DoP\text{sangatsebutar}}(80), \mu_{DK\text{sedikit}}(9)) \\ &= \min(0.31, 0.44, 0.67) \\ &= 0.31 \end{aligned}$$



**Gambar 3.7** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R1]

- b) [R2] IF(*DoD*) sebentar AND (*DoP*) sangat sebentar AND (*DK*) banyak THEN (*Delay*) sebentar. (lihat gambar 3.8).

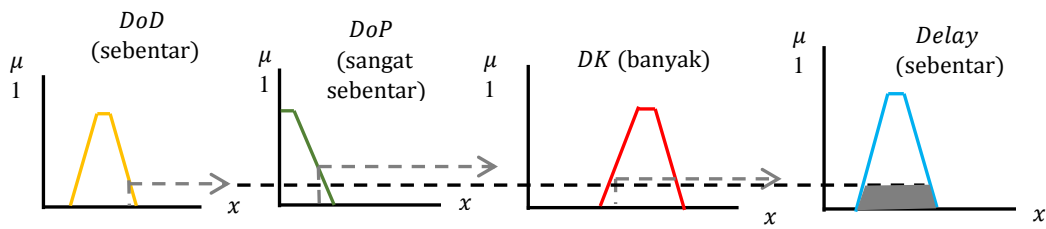
$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_2 &= \mu_{DoD\text{sebutar}}, \mu_{DoP\text{sangatsebutar}}, \mu_{DK\text{banyak}} \\ &= \min(\mu_{DoD\text{sebutar}}(105), \mu_{DoP\text{sebutar}}(80), \mu_{DK\text{banyak}}(9)) \\ &= \min(0.31, 0.44, 0.33) \\ &= 0.31 \end{aligned}$$

Riska Megasari, 2017

OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

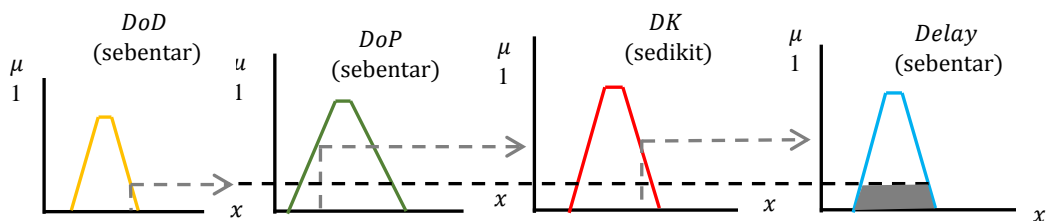




**Gambar 3.8** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R2]

- c) [R3] IF(*DoD*) sebentar AND (*DoP*) sebentar AND (*DK*) sedikit THEN (*Delay*) sebentar. (lihat gambar 3.9).

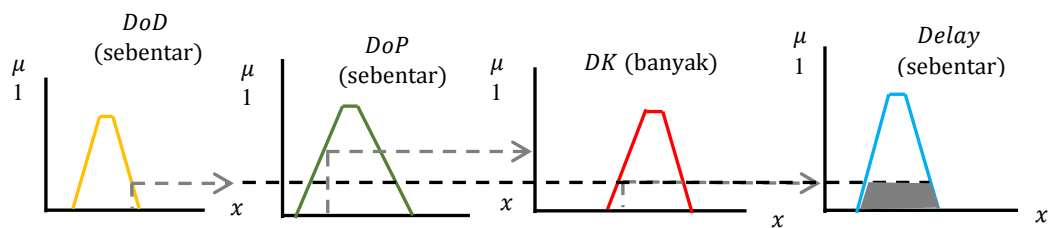
$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_3 &= \mu_{DoD\text{sebentar}}, \mu_{DoP\text{sebentar}}, \mu_{DK\text{sedikit}} \\
 &= \min(\mu_{DoD\text{sebentar}}(114), \mu_{DoP\text{sebentar}}(80), \mu_{DK\text{sedikit}}(9)) \\
 &= \min(0.31, 0.56, 0.67) \\
 &= 0.31
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.9** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R3]

- d) [R4] IF(*DoD*) sebentar AND (*DoP*) sebentar AND (*DK*) banyak THEN (*Delay*) sebentar. (lihat gambar 3.10).

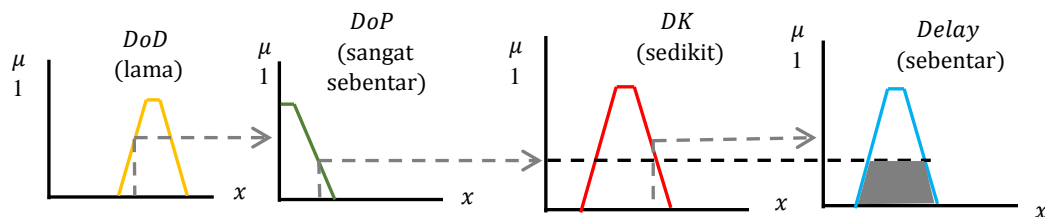
$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_4 &= \mu_{DoD\text{sebentar}}, \mu_{DoP\text{sebentar}}, \mu_{DK\text{banyak}} \\
 &= \min(\mu_{DoD\text{sebentar}}(114), \mu_{DoP\text{sebentar}}(80), \mu_{DK\text{banyak}}(9)) \\
 &= \min(0.31, 0.56, 0.33) \\
 &= 0.31
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.10** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R4]

- e) [R5] IF(*DoD*) lama AND (*DoP*) sangat *sebentar* AND (*DK*) sedikit THEN (*Delay*) *sebentar*. (lihat gambar 3.11).

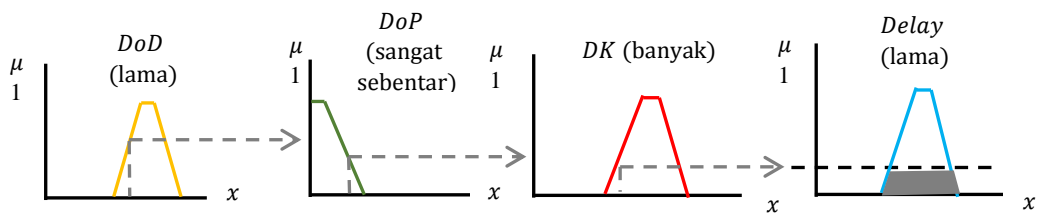
$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_5 &= \mu_{DoD\text{lama}}, \mu_{DoP\text{sangatsebentar}}, \mu_{DK\text{sedikit}} \\
 &= \min(\mu_{DoD\text{sebentar}}(114), \mu_{DoP\text{sangatsebentar}}(80), \mu_{DK\text{sedikit}}(9)) \\
 &= \min(0.69, 0.44, 0.67) \\
 &= 0.44
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.11** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R5]

- f) [R6] IF(*DoD*) lama AND (*DoP*) sangat *sebentar* AND (*DK*) banyak THEN (*Delay*) lama. (lihat gambar 3.12).

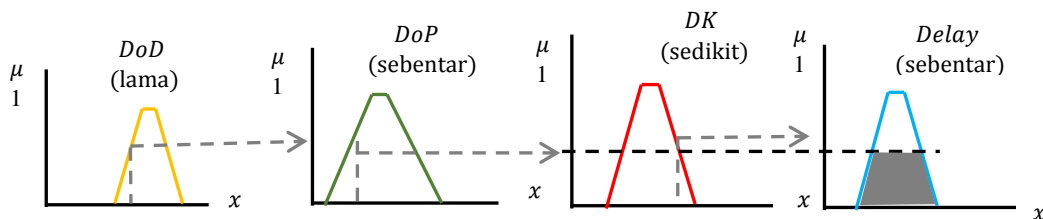
$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_6 &= \mu_{DoD\text{lama}}, \mu_{DoP\text{sangatsebentar}}, \mu_{DK\text{banyak}} \\
 &= \min(\mu_{DoD\text{sebentar}}(114), \mu_{DoP\text{sangatsebentar}}(80), \mu_{DK\text{banyak}}(9)) \\
 &= \min(0.69, 0.44, 0.33) \\
 &= 0.33
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.12** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R6]

- g) [R7] IF( $DoD$ ) lama AND ( $DoP$ ) sebentar AND ( $DK$ ) sedikit THEN ( $Delay$ ) sebentar. (lihat gambar 3.13).

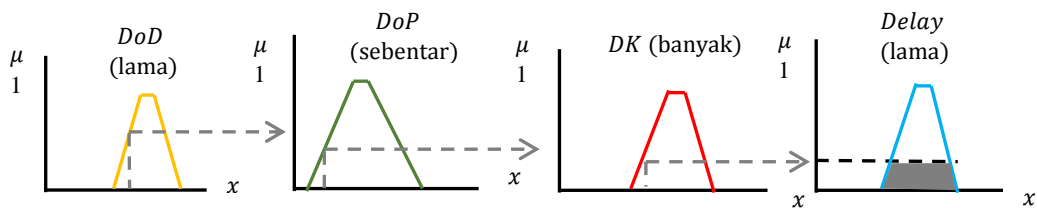
$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_7 &= \mu_{DoD \text{ lama}}, \mu_{DoP \text{ sebentar}}, \mu_{DK \text{ sedikit}} \\
 &= \min(\mu_{DoD \text{ lama}}(114), \mu_{DoP \text{ sebentar}}(80), \mu_{DK \text{ sedikit}}(9)) \\
 &= \min(0.69, 0.56, 0.67) \\
 &= 0.56
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.13** Ilustrasi Fungsi Implikasi : *Min* [R7]

- h) [R8] IF( $DoD$ ) lama AND ( $DoP$ ) sebentar AND ( $DK$ ) banyak THEN ( $Delay$ ) lama. (lihat gambar 3.14).

$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_8 &= \mu_{DoD \text{ sebentar}}, \mu_{DoP \text{ sebentar}}, \mu_{DK \text{ banyak}} \\
 &= \min(\mu_{DoD \text{ lama}}(114), \mu_{DoP \text{ sebentar}}(80), \mu_{DK \text{ banyak}}(9)) \\
 &= \min(0.69, 0.56, 0.33) \\
 &= 0.33
 \end{aligned}$$



**Gambar 3.14** Ilustrasi Fungsi Implikasi :  $\text{Min}$  [R8]

### 3.4.4 Komposisi Aturan

Pada penelitian ini metode komposisi aturan yang dipakai adalah metode *Max*. Pada metode *Max*, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan fuzzy dengan merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

dengan  $\mu_{sf}(x_i)$  adalah nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-*i*, dan  $\mu_{kf}(x_i)$  adalah nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-*i*. Misalkan  $\mu(z)$  mewakili hasil dari semua  $\alpha$ -predikat pada **contoh 1** di atas yang merupakan nilai keanggotaan dari *Delay* optimal yang akan diperoleh. Proses inferensi dengan menggunakan metode *Max* dalam melakukan komposisi aturan seperti terlihat dalam Gambar 3. .

Berdasarkan daerah hasil komposisi pada Gambar 3.15 tersebut akan dicari nilai-nilai dari  $a_1, a_2, a_3, a_4,$  dan  $a_5$ . Nilai-nilai tersebut diperoleh berdasarkan fungsi keanggotaan *Delay* yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu sebagai berikut :

$$(i) \quad 0.31 = \frac{a_1 - 30}{40} \Rightarrow a_1 = 42.4$$

$$(ii) \quad 0.56 = \frac{a_2 - 30}{40} \Rightarrow a_2 = 52.4$$

Riska Megasari, 2017

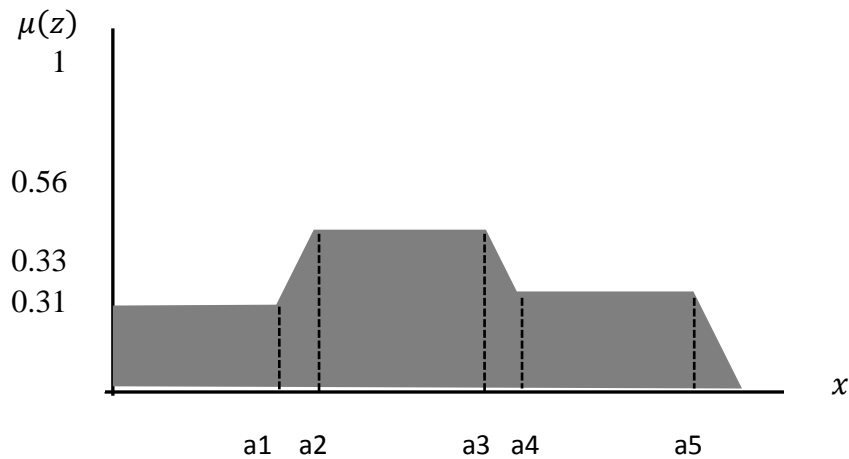
**OPTIMISASI DELAY LAMPU HIJAU LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$(iii) \quad 0.56 = \frac{110-a3}{40} \Rightarrow a3 = 87.6$$

$$(iv) \quad 0.33 = \frac{110-a4}{40} \Rightarrow a4 = 96.8$$

$$(v) \quad 0.33 = \frac{150-a5}{40} \Rightarrow a5 = 136.8$$



**Gambar 3.15** Daerah Hasil Komposisi

### 3.4.5 Defuzzifikasi

Pada penelitian ini, metode yang dilakukan dalam proses defuzzifikasi adalah Metode Centroid (*Composite Moment*). Pada metode ini, peneliti menganggap bahwa variabel yang ada merupakan bilangan diskrit. Misalkan  $z$  adalah nilai delay yang diperoleh pada proses komposisi aturan, maka  $z^*$  merupakan *delay* optimal secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \mu(z_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(z_i)}$$

Untuk kasus **contoh 1** di atas, maka diperoleh *delay* optimal ( $z^*$ ) yang dicari adalah sebagai berikut:

$$z^* = \frac{42.4 * 0.31 + 52.4 * 0.56 + 87.6 * 0.56 + 96.8 * 0.33 + 136.8 * 0.33}{0.31 + 0.56 + 0.56 + 0.33 + 0.33}$$

$$z^* = 80.69 \text{ detik}$$

