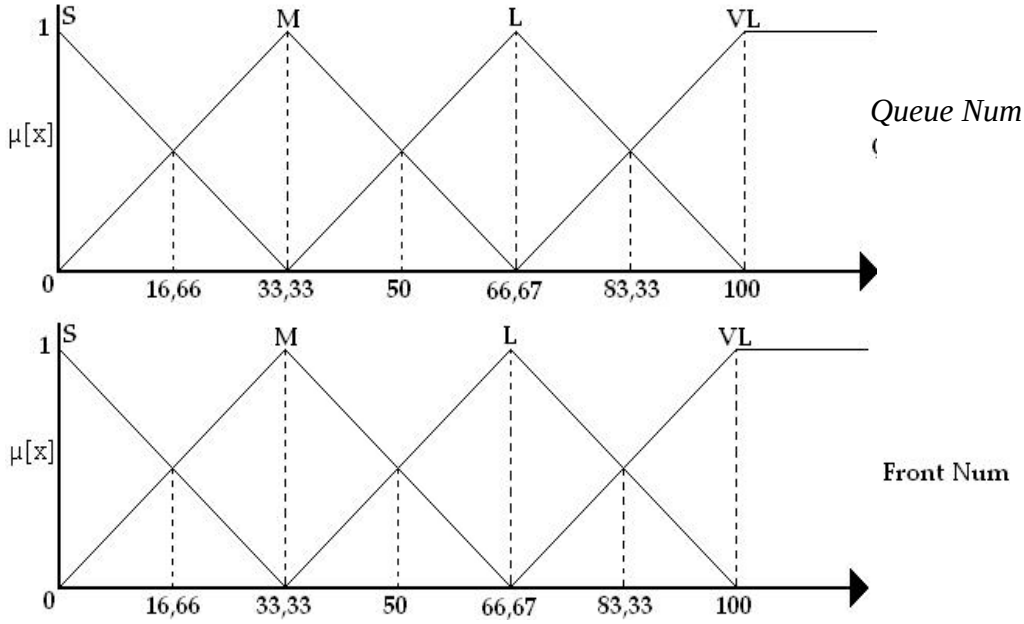
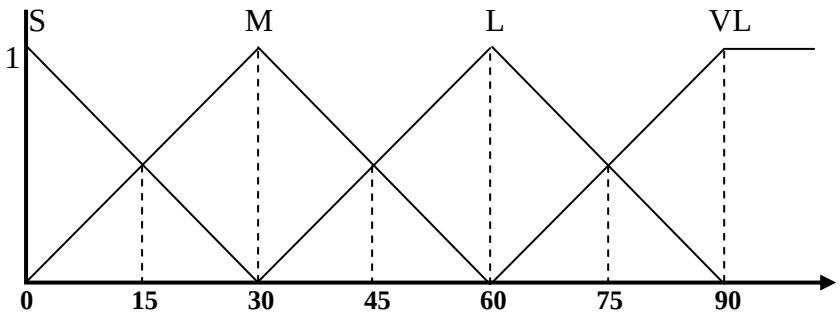
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil-hasil simulasi dan analisis dari hasil simulasi. Pada simulasi ini digunakan simulator LABView versi 6.1.

Analisa dan pembahasan sistem terhadap simulasi yang telah dibuat meliputi pengujian semua parameter fuzzy yang telah di buat, diantaranya: pengujian semua fungsi keanggotaan fuzzy, aturan (*rule*), *Next Phase Module*, *Green Phase Module*, *Decision Module*, dan simulasi pengaturan lampu lalu lintas. Pada simulasi ini kapasitas maksimal jalan di set 100 kendaraan, dan waktu maksimal lampu merah yaitu 90 detik, seperti terlihat pada **Gambar 4.1** dibawah ini.





Gambar 4.1 Fuzzifikasi *Qeueu Num*, *Front Num*, dan *Red Time*

4.1. Pengujian Fungsi Keanggotaan Fuzzy

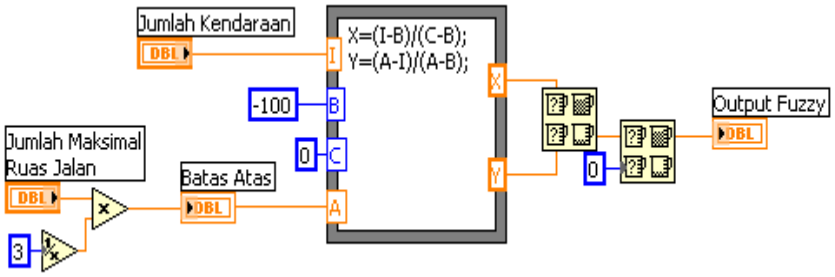
Pada simulasi ini ada dua fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan, yaitu fungsi keanggotaan segitiga dan fungsi keanggotaan trapesium. Fungsi keanggotaan tersebut digunakan pada kondisi yang berbeda-beda. Istilah yang digunakan untuk kondisi-kondisi pada simulasi ini diantaranya : *short* (S), *medium* (M), *long* (L), dan *very long* (VL).

4.1.1. Pengujian Fuzzy Short

Ada dua parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi telah sesuai dengan apa yang diharapkan, yaitu jumlah maksimal kendaraan dan jumlah kendaraan yang ada. Pada fuzzy *short* digunakan fungsi keanggotaan segitiga. **Gambar 4.2** merupakan front panel untuk fuzzy *short*, sedangkan **Gambar 4.3** merupakan program untuk fuzzy *short*.



Gambar 4.2 Front panel fuzzy short



Gambar 4.3 Program untuk fuzzy short

Hasil dari simulasi dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dibawah ini.

Table 4.1 Hasil pengujian untuk fuzzy short

Jumlah Max Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Output
100	0	0.25
100	5	0.21
100	10	0.17
100	15	0.14
100	20	0.1
100	25	0.06
100	30	0.02

Dari **Tabel 4.1** terlihat ketika jumlah kendaraan semakin banyak, maka outputnya akan semakin kecil. Itu dikarenakan fungsi yang digunakan adalah fungsi keanggotaan segitiga. Jika kita lihat **Gambar 4.1**, ketika jumlah kendaraan semakin banyak, maka nilai untuk fuzzy semakin kecil.

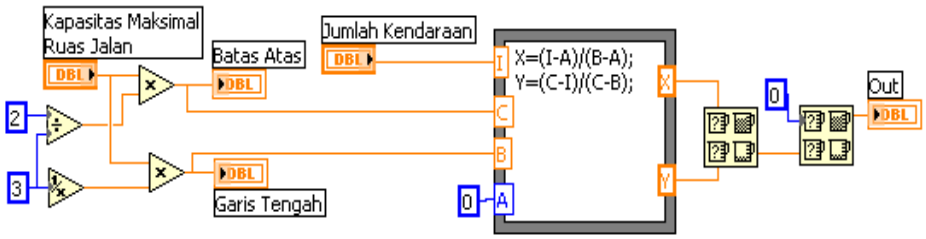
4.1.2. Pengujian Fuzzy Medium

Ada empat parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi telah sesuai dengan apa yang diharapkan, yaitu jumlah maksimal kendaraan, jumlah kendaraan, batas atas, dan batas bawah. Sama seperti fuzzy *short*, pada fuzzy *medium* juga digunakan fungsi keanggotaan segitiga. **Gambar**

4.4 merupakan front panel untuk fuzzy *medium*, sedangkan **Gambar 4.5** adalah program untuk fuzzy *medium*.



Gambar 4.4 Front panel untuk fuzzy medium



Gambar 4.5 Program untuk fuzzy medium

Hasil dari simulasi dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian untuk fuzzy medium

Jumlah Max Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Output
100	0	0
100	5	0.15
100	10	0.3
100	15	0.45
100	25	0.75
100	35	0.95
100	45	0.65
100	50	0.5
100	60	0.05

Dari hasil pengujian terlihat nilai keluaran pada saat jumlah kendaraan kecil, nilai keluaran juga akan kecil. Nilai keluaran akan terus naik sampai

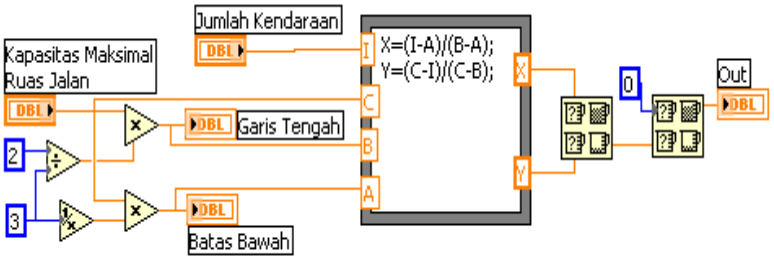
jumlah kendaraan mencapai nilai 33,33 yang merupakan batas tengah dari fungsi keanggotaan segitiga. Saat jumlah kendaraan melebihi garis tengah, maka nilai keluaran akan kembali turun walaupun jumlah kendaraan semakin besar.

4.1.3. Pengujian Fuzzy Long

Ada empat parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi telah sesuai dengan apa yang diharapkan, yaitu jumlah maksimal kendaraan, jumlah kendaraan, batas atas, dan batas bawah. Sama seperti fuzzy *short* dan *medium*, pada fuzzy *long* juga digunakan fungsi keanggotaan segitiga. **Gambar 4.6** merupakan front panel untuk fuzzy *long*, sedangkan **Gambar 4.7** adalah program untuk fuzzy *long*.



Gambar 4.6 Front panel untuk fuzzy long



Gambar 4.7 Program untuk fuzzy long

Hasil dari simulasi dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian fuzzy long

Jumlah Max Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Output
100	25	0
100	40	0.2
100	50	0.5
100	65	0.95
100	67	0.99
100	70	0.9
100	80	0.6
100	90	0.3
100	99	0.03

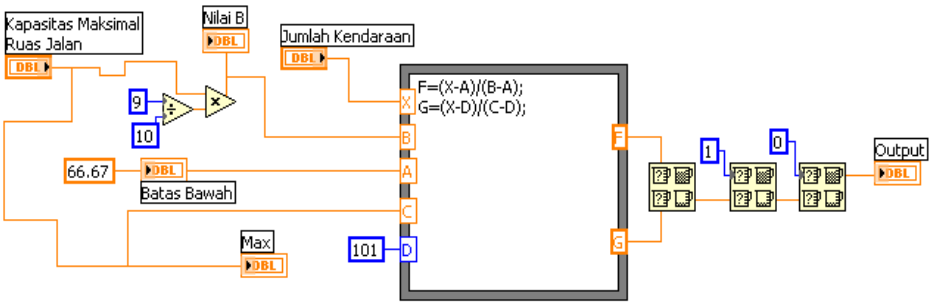
Dari hasil pengujian terlihat sama dengan hasil pengujian fuzzy medium. Pada saat jumlah kendaraan kecil, nilai keluaran juga akan kecil. Nilai keluaran akan terus naik sampai jumlah kendaraan mencapai nilai 66,67 yang merupakan batas tengah dari fungsi keanggotaan segitiga. Saat jumlah kendaraan melebihi garis tengah, maka nilai keluaran akan kembali turun walaupun jumlah kendaraan semakin besar.

4.1.4. Pengujian Untuk Fuzzy Very Long

Ada tiga parameter yang perlu diperhatikan pada fuzzy *very long*, yaitu : jumlah maksimal kendaraan, jumlah kendaraan, dan batas bawah. Pada fungsi *very long* digunakan fungsi keanggotaan trapesium. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 4.9**. **Gambar 4.8** merupakan front panel untuk fuzzy *very long*.



Gambar 4.8 Front panel untuk fuzzy very long



Gambar 4.9 Program untuk fuzzy very long

Hasil pengujian untuk fuzzy *very long* dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil pengujian fuzzy very long

Jumlah Max Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Output
100	60	0
100	67	0.01
100	70	0.14
100	75	0.36
100	85	0.79
100	89	0.96
100	95	1
100	100	1
100	101	0

Dari **Tabel 4.4** terlihat ada nilai output yang sama ketika jumlah kendaraan berbeda nilainya. Ini karena penggunaan fungsi keanggotaan trapesium. Tapi saat jumlah kendaraan lebih dari 100, nilai output akan kembali

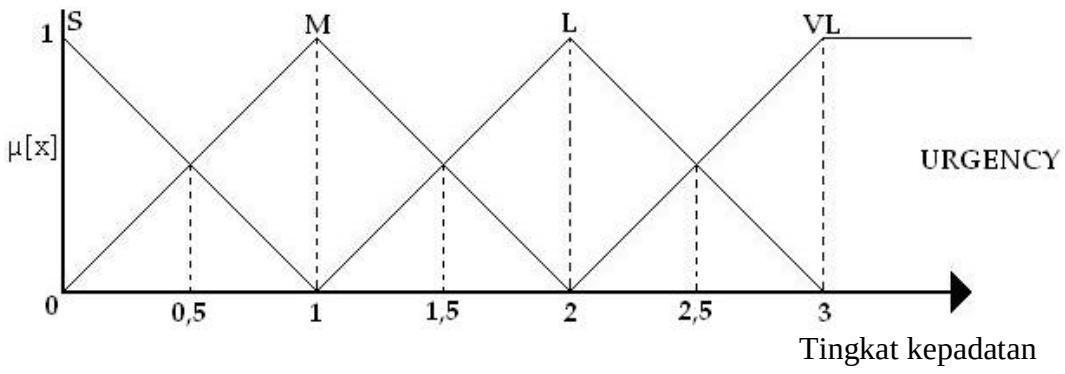
turun. Hal ini akan menyebabkan error pada simulasi pengontrol lampu lalu lintas saat antrian kendaraan pada ruas jalan tertentu sangan panjang (*very long*).

4.2. Pengujian Modul

Terdapat tiga modul yang akan diujikan pada tahapan ini, yaitu : *Next Phase Module*, *Green Phase Module*, dan *Decision Module*.

4.2.1. Pengujian Next Phase Module

Pada modul ini terdapat tiga parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi sesuai dengan aturan (*rule*) yang telah dijelaskan pada **tabel 3.1**, yaitu jumlah kendaraan yang menunggu saat lampu merah (*Queue Num*), jumlah kendaraan yang berada pada jalan penghubung antar persimpangan (*Front Num*), dan waktu lamanya lampu merah menyala (*Red Time*). Dan yang menjadi keluarannya adalah *Urgency* yaitu kondisi yang lebih diutamakan untuk segera lampu hijau. Agar lebih mudah untuk perhitungan maka dibuatkan *fuzzifikasi Urgency* seperti **Gambar 4.10**. Hasil pengujian *next phase module* dengan data acak dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.



Gambar 4.10 Fuzzifikasi *Urgency*

Tabel 4.5 Hasil pengujian fuzzifikasi *Urgency*

INPUT			OUTPUT	HASIL	Output yang diharapkan
Queue Num	Front Num	Red Time	Urgency		
0	0	0	0	Z	Rule 1 (Z)
4	5	4	0.43	S	Rule 2 (S)
5	5	45	0.48	S	Rule 3 (S)
5	5	135	0.83	M	Rule 4 (M)
10	15	30	0.48	S	Rule 5 (S)
10	15	50	0.5	S	Rule 6 (S)
10	15	150	0.83	M	Rule 7 (M)
10	50	30	0.48	S	Rule 8 (S)
15	70	70	0.44	S	Rule 9 (S)
10	70	150	0.3	S	Rule 10 (S)
30	10	30	0.52	M	Rule 11 (S)
30	10	50	0.65	M	Rule 12 (M)
45	10	150	1.52	L	Rule 13 (L)
30	30	30	0.53	M	Rule 14 (S)
30	30	50	0.72	M	Rule 15 (M)
30	30	110	0.87	M	Rule 16 (L)
45	70	30	0.45	S	Rule 17 (S)
30	55	50	0.63	M	Rule 18 (M)
45	70	150	0.53	M	Rule 19 (M)
70	10	30	0.9	M	Rule 20 (M)
70	10	70	1.53	L	Rule 21 (L)
70	10	150	1.83	L	Rule 22 (VL)
70	45	30	0.78	M	Rule 23 (M)
70	45	70	1.06	M	Rule 24 (L)
70	45	150	1.13	M	Rule 25 (L)
70	70	30	0.45	S	Rule 26 (S)
70	70	70	0.82	M	Rule 27 (M)
70	70	150	0.75	M	Rule 28 (M)

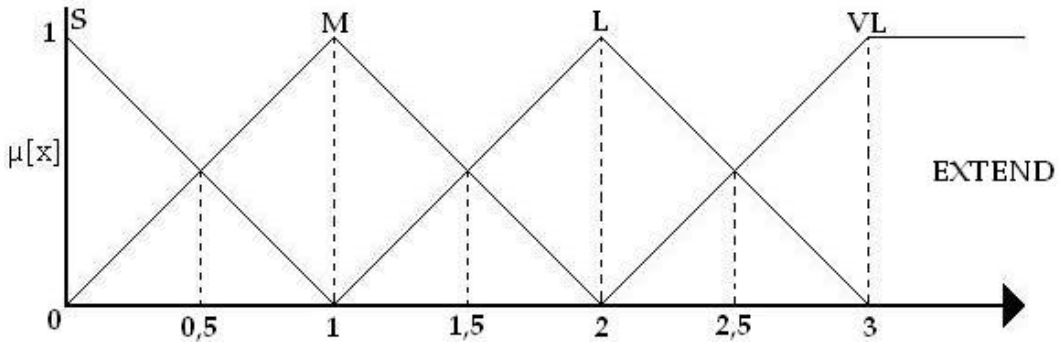
$$\%error = \left(\frac{6}{28}\right) x\ 100\% = 21{,}43\ \%$$

Dari hasil perhitungan *next phase module* diatas, didapat prosentase ketepatan data sebesar 78,57% untuk pengujian seluruh *rule*. Kesalahan keputusan

yang diambil oleh sistem dikarenakan penggunaan SubVI yang bertumpuk, sehingga perhitunngan tidak secara langsung, tetapi menunggu rule-rule yang lain (*delay*).

4.2.2. Green Phase Module

Pada modul ini terdapat dua parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi sesuai dengan aturan (*rule*) yang telah dijelaskan pada **Tabel 3.2**, yaitu jumlah kendaraan saat lampu hijau (*QueueuNum*), dan jumlah kendaraan yang berada pada jalan penghubung antar persimpangan (*FrontNum*). Sedangkan yang menjadi keluarannya adalah *Extend* yaitu kondisi untuk mempertahankan lampu hijau. Agar lebih mudah untuk perhitungan maka dibuatkan *fuzzifikasi Extend* seperti **Gambar 4.11**. Data hasil perhitungan *green phase module* dengan mengambil nilai secara acak dapat dilihat pada **Tabel 4.6** dibawah ini.



Gambar 4.11 Fuzzifikasi *Extend*

Tabel 4.6 Perhitungan *Green Phase Module*

INPUT		OUTPUT	HASIL	Output yang diharapkan
Queue Num	**Front Num**	**Extend**		
0	0	0	Z	Rule 1 (Z)
5	5	0.47	S	Rule 2 (S)
5	45	0.44	S	Rule 3 (S)
5	70	0.3	S	Rule 4 (S)
45	5	1.43	M	Rule 5 (L)
45	45	0.99	M	Rule 6 (M)
30	60	0.33	S	Rule 7 (S)
70	10	2.59	VL	Rule 8 (VL)
70	30	2.84	VL	Rule 9 (VL)
70	70	1.9	L	Rule 10 (L)

$$\%\ error = \left(\frac{1}{10}\right)\ x\ 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan *green phase module* diatas, didapat prosentase ketepatan data sebesar 90% untuk pengujian seluruh *rule*. Kesalahan keputusan yang diambil oleh sistem dikarenakan penggunaan SubVI yang bertumpuk, sehingga perhitunngan tidak secara langsung, tetapi menunggu rule-rule yang lain. Dan juga ketika nilai perhitungan seluruh kondisi berada pada titik yang sama, sehingga kondisi yang dipilih oleh sistem untuk *crips* adalah acak.

4.2.3. Decision Module

Pada modul ini terdapat dua parameter yang menjadi acuan apakah hasil simulasi sesuai dengan aturan (*rule*) yang telah dijelaskan pada T**abel 3.3**, yaitu kondisi yang diutamakan untuk segera lampu hijau (*Urgency*), dan kondisi untuk mempertahankan lampu hijau (*Extend*). Dan yang menjadi

keluarannya yaitu *Decision* kondisi dimana mempertahankan lampu hijau (*No*) atau belalih ke lampu merah (*Yes*). *Sampling* data hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dibawah ini.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian *Decision Module*

INPUT		**OUTPUT**	**Output yang diharapkan**
Extend	**Urgency**	**Decision**	
0	0	NO	Rule 1 (NO)
0	0.4	YES	Rule 2 (YES)
0	1	YES	Rule 3 (YES)
0	2	YES	Rule 4 (YES)
0.4	3	YES	Rule 5 (YES)
0.4	0	NO	Rule 6 (NO)
0.4	0.4	NO	Rule 7 (NO)
0.4	1	YES	Rule 8 (YES)
0.4	2	YES	Rule 9 (YES)
0.4	3	YES	Rule 10 (YES)
1	0	NO	Rule 11 (NO)
1	0.4	NO	Rule 12 (NO)
1	1	NO	Rule 13 (NO)
1	2	YES	Rule 14 (YES)
1	3	YES	Rule 15 (YES)
2	0	NO	Rule 16 (NO)
2	0.4	NO	Rule 17 (NO)
2	1	NO	Rule 18 (NO)
2	2	NO	Rule 19 (NO)
2	3	YES	Rule 20 (YES)
3	0	NO	Rule 21 (NO)
3	0.4	NO	Rule 22 (NO)
3	1	NO	Rule 23 (NO)
3	2	NO	Rule 24 (NO)
3	3	NO	Rule 25 (NO)

Dari *sampling* data yang didapkan dari perhitungan *decision module* seperti yang terlihat pada **Tabel 4.7** diketahui bahwa perhitungan tersebut sesuai dengan aturan (*rule*) yang terdapat pada **Tabel 3.3**.

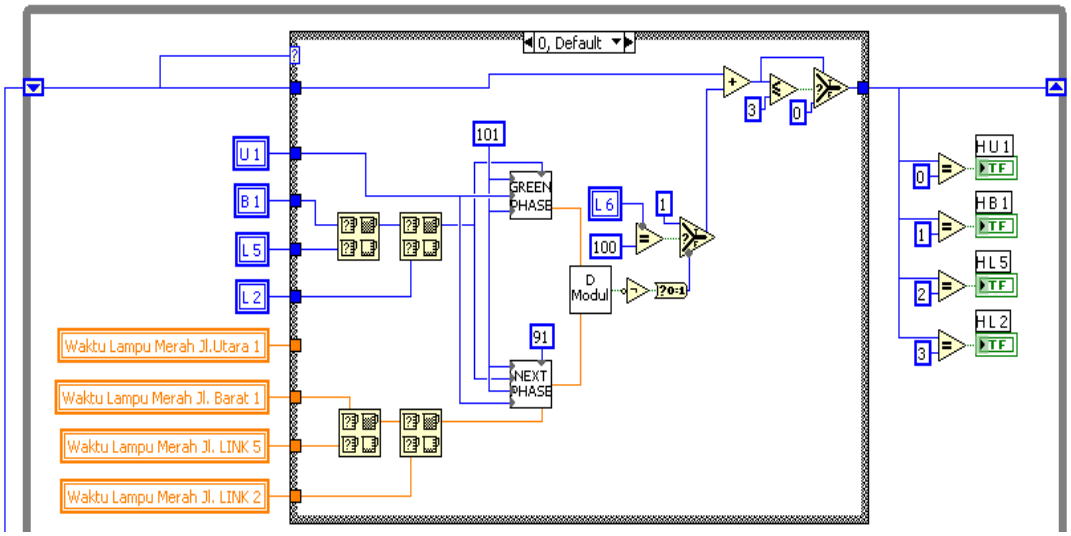
4.4. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Tujuan dari pengujian sistem ini adalah untuk menguji keakuratan simulasi pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy dan untuk mengetahui apakah sistem sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggabungkan seluruh modul yang ada, yaitu *next phase module*, *green phase module* dan *decision module*. **Gambar 4.12** memperlihatkan *front panel* dari simulasi pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan yang berdekatan dengan menggunakan logika fuzzy. **Gambar 4.13** merupakan salah satu program fuzzy untuk simulasi pengaturan lampu lalu lintas pada persimpangan yang berdekatan.

Cara kerja dari sistem ini adalah sebagai berikut :

a. ketika program mulai dijalankan, maka ia akan mulai menscan seluruh keadaan, baik itu jumlah kendaraan, lampu yang menyala, dan waktu lampu merah;
b. pada simulasi ini arah perputaran pergantian lampu berlawanan dengan arah jarum jam, maka lampu hijau menyala berurutan seperti berikut : pertama lampu hijau jalan utara, lampu hijau jalan barat, lampu hijau jalan selatan, lampu hijau jalan timur, dan kembali lagi ke lampu hijau jalan utara;

c. ketika lampu hijau jalan utara menyala, maka program akan mencari jalan mana yang diprioritaskan untuk segera lampu hijau, dengan mencari perbandingan terbesar antara jalan barat, jalan selatan dan jalan timur;
d. pada saat yang bersamaan, program juga memperhitungkan berapa lama lampu merah jalan barat, jalan selatan dan jalan timur sudah menyala;
e. program akan menjalankan logika fuzzy, jalan manakah yang akan mendapat waktu lampu hijau yang lama, dan jalan manakah yang akan mendapat lampu hijau sebentar;
f. jika jumlah jalan kendaraan jalan utara saat lampu hijau menyala lebih kecil dari jumlah kendaraan jalan barat saat lampu merah menyala, maka program akan menghidupkan lampu hijau jalan barat;
g. begitu seterusnya sesuai dengan urutan penyalaan lampu hijau.



Gambar 4.13 Program Fuzzy untuk Pengaturan Lampu Lalu Lintas

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan nilai kontrol kepadatan berbeda-beda. Error terjadi pada saat nilai untuk semua kontrol kepadatan di set 0.7.

Pada saat nilai kontrol kepadatan di set 0.7, jumlah kendaraan pada ruas jalan mencapai nilai maksimal. Dalam hal ini dapat di artikan jumlah kendaraan sangat panjang (*very long*). Seperti yang telah dijelaskan pada saat pengujian fuzzy *very long*, terjadi kesalahan. Saat jumlah kendaraan melebihi dari batas maksimal, keluarannya bernilai nol (0). Hal ini disebabkan karena penggunaan fungsi keanggotaan trapesium.