

ANALISIS OPTIMASI TRAFFIC LIGHT DENGAN TEORI FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN ALTERNATIF APLIKASI MATLAB (STUDI KASUS SIMPANG EMPAT LHOKSEUMAWE)

Muhammad, Syukriah dan Dahniar

Jurusan Teknik Industri, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

E-mail : muh_za@yahoo.com, dahniarhamdani@gmail.com

Abstrak

Lhokseumawe merupakan salah satu kota yang mempunyai tingkat kepadatan kendaraan yang tinggi. Permasalahan yang sering timbul adalah pada saat pengaturan lampu lalu lintas dipersimpangan jalan yang kurang efektif dan efisien dikarenakan arus fluktuasi kendaraan yang tidak seimbang dan durasi lampu hijau yang singkat yaitu 35 detik pada ruas jalan Merdeka Barat dan Timur dan 30 detik pada ruas jalan Panglath dan Darussalam. Hal ini mengakibatkan hanya sedikit kendaraan yang dapat keluar pada ruas jalan tertentu yang kemungkinan dapat menyebabkan terjadinya antrian. Untuk mengantisipasi hal tersebut, perlu adanya pengaturan lampu hijau yang lebih fleksibel dengan melihat jumlah kendaraan yang ada pada ruas jalan. Dalam hal ini penggunaan logika *fuzzy* dengan metode mamdani pada aplikasi Matlab dapat menghasilkan lamanya lampu hijau yang lebih dinamis sesuai dengan jumlah kepadatan kendaraan yang ada pada suatu simpang jalan. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan logika *fuzzy* didapatkan hasil durasi lampu hijau yang optimal untuk ruas jalan Panglath sebesar 15,3 detik, ruas jalan Darussalam sebesar 24,6 detik, ruas jalan Merdeka Barat sebesar 60 detik dan ruas jalan Merdeka Timur sebesar 60 detik.

Kata Kunci: *Optimal, Fluktuasi, Logika Fuzzy*

Pendahuluan

Lampu lalu lintas menurut UU no. 22/2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan ialah alat pemberi isyarat lalu lintas atau (APILL) merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang dipersimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas dipersimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada.

Namun keberadaan lampu lalu lintas diperkotaan masih kurang efektif dikarenakan volume kendaraan yang tidak seimbang. Tidak hanya pada jam-jam sibuk atau hari libur bahkan pada jam normal volume kendaraan bisa menjadi padat atau sebaliknya. Perubahan seperti ini tentu tidak mampu secara pasti diprediksi oleh *traffic light*. Contohnya pada sebuah *traffic light* yang ada pada Simpang Empat Lhokseumawe yang menjadi pusat penelitian dalam hal ini memiliki jumlah durasi waktu hijau yang singkat yaitu 35 detik di ruas jalan Merdeka Barat dan Merdeka Timur dan 30 detik di ruas jalan Panglath dan Darussalam. Namun, volume lalu lintas yang berada di setiap ruas jalan berbeda-beda dengan fluktuasi arus yang tidak menentu. Jika durasi lampu hijau tidak disesuaikan dengan jumlah arus kendaraan maka dapat mengakibatkan hanya sedikit kendaraan yang dapat keluar pada ruas jalan tertentu, misalkan untuk ruas jalan Merdeka yang memiliki jumlah kendaraan yang banyak dibandingkan dengan ruas jalan

Panglath dan Darussalam. Kemungkinan juga akan terjadi *crowded* atau penumpukan kendaraan yang mengakibatkan macet dan kejenuhan.

Dalam hal ini penggunaan *fuzzy logic* dengan metode mamdani pada aplikasi matlab dapat menghasilkan lamanya lampu hijau yang lebih dinamis sesuai dengan jumlah kepadatan kendaraan yang ada pada suatu simpang jalan. Dibandingkan dengan sistem logika lain, *fuzzy logic* dapat menghasilkan keputusan yang lebih adil dan lebih manusiawi. Kelebihan lainnya adalah *fuzzy logic* cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang terjadi di dunia nyata kebanyakan bukan biner dan bersifat non linier karena *fuzzy logic* menggunakan nilai linguistik yang tidak linier. Untuk melihat optimalisasi lamanya lampu hijau di perempatan jalan, maka perlu dilakukan pengamatan secara langsung dan melakukan perhitungan dengan *fuzzy logic* dengan metode mamdani pada matlab agar sistem kontroler pada persimpangan jalan menjadi lebih efektif.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Simpang, Menurut Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1995), simpang adalah tempat berbelok atau bercabang dari yang lurus [1]. Menurut Hobbs (1995), persimpangan jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekatan dimana arus kendaraan dari beberapa pendekatan tersebut bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan [2].

Metode Perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah suatu metode yang dirancang untuk memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan kapasitas jalan di Indonesia, termasuk untuk masalah persimpangan bersinyal [3].

1. **Geometrik**, Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekatan. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekatan, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekatan.
2. **Arus Lalu Lintas**, Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Untuk tipe kendaraan berdasarkan MKJI dan nilai konversi satuan mobil penumpang dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

Tabel 1 Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Definisi
1	Kendaraan Bermotor (UM)	Sepeda, Becak
2	Sepeda Bermotor (MC)	Sepeda Motor, Sekuter
3	Kendaraan Ringan (LV)	Colt, Pick Up, Taksi
4	Kendaraan Berat (HV)	Bus Kecil, Bus Besar, Truk

Sumber :Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang Pada Simpang

Jenis Kendaraan	Nilai Emp Untuk Tiap Pendekat	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

3. **Model dasar**, Kapasitas pendekatan simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \quad (1)$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- S = Arus jenuh (smp/jam hijau)
- g = waktu hijau (det)
- c = waktu siklus

- 4. Penentuan Waktu Sinyal,** Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendaraanali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang [3] :

$$C_{optimum} = \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{1 - \sum FR_{crit}} \quad (2)$$

Dimana:

- $C_{optimum}$ = waktu siklus optimum (detik)
- LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
- FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)
- FRcrit = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat $\sum FR_{crit}$

- 5. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan,** Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat.

Derajat kejenuhan diperoleh sebagai:

$$DS = Q/C = (Qxc) / (Cxg) \quad (3)$$

Dimana:

- C = kapasitas (smp/jam)
- Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

6. Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang pada waktu merah (NQ2).

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (4)$$

Dengan:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Jika $DS > 0,5$; selain itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana:

- NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
- NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah
- DS = derajat kejenuhan
- GR = rasio hijau
- c = waktu siklus
- C = kapasitas (smp/jam)
- Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

Panjang antrian (QL) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$QL = NQ_{max} \times 20/W_{masuk} \quad (5)$$

Keterangan:

QL = panjang antrian
 NQ_{max} = jumlah antrian
 W_{masuk} = lebar masuk

b. Angka Henti

Angka henti (*Number of Stop*), yaitu jumlah rata-rata berhenti per kendaraanaraan (termasuk terhenti berulang dalam antrian sebelum melewati persimpangan).

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} 3600 \quad (6)$$

c. Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$DT = \frac{c \times 0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (7)$$

Dimana:

DT = Tundaan Lalu lintas rata-rata pada pendekat (det/jam)
 GR = Rasio hijau (g/c)
 DS = Derajat kejenuhan
 C = Kapasitas (smp/jam)
 NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$DG = (1 - psv) \times pT \times 6 + (psv \times 4) \quad (8)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat (det/smp)
 psv = Rasio kendaraanaraan terhenti pada suatu pendekat
 pT = Rasio kendaraanaraan membelok pada suatu pendekat.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D = DT + DG \quad (9)$$

Dimana:

D = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
 DG = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
 DT = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System/FIS*) disebut juga *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya. Terdapat beberapa jenis FIS yang dikenal yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. FIS yang paling mudah dimengerti, karena paling sesuai dengan naluri manusia adalah FIS Mamdani. FIS tersebut bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang menyediakan sebuah aproksimasi untuk dimasuki analisa matematik [4].

Matlab Toolbox Untuk Perhitungan Logika Fuzzy

Fuzzy logic toolbox memberikan fasilitas graphical user interface (GUI) untuk mempermudah dalam membangun sistem fuzzy. Menurut [5], ada 5 GUI tools yang dapat digunakan untuk membangun, mengedit, dan mengobservasikan sistem penalaran fuzzy yaitu:

1. **Fuzzy Inferensi Sistem (FIS) Editor**
 FIS editor digunakan sebagai langkah awal untuk membuat suatu penalaran *fuzzy* yang baru. Untuk memulainya kita cukup menuliskan “*Fuzzy*” pada command editor.
2. **Membership Function Editor**
 Editor ini berfungsi mengedit fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* untuk tiap-tiap variabel input dan output. Editor ini dapat dipanggil dengan cara memilih menu *view-edit membership functions*.
3. **Rule Editor**
 Rule editor merupakan bagian yang digunakan baik untuk mengedit maupun menampilkan aturan yang akan atau telah dibuat. Editor ini dapat dipanggil dengan cara memilih menu *view-edit rules*.
4. **Rule Viewer**
Viewer ini digunakan untuk melihat alur penalaran *fuzzy* pada sistem meliputi pemetaan input yang diberikan ke tiap-tiap variabel input, aplikasi operasi dan fungsi implikasi, komposisi (*agregasi*) aturan, sampai pada penentuan output tegas pada metode *defuzzifikasi*.
5. **Surface Viewer**
Viewer ini berguna untuk melihat gambar pemetaan antara variabel-variabel input dan variabel output. Variabel ini dapat dipanggil dengan cara memilih menu *view-view surface*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometrik Simpang

Berdasarkan hasil survei di simpang Empat Lhokseumawe didapatkan data geometrik persimpangan untuk keempat pendekat pada persimpangan tersebut yaitu sebagai berikut. Untuk kondisi lingkungan terdapat pertokoan dan beberapa warung disepanjang tepi ruas jalan tersebut, sehingga empat lengan tersebut termasuk dalam kategori tipe lingkungan jalan komersial (KOM). Untuk kondisi geometrik simpang Empat Kota Lhokseumawe dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kondisi Geometrik Simpang Empat Lhokseumawe

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Median Ya/Tidak	W_{LTOR}	Masuk W_{Masuk}	Keluar W_{Keluar}
Utara	COM	T	5,0	6,20	3,00
Timur	COM	Y	-	7,50	9,70
Selatan	COM	T	-	3,00	6,20
Barat	COM	Y	6,4	11,55	12,10

Sumber : Data Pengamatan Lapangan (diolah)

Kondisi Lampu Lalu Lintas Simpang Bersinyal

Berdasarkan hasil survei di simpang Empat Lhokseumawe kondisi lampu lalu lintas yang diamati adalah waktu hijau dan waktu merah diperoleh data lampu lalu lintas bersinyal untuk pendekat dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Data Lampu Lalu Lintas Simpang Empat Lhokseumawe

Kode Pendekat	Waktu Hijau (det)	Waktu Merah (det)
Utara	30	80
Selatan	30	80
Timur	35	75
Barat	35	75

Sumber : Data Hasil Pengamatan

Adapun setiap kaki persimpangan diberi kode pendekat U,S,T dan B dengan keterangan sebagai berikut:

- a. Utara adalah kaki persimpangan disebelah utara yakni jalan Darussalam.
- b. Selatan adalah kaki persimpangan disebelah selatan yakni jalan Panglath.
- c. Timur adalah kaki persimpangan disebelah timur yakni jalan Merdeka Timur.
- d. Barat adalah kaki persimpangan disebelah barat yakni jalan Merdeka Barat.

Data Arus Lalu Lintas

Berdasarkan hasil yang diperoleh arus lalu lintas pada dua hari pengamatan adalah bervariasi. Pengamatan arus lalu lintas didasarkan pada jam puncak yaitu pada jam puncak pagi diperkirakan jam 08.00-10.00 WIB, untuk jam puncak siang antara jam 12.00-14.00 WIB dan jam puncak sore antara jam 16.00-18.00 WIB. Berdasarkan hasil yang diperoleh untuk arus lalu maksimum selama dua hari pengamatan dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Volume Arus Lalu Lintas Maksimum Simpang Empat (Kendaraan/Jam)

Pendekat	Hari/Tanggal	Waktu (Jam)	Volume Lalu Lintas (Kendaraan/Jam)
Utara	Sabtu, 22 Juli 2017	16.00-17.00	982
Selatan	Sabtu, 22 Juli 2017	16.00-17.00	887
Timur	Sabtu, 22 Juli 2017	16.00-17.00	2868
Barat	Senin, 24 Juli 2017	15.00-16.00	3054

Sumber : Hasil Perhitungan Peneliti

Berikut akan diperlihatkan data arus lalu lintas pada tiap lengan persimpangan berdasarkan volume kendaraan maksimum dalam satuan kendaraan per jam dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 Arus Lalu Lintas Maksimum Simpang Empat (Kendaraan/Jam)

Tipe Kendaraan	Jumlah Arus Lalu Lintas											
	Pendekat Utara			Pendekat Selatan			Pendekat Timur			Pendekat Barat		
	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT
LV	88	18	96	15	18	18	108	355	99	104	432	71
HV	2	1	1	1	0	0	1	4	2	2	5	0
MC	321	264	188	285	294	255	343	1422	535	524	1765	150
UM	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Total arus lalu lintas pada sore hari kamis pada pendekat utara untuk gerakan lurus pada simpang empat adalah sebagai berikut.

Belok Kiri : LV = 88 kendaraan/jam
 HV = 2 kendaraan/jam
 MC = 321 kendaraan/jam

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya = 411 kendaraan/jam. Selanjutnya perlu diketahui jumlah kendaraan dalam satuan smp/jam dengan mengekivalensi ke mobil penumpang, yaitu:

Lurus : LV = 88 x 1,0 = 88 smp/jam
 HV = 2 x 1,3 = 2,6 smp/jam
 MC = 321 x 0,2 = 64,2 smp/jam

Berdasarkan konversi diatas, maka disajikan tabel nilai smp untuk seluruh jenis pendekatan dan gerakan lalu lintas dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7 Arus Lalu Lintas Simpang Empat Pada Saat Jam Puncak (smp/jam)

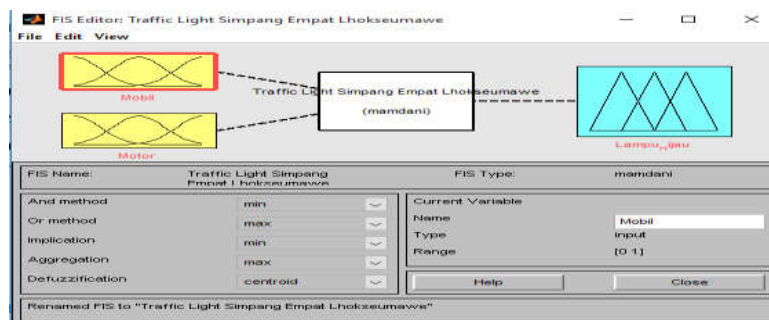
Tipe Kenderaan	Jumlah Arus Lalu Lintas											
	Pendekat Utara			Pendekat Selatan			Pendekat Timur			Pendekat Barat		
	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT	LT _{OR}	ST	RT
LV	88	18	96	15	18	18	108	355	99	104	432	71
HV	3	1	1	1	0	0	1	5	3	3	7	0
MC	64	53	38	57	59	45	69	284	107	105	353	30
UM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan Penelitian

Analisis Perhitungan Waktu Sinyal Traffic Light dengan Logika Fuzzy

Adapun tahapan-tahapan perhitungan *traffic light* dalam logika *fuzzy* adalah sebagai berikut:

- Fuzzifikasi**, Fuzzifikasi adalah tahap yang digunakan untuk mengubah input tegas menjadi input *fuzzy*. Istilah-istilah linguistik yang telah ditentukan diinterpretasikan ke dalam himpunan *fuzzy*, yakni dengan menempatkannya pada tabel *membership function editor* seperti terlihat di gambar 1.



Gambar 1 Proses Fuzzifikasi

Pada tahap ini kita memasukkan variabel input yaitu mobil dan motor dan memasukkan variabel output berupa durasi lampu hijau. Selanjutnya mengubah operator yang digunakan yaitu:

- And method = min
- Or method = max
- Implication = min
- Aggregation = max
- Defuzzification = centroid

Tahapan selanjutnya adalah membuat himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan. Berdasarkan data pengamatan arus lalu lintas, kepadatan kendaraanaraan maksimum pada setiap pendekatan dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8: Jumlah Arus Kendaraanaraan Maksimum (Kendaraan/Jam)

Pendekat	Mobil	Motor
	Kendaraan/jam	Kendaraan/jam
Utara	204	773
Selatan	52	834
Timur	569	2300
Barat	614	2439

Sumber : Hasil Pengamatan

Angka kendaraanaraan diatas merupakan kendaraanaraan per jam. Perlu dilakukan perhitungan jumlah kendaraanaraan per siklus. Jadi jumlah kendaraanaraan selama satu jam di konversikan ke dalam detik dan per siklus. Berikut perhitungannya :

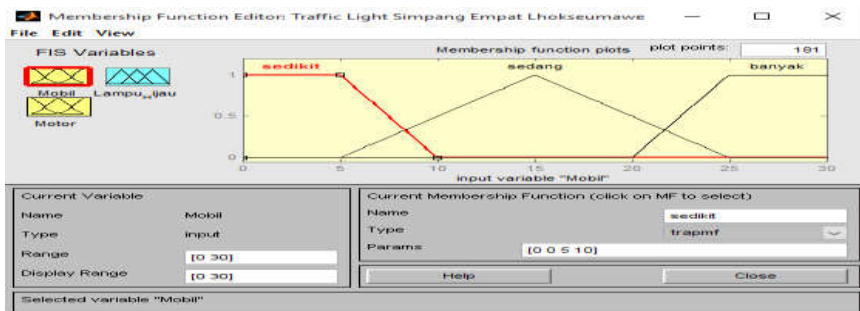
1 jam = 3600 detik

Jumlah siklus lalu lintas = 115 detik, maka : $3600/115 = 31$ kali , hasil perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel 9 berikut :

Tabel 9 : Jumlah Arus Kendaraanaraan Maksimum (Kendaraan/Siklus)

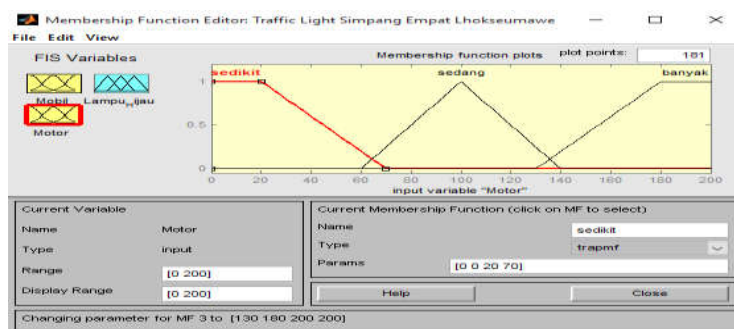
Pendekat	Mobil Kendaraan/siklus	Motor Kendaraan/siklus
Utara	7	25
Selatan	2	27
Timur	18	74
Barat	20	79

Berdasarkan data arus lalu lintas diatas, maka range arus kepadatan kendaraanaraan mobil yaitu berada diantara 0 s/d 30 (range [0 30]). Angka ini akan menjadi acuan dalam pengukuran menggunakan logika *fuzzy* dikarenakan jumlah arus tidak bisa diprediksi kedepan. Dalam hal ini variabel mobil dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu, sedikit, sedang, banyak. Untuk lebih jelas, berikut gambar tampilan variabel mobil dalam logika *fuzzy* seperti pada gambar 2 berikut :



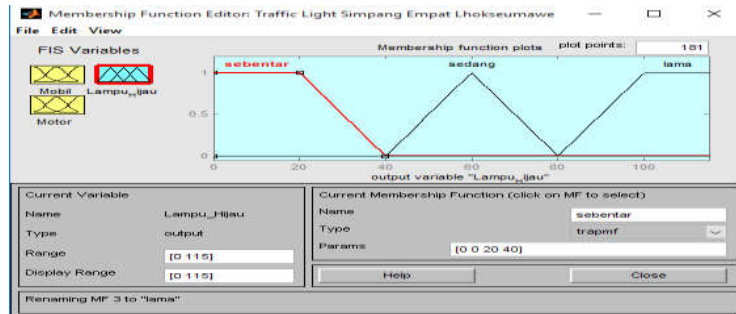
Gambar 2 Input Variabel Mobil dengan *Fuzzy Logic*

Untuk range arus kepadatan kendaraanaraan motor yaitu berada diantara 0 s/d 200 {range [0 200]}. Angka ini akan menjadi acuan dalam pengukuran menggunakan logika *fuzzy*. Dalam hal ini variabel motor dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu, sedikit, sedang, banyak. Berikut gambar tampilan variabel motor dalam logika *fuzzy* sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3 Input Variabel Motor dengan *Fuzzy Logic*

Untuk range lampu hijau dengan nilai setiap siklus lampu lalu lintas yaitu 115 detik. Maka range lampu hijau berada diantara 0 s/d 115 (range [0 115]). Angka ini akan menjadi acuan dalam pengukuran menggunakan logika *fuzzy*. Dalam hal ini variabel lampu hijau dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu, sebentar, sedang, lama. Berikut gambar tampilan variabel lampu hijau dalam logika *fuzzy*.



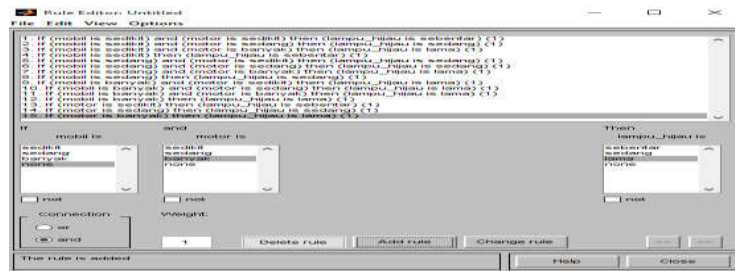
Gambar 4 Input Variabel Lampu Hijau dengan *Fuzzy Logic*

2. **Mekanisme Penalaran dengan FAM**, Mekanisme penalaran diawali dengan mendefinisikan aturan-aturan yang akan diikuti dan ditulis secara objektif dalam tabel fuzzy associative memory (FAM) yang merupakan hubungan antara kedua masukan yang akan menghasilkan keluaran tertentu. Berikut disajikan model FAM dalam table 15 berikut.

Tabel 15 Kondisi

		Motor			
		Sedikit	Sedang	Banyak	Tidak Ada
Mobil	Sedikit	Sebutar	Sedang	Lama	Sebutar
	Sedang	Sedang	Sedang	Lama	Sedang
	Banyak	Lama	Lama	Lama	Lama
	Tidak ada	Sebutar	Sedang	Lama	-

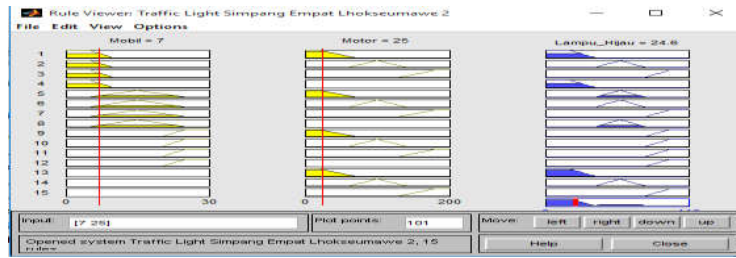
Berikut adalah hasil *rule editor* dengan FAM menggunakan logika *fuzzy* pada matlab dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5 Rule Editor Dengan FAM

3. **Hasil Pengujian Fuzzy Inference System**, Berikut adalah hasil pengukuran *Fuzzy inferensi system* untuk masing-masing pendekatan.

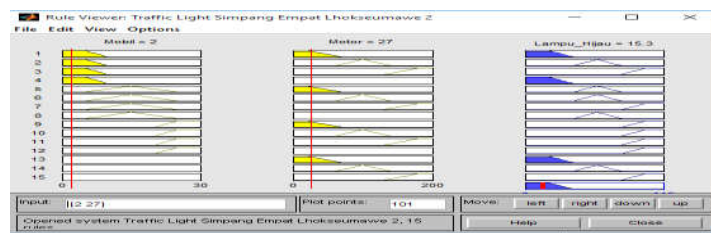
- a. Untuk Pendekat Utara
Input mobil dan motor berdasarkan penelitian arus maksimum kendaraanaraan per siklus adalah: Input Mobil : 7, Input Motor : 25, Ouput : 24,6 detik. Berikut perhitungan menurut logika fuzzy dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Rule Viewer Untuk Pendekat Utara

b. Untuk Pendekat Selatan

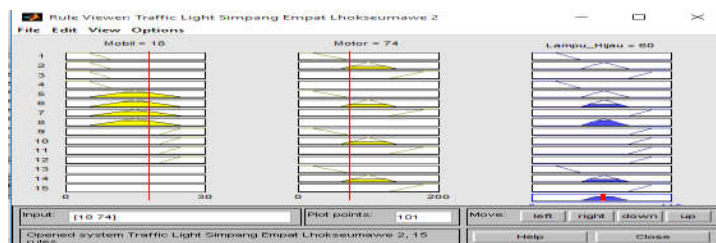
Input mobil dan motor berdasarkan penelitian arus maksimum kendaraanaraan per siklus adalah: Input Mobil : 2 Input Motor : 27 Ouput : 15,3 detik. Berikut perhitungan menurut logika fuzzy dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Rule Viewer Untuk Pendekat Selatan

c. Untuk Pendekat Timur

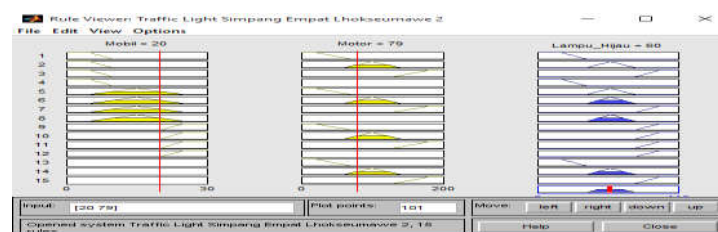
Input mobil dan mot berdasarkan penelitian arus maksimum kendaraanaraan per siklus adalah: Input Mobil : 18, Input Motor : 74, Ouput : 60 detik. Hasil perhitungannya disajikan dalam gambar 8.



Gambar 8 Rule Viewer Untuk Pendekat Timur

d. Untuk Pendekat Barat

Input mobil dan motor berdasarkan penelitian arus maksimum kendaraanaraan per siklus adalah: Input Mobil : 20, Input Motor : 79, Ouput 60 detik. Berikut perhitungan menurut logika fuzzy dapat dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9 Rule Viewer Untuk Pendekat Barat

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa suatu simpang jalan terdapat jumlah kendaraanaraan (kepadatan kendaraanaraan) baik motor atau mobil yang berbeda, maka simpang atau pendekat jalan tersebut mendapatkan lamanya lampu hijau yang berbeda . Pengukuran dengan logika fuzzy lebih efektif dibandingkan secara konvensional, hal ini akan membuat jumlah antrian dan kepadatan kendaraanaraan dapat diminimalisasi dan mengurangi arus jenuh yang ditimbulkan.

Analisis Perbandingan Traffic Light Secara Konveksional dan Logika Fuzzy

Berikut perbandingan arus lalu lintas secara konvensional dan logika fuzzy pada arus kendaraanaraan yang berbeda-beda setiap simpang atau pendekat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 16 berikut.

Tabel 16 simulasi perbandingan manual dengan logika fuzzy

Putaran	Jumlah (Mobil+Motor)/Lama Lampu Hijau (detik)									
	Pendekat								Total (detik)	
	Utara		Selatan		Timur		Barat		MKJI	Fuzzy logic
	MKJI	Fuzzy Logic	MKJI	Fuzzy Logic	MKJI	Fuzzy Logic	MKJI	Fuzzy Logic	MKJI	Fuzzy logic
1	2+28/30	2+28/15,3	6+40/30	6+40/21,6	23+94/35	23+94/79,3	20+147/35	20+147/76,6	130	192,8
2	10+25/30	10+25/31	8+45/30	8+45/32,9	21+87/35	21+87/70,6	21+130/35	21+130/73,3	130	207,8
3	7+30/30	7+30/25,6	9+35/30	9+35/31,8	20+100/35	20+100/60	20+110/35	20+110/60	130	177,4
4	8+23/30	8+23/27	6+26/30	6+26/21	26+80/35	26+80/86,6	26+120/35	26+120/86,6	130	221,2
5	10+20/30	10+20/30	12+53/30	12+53/42,8	25+90/35	25+90/84,3	25+115/35	25+115/82,5	130	239,6
6	6+26/30	6+26/21	6+41/30	6+41/21,6	27+110/35	27+110/84,3	27+125/35	27+125/73,3	130	200,2
7	4+28/30	4+28/15,3	14+27/30	14+27/39,8	30+95/35	30+95/83,8	30+145/35	30+145/75,5	130	214,4
8	9+30/30	9+30/30,5	7+35/30	7+35/26,7	28+98/35	28+98/83,7	28+138/35	28+138/82	130	222,9
9	5+23/30	5+23/15,3	9+29/30	9+29/30,3	31+115/35	31+115/85,2	31+122/35	31+122/72,6	130	203,4
10	7+28/30	7+28/25,2	11+35/30	11+35/34,6	32+85/35	32+85/85,2	32+112/35	32+112/76,3	130	221,3
	Jumlah								1300	2101

Sumber: Hasil Perhitungan

Penjelasan:

- Satu putaran jalan adalah ketika semua simpang jalan telah menerima bagian lampu hijaunya masing-masing.
- 5+20/30 artinya ada 5 mobil + 20 motor dan lama lampu hijaunya adalah 30 detik.
- Pada bagian *fuzzy logic* range output (lampu hijau) adalah 0-115.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan Optimum durasi lampu hijau Traffic Light yang dihasilkan dengan logika fuzzy pada simpang empat Lhokseumawe untuk Pendekat Utara arah jalan Darussalam dengan input Mobil 7 dan Input Motor 25 maka durasi waktu lampu hijau yang dihasilkan dengan logika fuzzy sebesar 24,6 detik per siklus, Pendekat Selatan arah jalan Panglath dengan input Mobil 2 dan Input Motor 27 maka durasi waktu lampu hijau yang dihasilkan dengan logika fuzzy sebesar 15,3 detik per siklus, Pendekat Timur arah jalan Merdeka Timur dengan input Mobil 18 dan Input Motor 74 maka durasi waktu lampu hijau yang dihasilkan dengan logika fuzzy sebesar 60 detik per siklus dan Pendekat Barat arah jalan Merdeka Barat dengan input Mobil 20 dan Input Motor 79 maka durasi waktu lampu hijau yang dihasilkan dengan logika fuzzy sebesar 60 detik per siklus. Kinerja yang dihasilkan waktu sinyal menggunakan logika *fuzzy* lebih baik dibandingkan dengan MKJI untuk diterapkan di persimpangan Empat Lhokseumawe dengan arus volume yang bervariasi karena akan memberikan dampak yang signifikan serta mencegah terjadinya antrian dan kemacetan yang ada pada setiap ruas pendekat.

References

- [1] Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Kamus Besar Bahasa Indonesia (1995).

- [2] Hobbs, F.D. (1995). Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia. 1997. *Highway Capacity Manual Project (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)*. Jakarta : Directorate General Bina Marga
- [4] <http://logikafuzzy.blogspot.co.id/2007/12/sistem-inferensi-fuzzy.html?m=1>
- [5] Kusumadewi, Sri (2002), Analisa & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab, Graha Ilmu, Jogjakarta.