

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Data**

Sebagian besar data yang digunakan dalam analisis adalah data primer. Data primer merupakan data yang diambil langsung di lapangan, dalam hal ini lokasi studi di dua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo, yaitu Simpang Gamping - Simpang Pelem Gurih.. Adapun metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer adalah melalui pengamatan dan perhitungan langsung di lapangan.

##### **5.1.1 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait untuk mendukung analisis dan perancangan Tugas Akhir ini. Data sekunder yang dibutuhkan adalah peta lokasi penelitian.

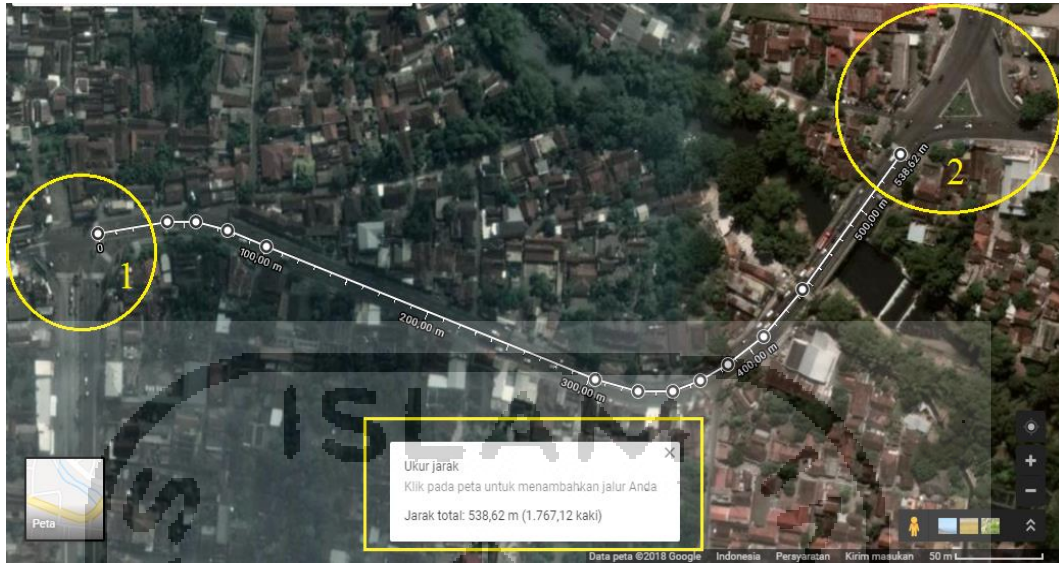
Denah lokasi penelitian seperti yang terdapat di Gambar 1.1, tepatnya terletak pada kedua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo. Denah lokasi didapatkan dengan mengakses *Google Earth*.

##### **5.1.2 Data Primer**

Data primer merupakan data riil atau nyata yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, meliputi data geometri simpang, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan waktu siklus sinyal lalu lintas.

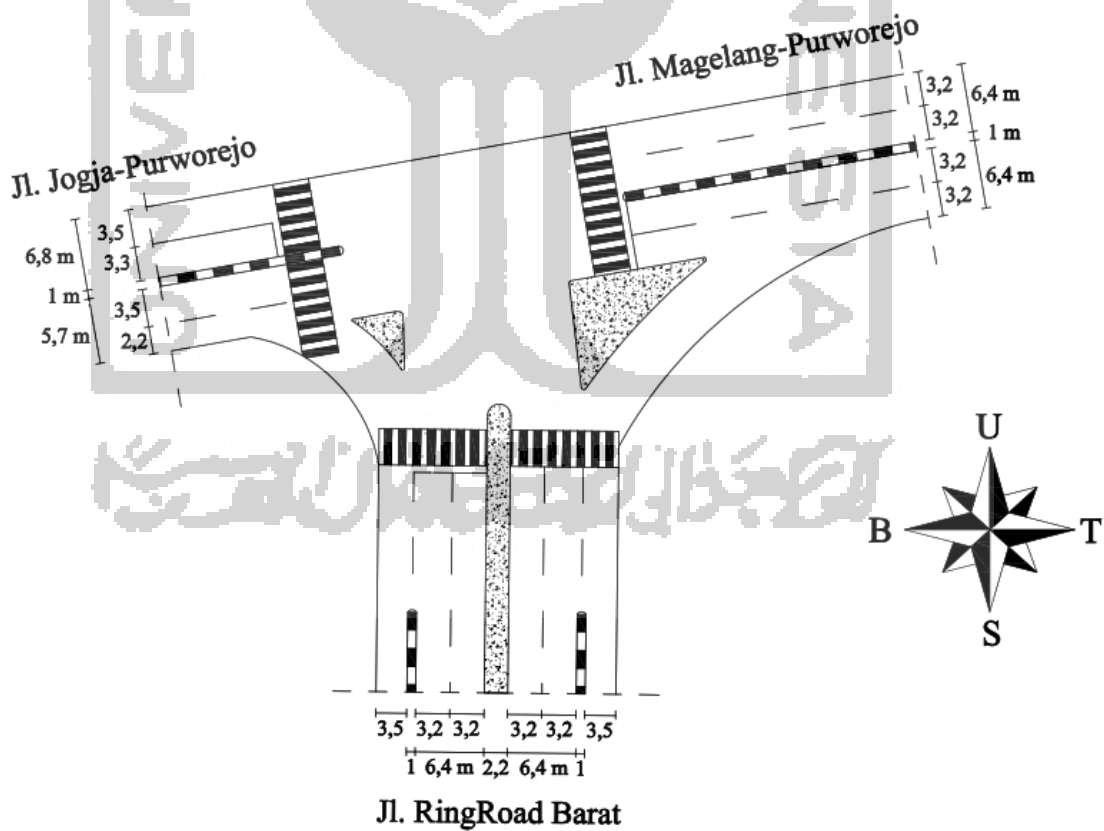
###### **1. Data Geometri Simpang**

Data geometri simpang merupakan data yang memuat kondisi geometri pada simpang yang sedang diamati. Data ini diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data geometri yang dibutuhkan dalam pemodelan *VISSIM* adalah lebar lajur jalan yang digunakan untuk skala peta lokasi dan input lebar lajur jalan. Letak kedua simpang dan jarak antar simpang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.

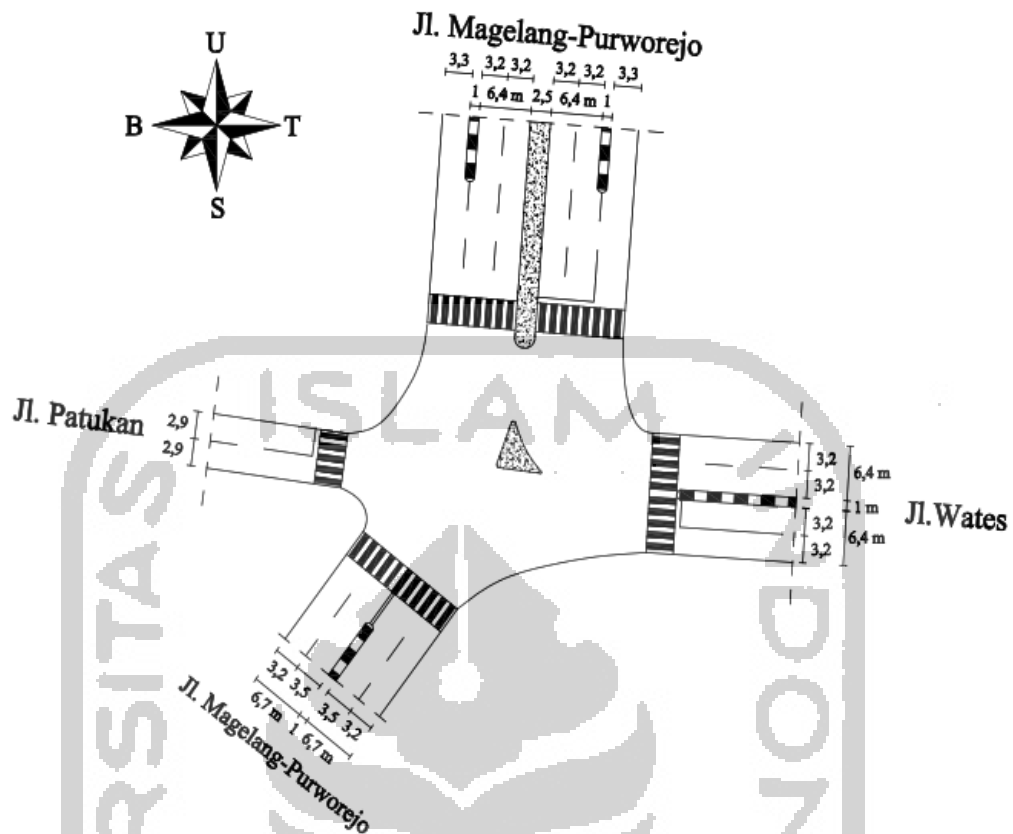


**Gambar 5. 1 Letak Kedua Simpang dan Jarak Antar Simpang**

Dari pengukuran di lapangan didapat jarak dari Simpang 1 ke Simpang 2 sejauh 538 m. Sedangkan untuk data geometri masing-masing simpang dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 sebagai berikut.



**Gambar 5. 2 Geometri Simpang**



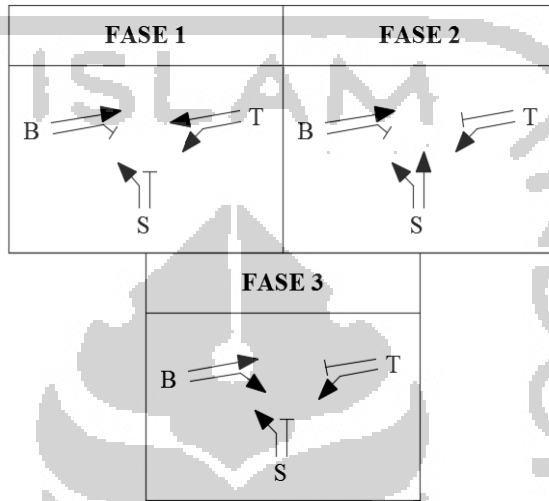
Gambar 5. 3 Geometri Simpang 2

2. Data Fase dan Sinyal Lalu Lintas

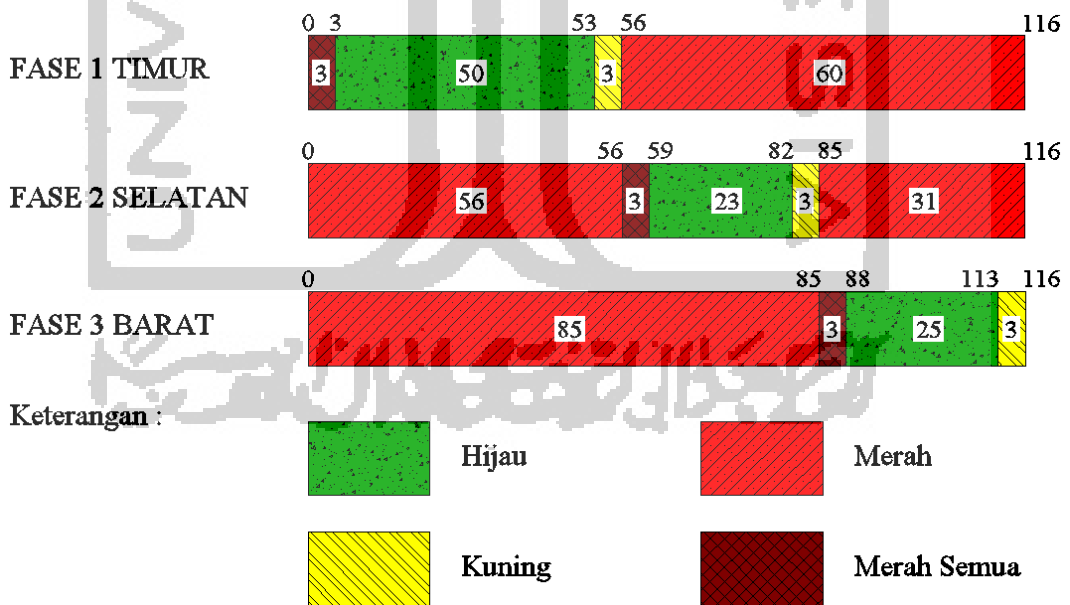
Data fase dan sinyal lalu lintas diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, dan merah semua (*Allred*). Data fase dan sinyal lalu lintas dari ketiga simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1 - Tabel 5.2 dan Gambar 5.4 - Gambar 5.7 sebagai berikut.

**Tabel 5.1 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 1**

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
T	50	3	60	3	116
S	23	3	87	3	116
B	25	3	85	3	116



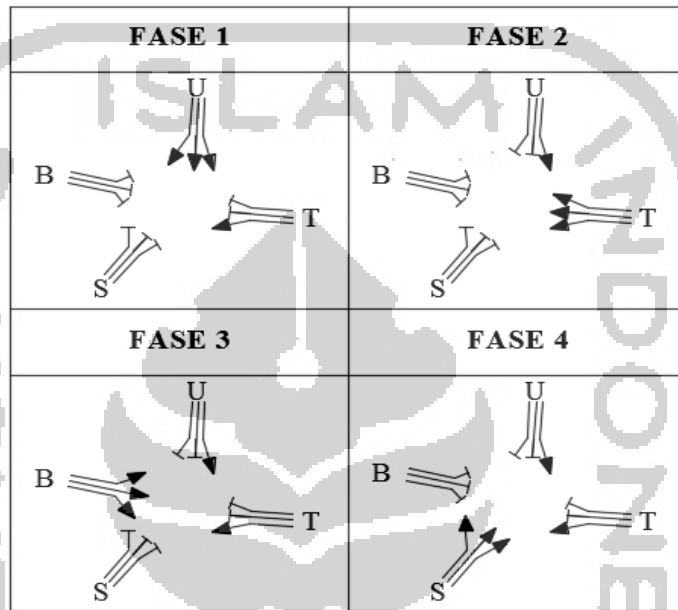
**Gambar 5. 4 Fase Simpang 1**



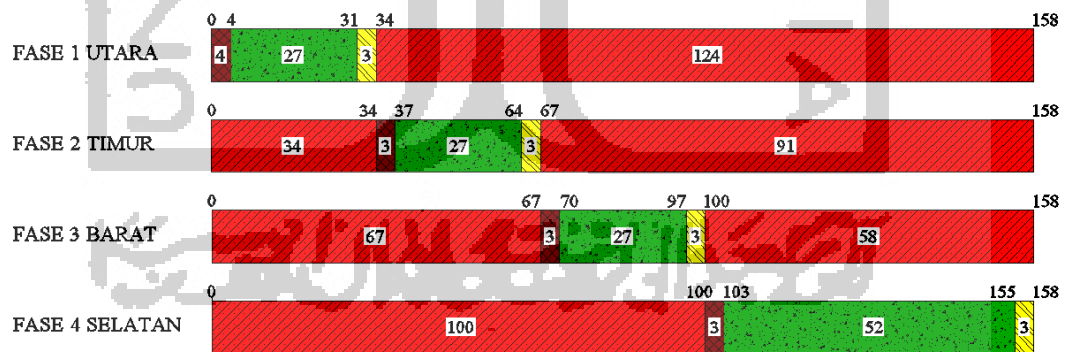
**Gambar 5. 5 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1**

**Tabel 5. 2 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 2**

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
U	27	3	128	3	158
T	27	3	128	3	158
B	27	3	128	3	158
S	52	3	102	4	158



Gambar 5. 6 Fase Simpang 2



Keterangan :

	Hijau		Merah
	Kuning		Merah Semua

Gambar 5. 7 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

3. Data Volume Lalu Lintas Simpang

Data volume lalu lintas simpang diperoleh dari hasil survei volume langsung di lapangan dalam satuan kendaraan per jam.

Survei dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 12 jam satu hari dengan interval 15 menit pada jam 06.30-18.30 WIB, setelah itu ditemukan periode jam puncak. Untuk periode jam puncak dilakukan survei selama 2 hari yaitu jam sibuk hari *weekday* dan *weekend* dengan interval 15 menit pada jam sibuk pagi (06.30 – 08.30 WIB) dan sore (15.30 – 18.30 WIB).

Data volume kendaraan dari kedua simpang diakumulasikan untuk menentukan kapan jam puncak terjadi. Berikut ini adalah data volume lalu lintas simpang. Berikut ini adalah data volume lalu lintas simpang.

a. Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang

Data volume lalu lintas kedua Simpang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Berikut ini adalah data volume lalu lintas ke dua Simpang selama 12 jam dalam satu hari dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

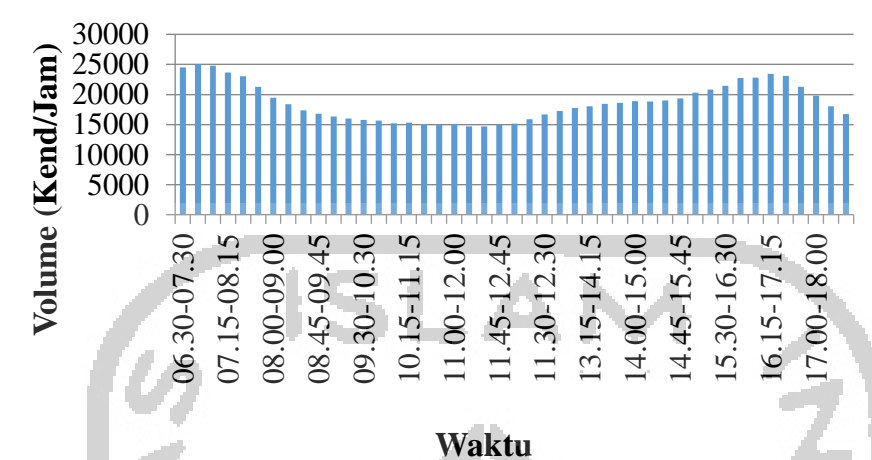
**Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang Selama 12**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	11457	13087	24544
06.45-07.45	11442	13596	25038
07.00-08.00	11017	13758	24775
07.15-08.15	10254	13412	23666
07.30-08.30	10185	12836	23021
07.45-08.45	9474	11822	21296
08.00-09.00	8938	10542	19480
08.15-09.15	8594	9794	18388
08.30-09.30	8047	9297	17344
08.45-09.45	7641	9144	16785
09.00-10.00	7584	8744	16328
09.15-10.15	7549	8465	16014
09.30-10.30	7399	8371	15770
09.45-10.45	7513	8131	15644
10.00-11.00	7114	8092	15206

**Lanjutan Tabel Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang  
Selama 12**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
10.15-11.15	7115	8177	15292
10.30-11.30	7013	8064	15077
10.45-11.45	6814	8181	14995
11.00-12.00	6861	8229	15090
11.15-12.15	6595	8085	14680
11.30-12.30	6710	7981	14691
11.45-12.45	6901	8036	14937
12.00-13.00	7211	7965	15176
11.15-12.15	7725	8153	15878
11.30-12.30	8069	8625	16694
11.45-12.45	8384	8844	17228
13.00-14.00	8621	9125	17746
13.15-14.15	8704	9357	18061
13.30-14.30	8991	9443	18434
13.45-14.45	9257	9367	18624
14.00-15.00	9490	9407	18897
14.15-15.15	9402	9451	18853
14.30-15.30	9541	9454	18995
14.45-15.45	9706	9644	19350
15.00-16.00	10195	10099	20294
15.15-16.15	11010	9828	20838
15.30-16.30	11299	10150	21449
15.45-16.45	11469	11304	22773
16.00-17.00	11118	11674	22792
16.15-17.15	10929	12508	23437
16.30-17.30	10470	12637	23107
16.45-17.45	9782	11493	21275
17.00-18.00	8998	10797	19795
17.15-18.15	8122	9917	18039
17.30-18.30	7621	9130	16751

Berikut ini grafik dari hasil survei selama 12 jam pada hari Rabu, 2 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.8 grafik berikut ini.



**Gambar 5. 8 Grafik Volume Lalu Lintas Selama 12 Jam**

b. Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar

Data volume lalu lintas gang masuk dan keluar diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan selama 12 jam dalam sehari dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.9 di bawah ini.

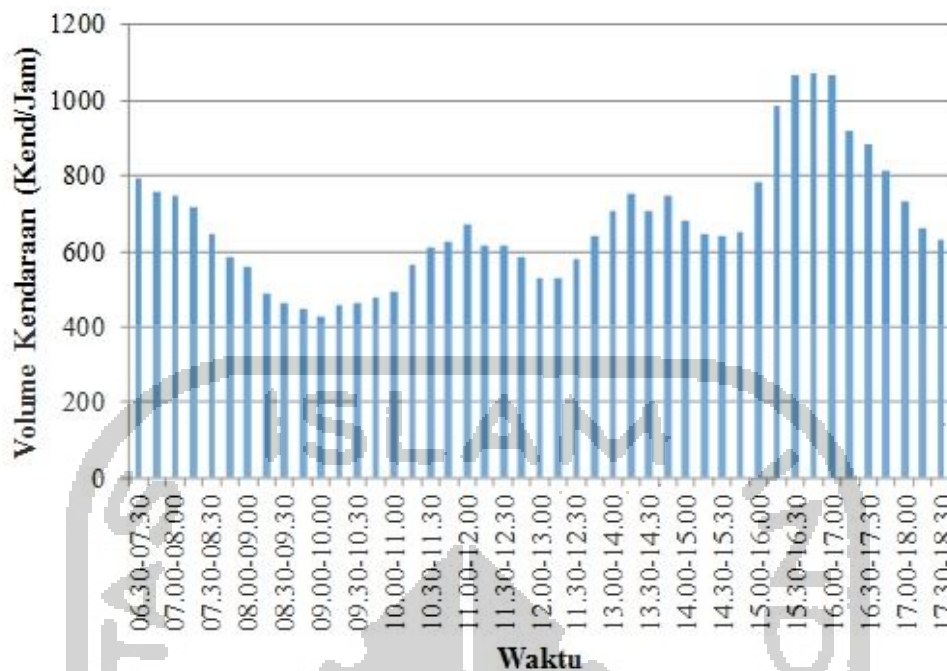
**Tabel 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Masuk	Keluar	Total
06.30-07.30	312	479	791
06.45-07.45	315	442	757
07.00-08.00	347	398	745
07.15-08.15	304	414	718
07.30-08.30	297	347	644
07.45-08.45	265	322	587
08.00-09.00	234	325	559
08.15-09.15	220	269	489
08.30-09.30	202	261	463
08.45-09.45	205	245	450
09.00-10.00	210	217	427
09.15-10.15	214	242	456
09.30-10.30	224	237	461



**Lanjutan Tabel 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Masuk	Keluar	Total
09.45-10.45	232	248	480
10.00-11.00	232	260	492
10.15-11.15	265	298	563
10.30-11.30	272	339	611
10.45-11.45	275	350	625
11.00-12.00	275	394	669
11.15-12.15	261	357	618
11.30-12.30	268	345	613
11.45-12.45	263	321	584
12.00-13.00	252	275	527
11.15-12.15	252	278	530
11.30-12.30	260	320	580
11.45-12.45	282	358	640
13.00-14.00	308	398	706
13.15-14.15	363	388	751
13.30-14.30	365	344	709
13.45-14.45	405	343	748
14.00-15.00	390	291	681
14.15-15.15	354	292	646
14.30-15.30	349	292	641
14.45-15.45	331	318	649
15.00-16.00	397	384	781
15.15-16.15	527	457	984
15.30-16.30	540	526	1066
15.45-16.45	562	508	1070
16.00-17.00	548	521	1069
16.15-17.15	412	509	921
16.30-17.30	432	451	883
16.45-17.45	387	425	812
17.00-18.00	373	360	733
17.15-18.15	360	299	659
17.30-18.30	324	308	632



**Gambar 5. 9 Grafik Volume Lalu Lintas gang masuk dan keluar**

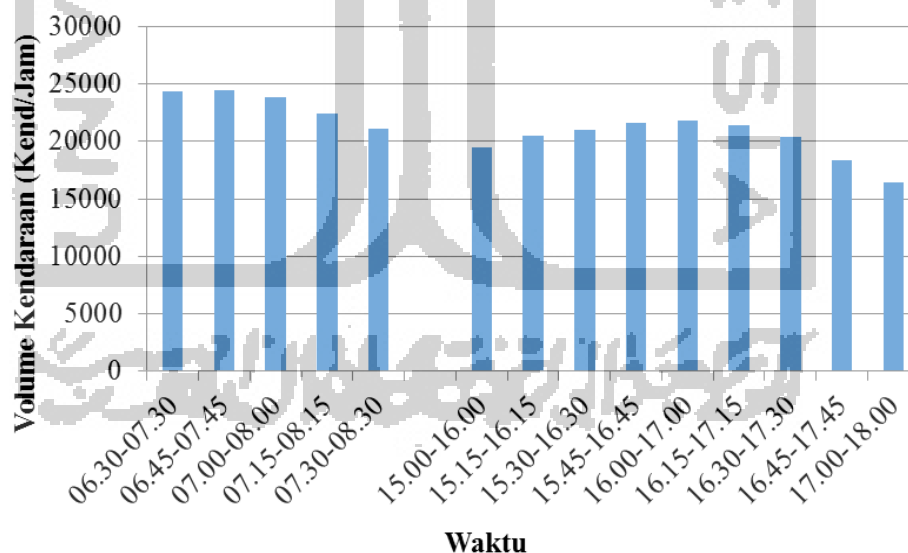
Dari hasil survei kedua simpang pada hari pertama didapatkan jam puncak pagi dan sore pada pukul 06.45-07.45 (WIB) sebesar 25038 kendaraan/jam dan pukul 16.15-17.15 (WIB) sebesar 23437 kendaraan/jam. Sedangkan untuk data volume lalu lintas gang masuk dan keluar pada jam puncak pada pukul 06.30-07.30 (WIB) sebesar 791 kendaraan/jam dan pukul 15.45-16.45 (WIB) sebesar 1070 kendaraan/jam.

Untuk survei selanjutnya akan dilakukan 2 periode pada jam sibuk, yaitu periode Selasa sebagai hari kerja (pada pagi pukul 06.30-08.30 dan sore pukul 15.00-18.00 (WIB)) dan periode Sabtu sebagai hari *weekend* (pada pagi pukul 06.30-08.30 dan sore pukul 15.00-18.00 (WIB)). Berikut ini adalah data hasil survei volume lalu lintas pada Tabel 5.5 periode selasa sebagai berikut.

**Tabel 5. 5 Data Volume Lalu Lintas Periode Selasa**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	11919	12428	24347
06.45-07.45	12068	12384	24452
07.00-08.00	11554	12286	23840
07.15-08.15	10832	11545	22377
07.30-08.30	10284	10835	21119
15.00-16.00	9868	9613	19481
15.15-16.15	10344	10102	20446
15.30-16.30	10557	10438	20995
15.45-16.45	10921	10642	21563
16.00-17.00	11035	10745	21780
16.15-17.15	10932	10510	21442
16.30-17.30	10319	10033	20352
16.45-17.45	9285	9099	18384
17.00-18.00	8198	8248	16446

Berikut ini adalah grafik dari hasil survei selama periode Selasa, 19 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini

**Gambar 5. 10 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Selasa**

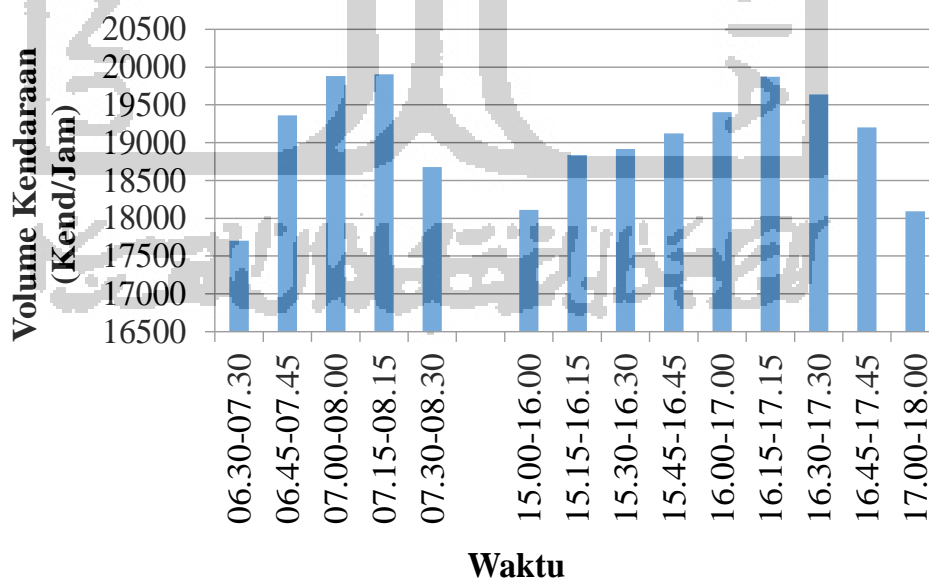
Dari hasil survei volume lalu lintas lapangan pada hari Sabtu didapatkan jam puncak sebesar 19906 kendaraan/jam pukul 07.15-08.15 pada pagi hari Sabtu.

Berikut ini adalah data hasil survei volume lalu lintas periode *on peak* Rabu, 19 Agustus 2017 pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

**Tabel 5. 6 Data Volume Lalu Lintas Periode Sabtu**

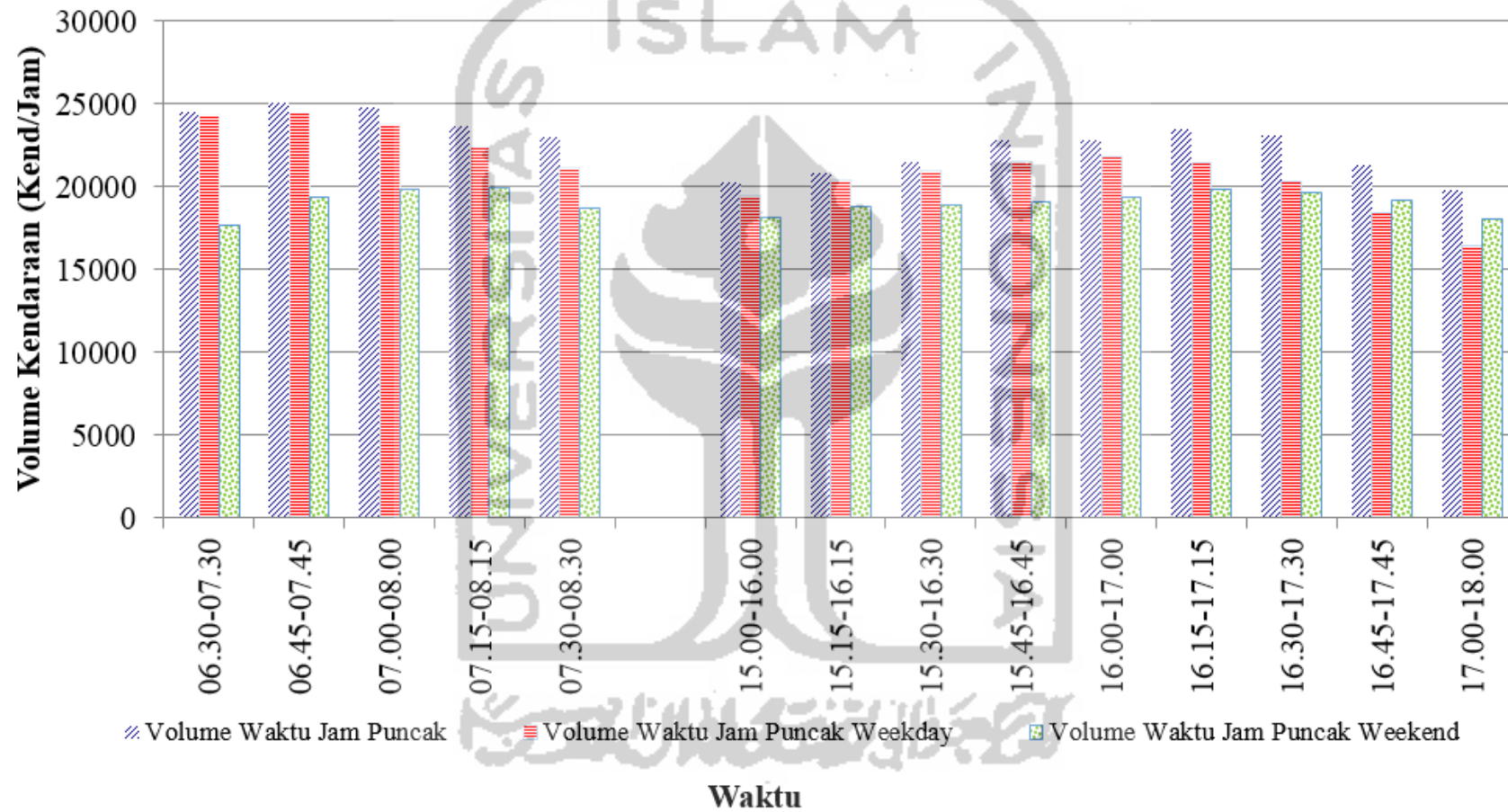
Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	9837	7864	17701
06.45-07.45	10556	8804	19360
07.00-08.00	10566	9317	19883
07.15-08.15	10143	9763	19906
07.30-08.30	9093	9584	18677
15.00-16.00	9736	8375	18111
15.15-16.15	10202	8633	18835
15.30-16.30	10114	8801	18915
15.45-16.45	10071	9050	19121
16.00-17.00	9925	9478	19403
16.15-17.15	9940	9930	19870
16.30-17.30	9745	9891	19636
16.45-17.45	9471	9729	19200
17.00-18.00	8936	9155	18091

Berikut ini adalah grafik dari hasil survei selama periode hari sibuk Sabtu, 23 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.11 sebagai berikut.



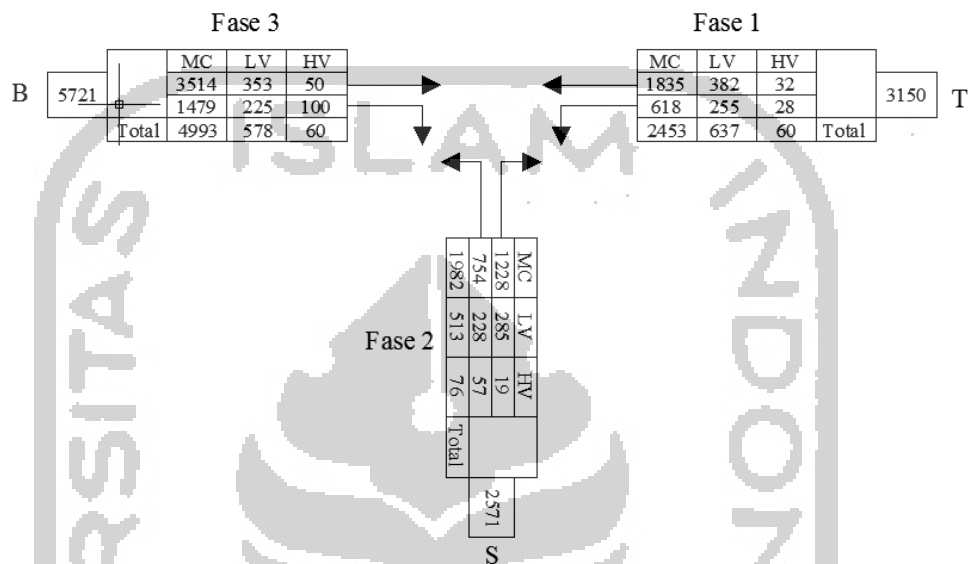
**Gambar 5. 11 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Sabtu**

Berikut ini adalah grafik dari hasil tiga kali survei pada periode di jam puncak selama dapat dilihat pada Gambar 5.12 sebagai berikut.

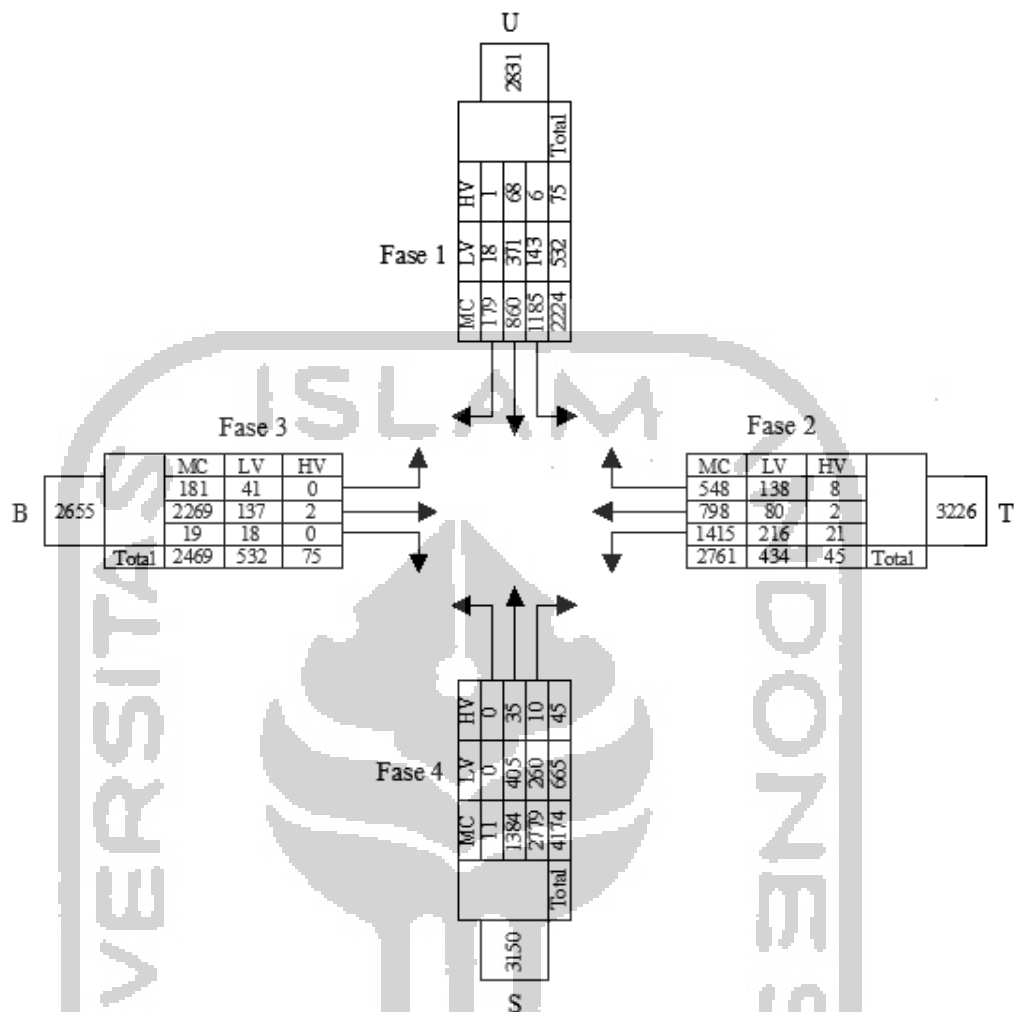


Gambar 5. 12 Diagram Perbandingan Volume Lalu Lintas Pada 3 Periode

Dari ketiga periode pengambilan data tersebut didapat periode jam puncak terjadi pada hari Senin, 7 Agustus 2017 pada pukul 06.45-07.45 WIB dengan volume sebesar 25038 kendaraan/jam. Berikut ini adalah data distribusi pergerakan arus lalu lintas per arah pada periode jam puncak dan jam lengang dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 sebagai berikut.



**Gambar 5. 13 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 1 Periode Jam Puncak**



**Gambar 5. 14 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 2 Periode Jam Puncak**

Berdasarkan gambar distribusi pergerakan arus lalu lintas di atas dapat dilihat pada semua simpang komposisi kendaraan yang paling besar adalah sepeda motor (MC). Sedangkan komposisi kendaraan yang paling kecil adalah kendaraan berat (HV).

#### 4. Data Kecepatan

Data kecepatan diperoleh dari survei kecepatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 1 jam pada periode jam puncak. Survei kecepatan dilakukan pada periode jam puncak berdasarkan survei volume yang terjadi pada hari Senin, jam 06.45-07.45 WIB, kemudian diambil kecepatan maksimal dan kecepatan minimal dari setiap tipe kendaraan sebagai *input* pada pemodelan *software VISSIM*. Berikut ini adalah data setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

**Tabel 5.7 Data Kecepatan Kendaraan Periode Jam Puncak**

Lokasi	simpang 1						simpang 2							
	Timur		Selatan		Barat		Utara		Timur		Barat		Selatan	
Kecepatan	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak
Sepedan Motor (MC)	21	45	22	69	22	66	37	72	29	55	22	42	22	44
Mobil Penumpang (LV)	18	19	27	70	23	50	38	80	22	46	18	34	20	42
Truk (HV)	19	32	25	60	15	25	42	65	25	41	20	35	19	32

### 5. Data *Driving Behaviour*

*Driving behaviour* merupakan parameter dari *VISSIM* untuk mengatur perilaku antar kendaraan. Data yang diambil dilapangan adalah data pengendara berhenti di lengan simpang pada saat lampu merah meliputi data jarak antar kendaraan berdampingan serta jarak kendaraan depan-belakang sehingga data yang diambil dilapangan sebagai input kalibrasi di *VISSIM*. Data berupa jarak antar kendaraan dengan jumlah 80 sampel yang terdiri dari masing-masing 20 sampel jarak antar kendaraan depan - belakang dengan posisi kendaraan berhenti, 10 sampel jarak antar kendaraan berdampingan dengan posisi kendaraan berhenti. Data *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

**Tabel 5.8 Jarak Antar Kendaraan (*Driving Behaviour VISSIM*)**

Jumlah Sampel Kendaraan	Berdampingan ( <i>Lateral</i> ) Kendaraan Berjalan (meter)	Berdampingan ( <i>Lateral</i> ) Kendaraan Berhenti (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berjalan (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berhenti (meter)
1	0,9	1,2	1,1	0,4
2	0,7	0,7	1,5	0,6
3	0,9	0,9	0,7	0,3
4	1,3	0,6	1,4	0,5
5	1,5	0,5	1	0,7
6	1,1	0,8	0,9	0,6
7	1,3	0,75	1,3	0,4
8	0,9	1	2	0,4
9	1,1	0,8	1,1	0,4
10	1	0,7	1,4	0,9
11	1,4	1	1,2	0,6
12	0,9	1,5	0,9	0,3
13	1	0,85	1,6	0,2



Lanjutan Tabel 5.8 Jarak Antar Kendaraan (*Driving Behaviour VISSIM*)

Jumlah Sampel Kendaraan	Berdampingan ( <i>Lateral</i> ) Kendaraan Berjalan (meter)	Berdampingan ( <i>Lateral</i> ) Kendaraan Berhenti (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berjalan (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berhenti (meter)
14	0,7	0,9	1,4	0,8
15	1,2	0,6	0,7	0,5
16	1	1,1	0,8	0,8
17	0,7	0,7	0,8	0,7
18	0,7	1,5	0,7	0,6
19	0,8	0,9	0,8	0,7
20	0,7	0,7	0,9	1
Rata-rata	0,99	0,885	1,11	0,57

## 5.2 Analisis

Pada penelitian ini, kinerja kedua simpang pada kondisi eksisting dianalisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Perancangan koordinasi sinyal antar simpang dilakukan berdasarkan teori koordinasi dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*.

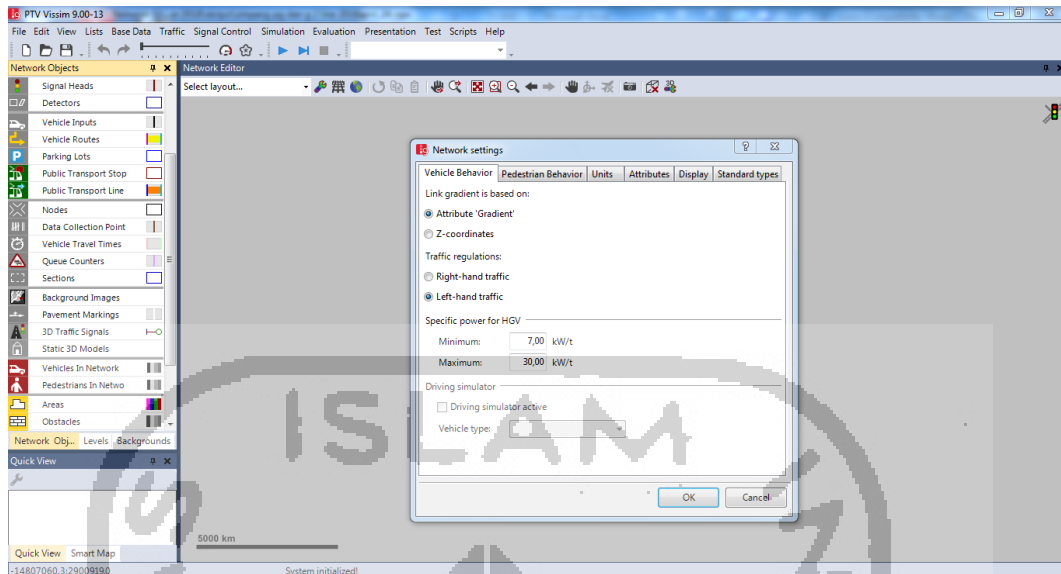
### 5.2.1 Membuat Pemodelan dengan Menggunakan *Software VISSIM*

Berikut ini adalah langkah-langkah membuat pemodelan dengan menggunakan *Software VISSIM* tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

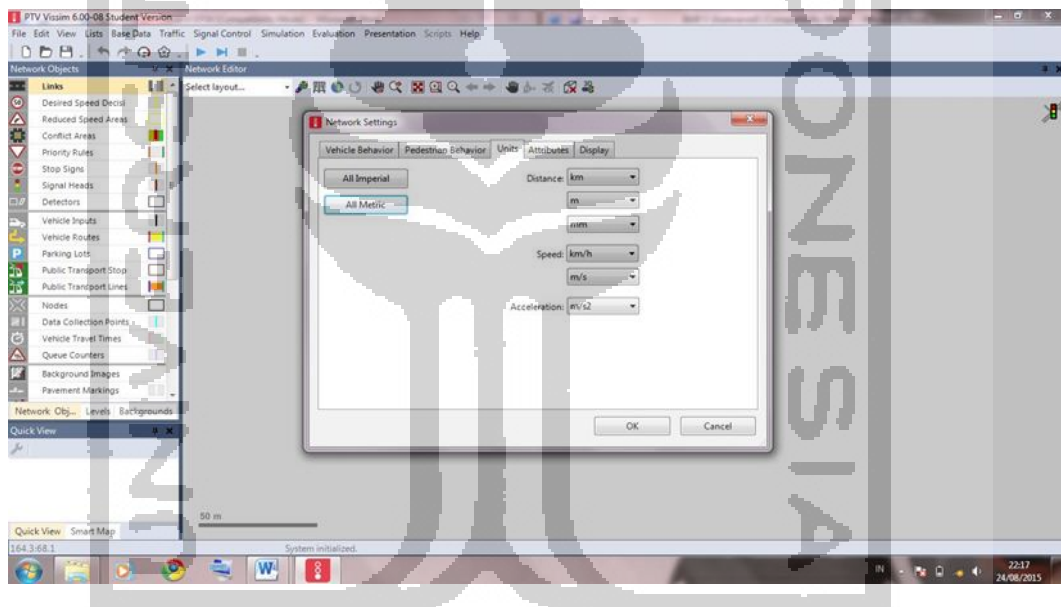
#### 1. *Network Setting*

*VISSIM* adalah perangkat lunak buatan Eropa atau khususnya Jerman, maka dari itu secara *default* jalur yang digunakan untuk berkendara adalah jalur kanan. Sedangkan di Indonesia jalur berkendara adalah jalur kiri, oleh karena itu perlu perubahan perilaku mengemudi. Selain itu, perlu juga perubahan satuan sesuai yang digunakan di Indonesia.

Untuk melakukan perubahan perilaku kendaraan dan satuan, dapat dilakukan di bagian *Menu Bar* yaitu di *Base Data*, *Network Setting*, *Vehicle Behavior* (diubah ke *left-side traffic*), *Units* (diubah ke *All Metrics*). Perubahan pengaturan pada menu *Network Setting* dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 berikut ini.



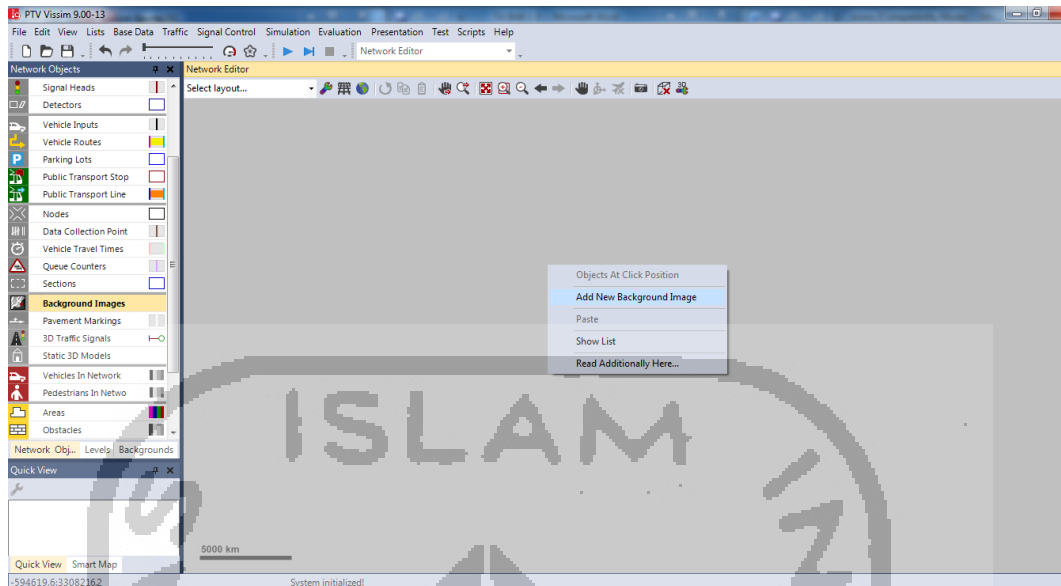
**Gambar 5. 15 Hasil Perubahan *Vehicle Behavior***



**Gambar 5. 16 Hasil Perubahan *Units***

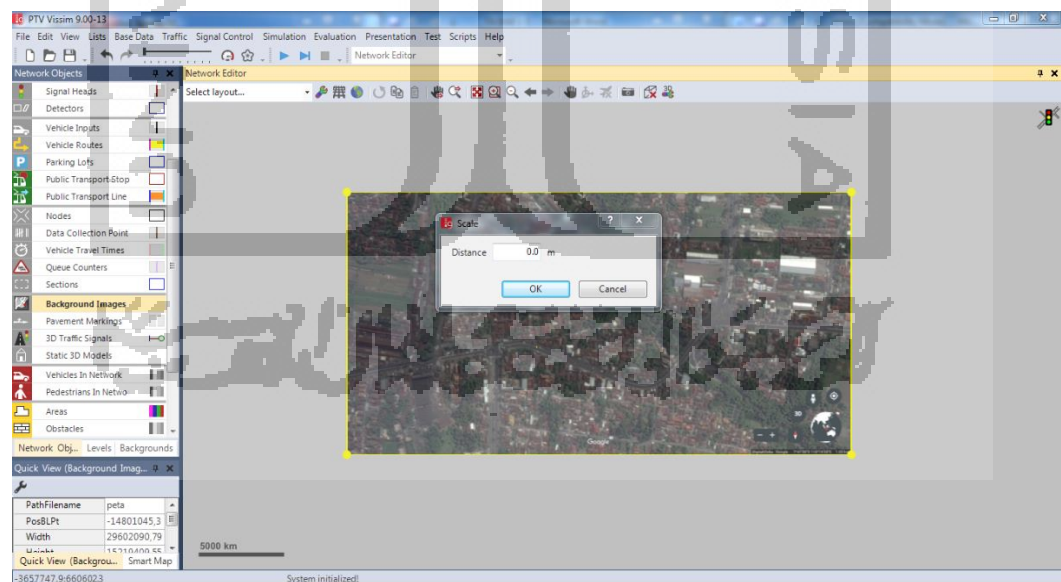
## 2. Input *Background Image*

Dalam pemodelan *VISSIM* dapat dilakukan input background images menggunakan peta lokasi penelitian dari *Google Earth*. Background images berguna sebagai perbandingan lebar jalan asli dengan peta dari *Google Earth*. Gambar input peta lokasi ke dalam perangkat lunak *VISSIM* dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut ini.



**Gambar 5. 17 Input Background Images**

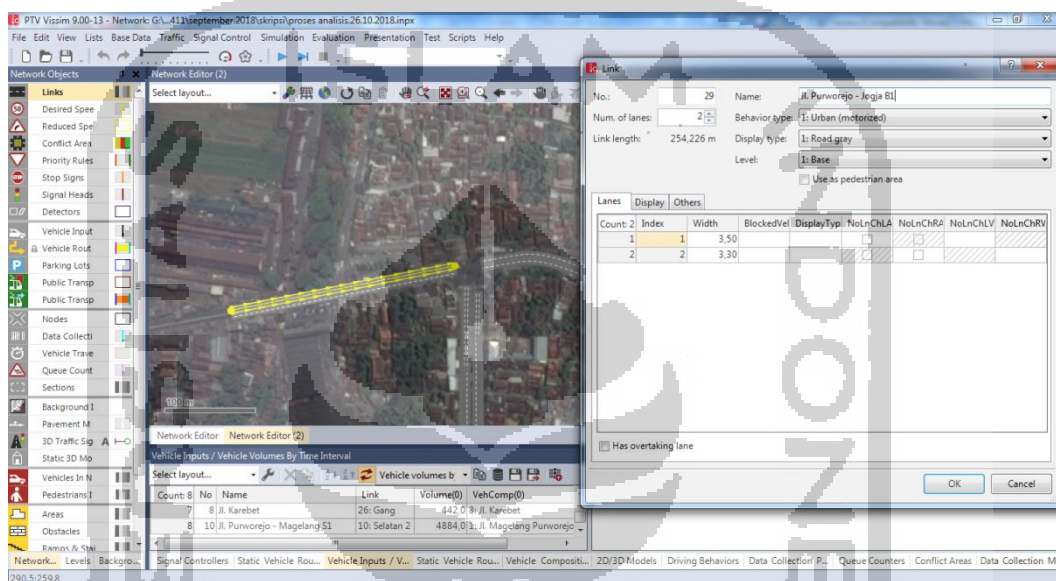
Setelah melakukan input *background images*, dilakukan perbandingan antara peta Google Earth dan lebar jalan asli dengan cara klik kanan pada gambar kemudian *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan kemudian dimasukkan panjangnya. Pengaturan skala gambar dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut ini.



**Gambar 5. 18 Pengaturan Skala pada Background Images**

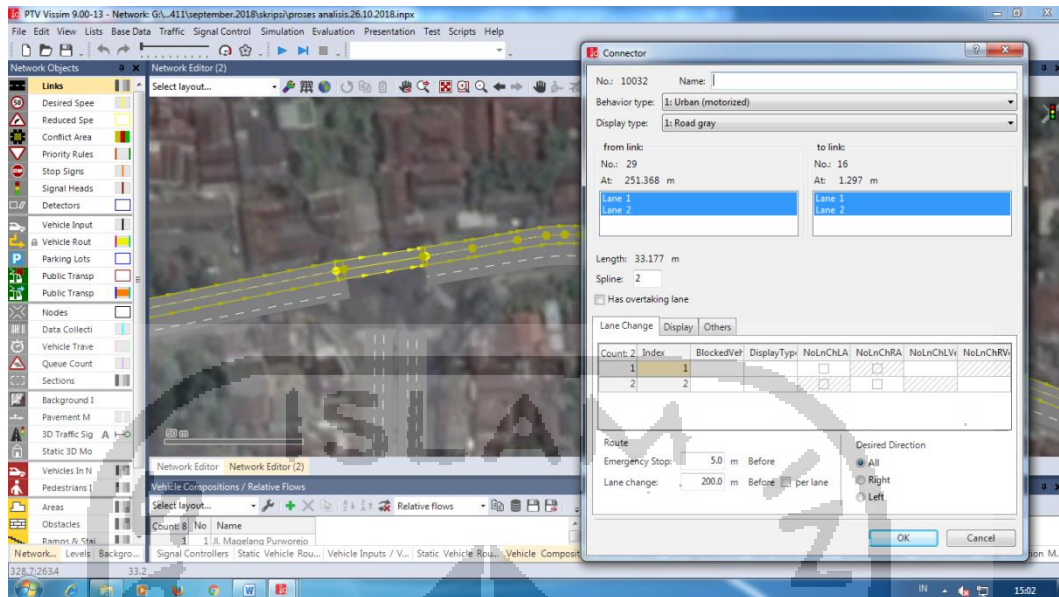
### 3. Pembuatan *Link*, *Connectors* dan *Pavement Marking*.

Setelah gambar lokasi dibuat dan disesuaikan dengan skala kenyataan, proses selanjutnya adalah pembuatan *link* atau lajur jalan pada simpang, pembuatan lajur sesuai dengan kenyataan beserta lebar masing-masing lajur. Proses pembuatan lajur dapat dilakukan di bagian *Network Object, Links*, dan tentukan lajur yang pertama kali akan dibuat dengan menekan tombol *ctrl* dan klik kanan *mouse*, seperti pada Gambar 5.19 sebagai berikut.



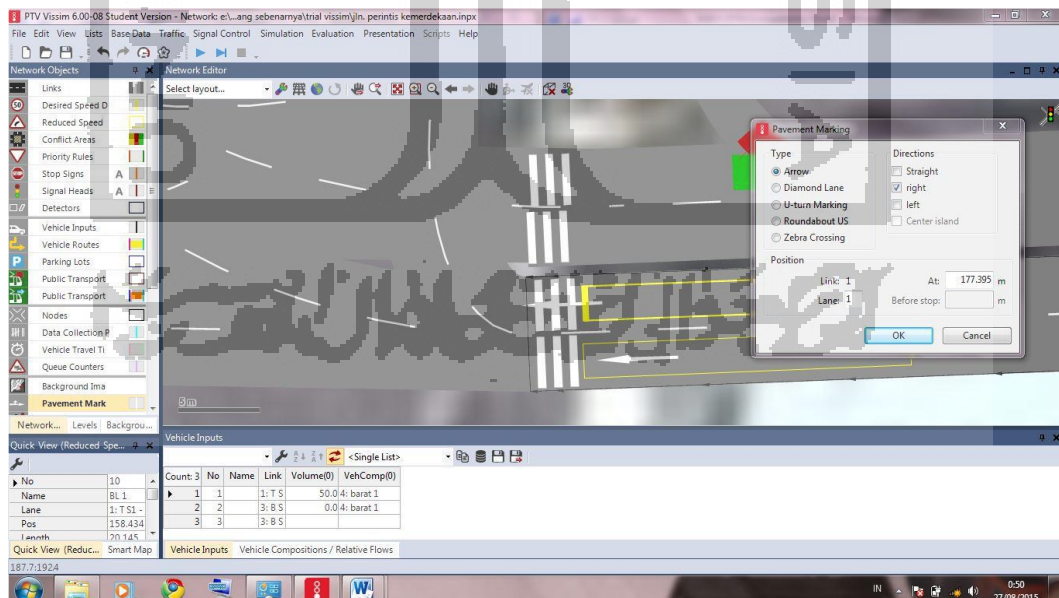
**Gambar 5.19 Pembuatan *Link***

Setelah *link* dibuat, maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan *connector* atau penghubung antar *link*, dalam penelitian ini *connector* berfungsi menghubungkan antar lajur kendaraan keluar sesuai arah. Pembuatan *connector* ketika di tikungan berdasarkan jari-jari yang sesuai dengan gambar *background*. Proses pembuatan *connector* sama dengan *link*, dengan cara menekan klik kanan *mouse* dari *link* ke *link* yang diinginkan. Pembuatan *connector* dapat dilihat pada Gambar 5.20 sebagai berikut.



**Gambar 5. 20 Pembuatan Connector**

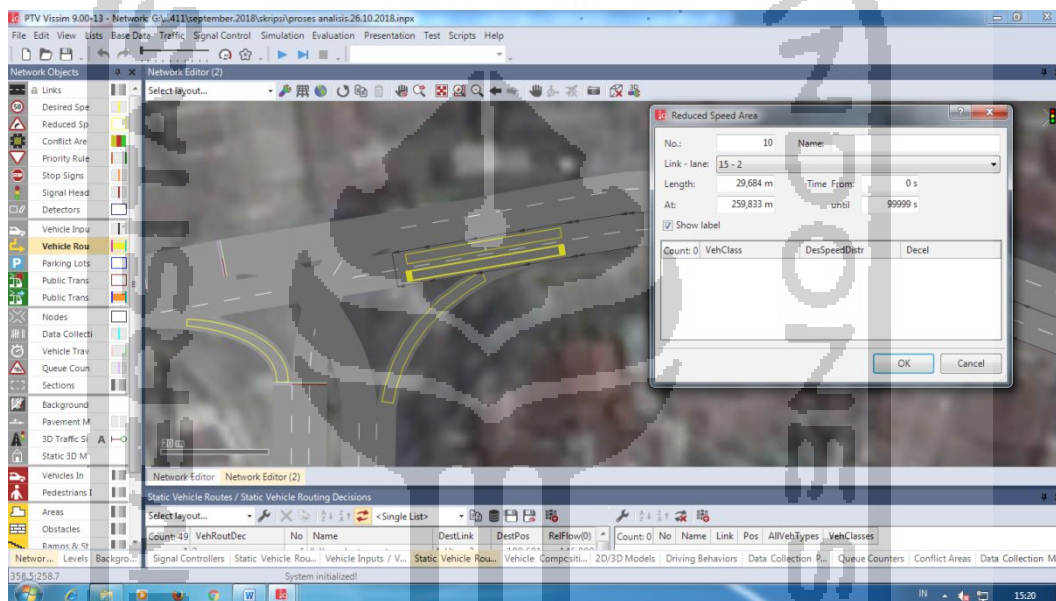
Setelah *link* dan *connector* selesai dibuat, maka dilanjutkan dengan *Pavement Marking*, yaitu suatu tanda tambahan yang diberikan di lajur agar dapat memberikan keterangan terhadap arah kendaraan, arah bundaran, *zebra cross*. Proses pembuatan *Pavement Marking* pada Gambar 5.21 yaitu di bagian *Network Object*, *Pavement Marking*, dan ditentukan bagian yang akan diberi objek.



**Gambar 5. 21 Pembuatan Pavement Marking**

#### 4. Pembuatan Area Pengurangan Kecepatan.

Pengurangan kecepatan atau *reduced speed* adalah kalibrasi yang berusaha menyerupai kenyataan pengemudi dalam berkendara di jalan. Saat kendaraan memasuki simpang, pengemudi akan memperlambat kendaraannya. Area pengurangan kecepatan terjadi pada jarak 20 meter dari mulut simpang, oleh karena itu kecepatan pada area pengurangan kecepatan berbeda dengan kecepatan kendaraan pada ruas jalan yaitu di *Menu Desire Speed*. Pembuatan area pengurangan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut ini.



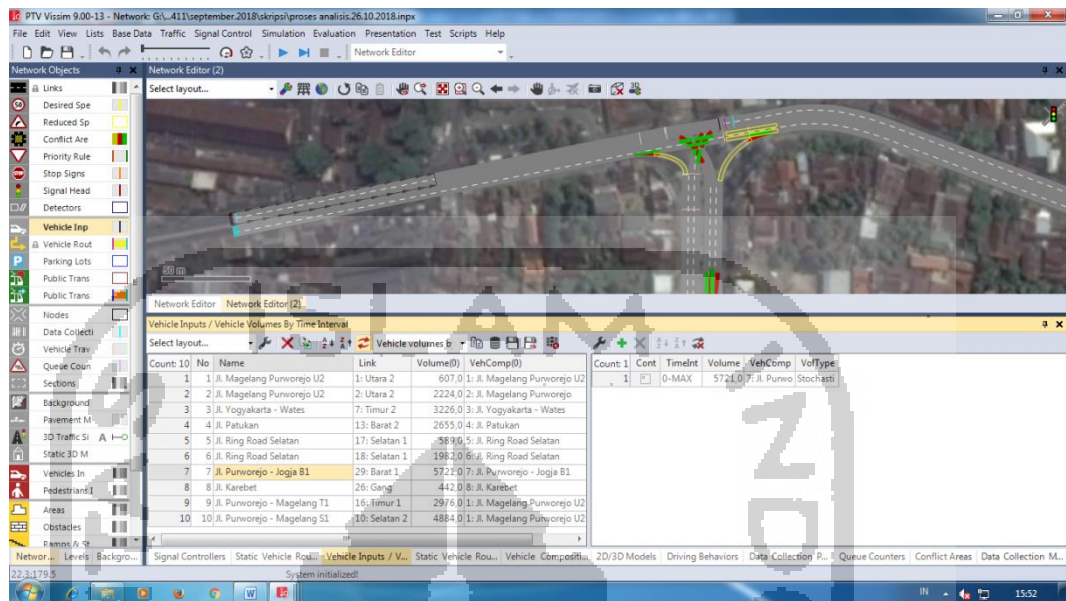
**Gambar 5. 22 Pembuatan Area Pengurangan Kecepatan**

#### 5. Input Volume Lalu Lintas dan Rute Lalu

Dalam proses pemasukan data, dibutuhkan data volume kendaraan selama jam puncak. Volume kendaraan yang dibagi menjadi 3 tipe kendaraan yaitu mobil penumpang (LV), truk (HV) dan sepeda motor (MC). Data volume kendaraan yang dibutuhkan adalah volume kendaraan tiap lengan simpang, persentase volume tiap tipe kendaraan di tiap-tiap lengan simpang, dan volume kendaraan yang keluar di tiap lengan simpang per masing-masing pergerakan arah.

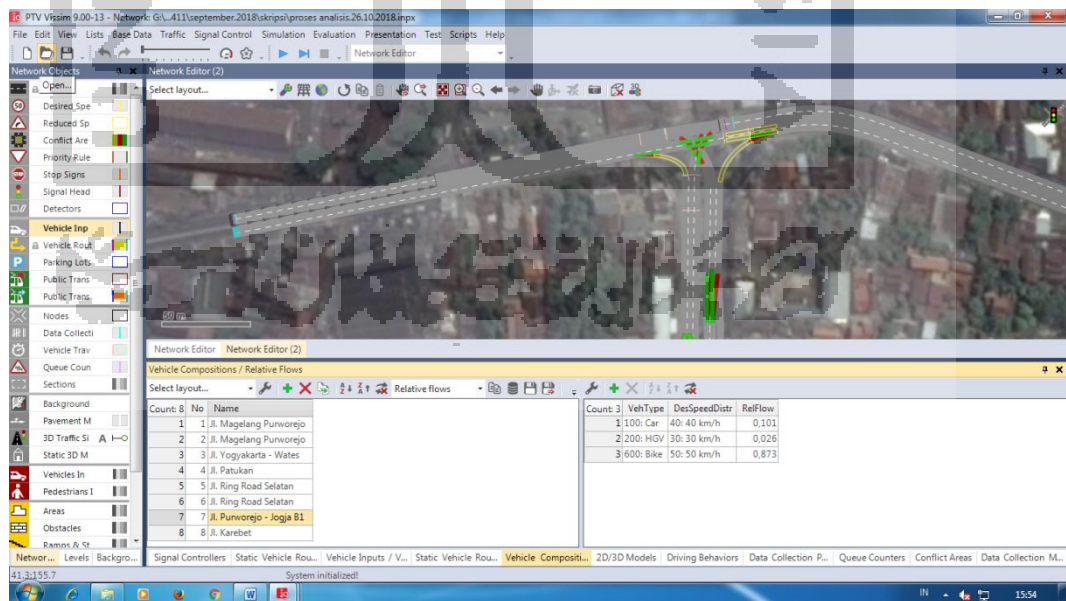
Untuk *input* volume yang pertama dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Input*, dan klik lengan yang memiliki volume. Volume yang dimasukkan berupa volume jam puncak yang terjadi pada tiap lengan simpang.

Proses input volume pada menu *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut ini.



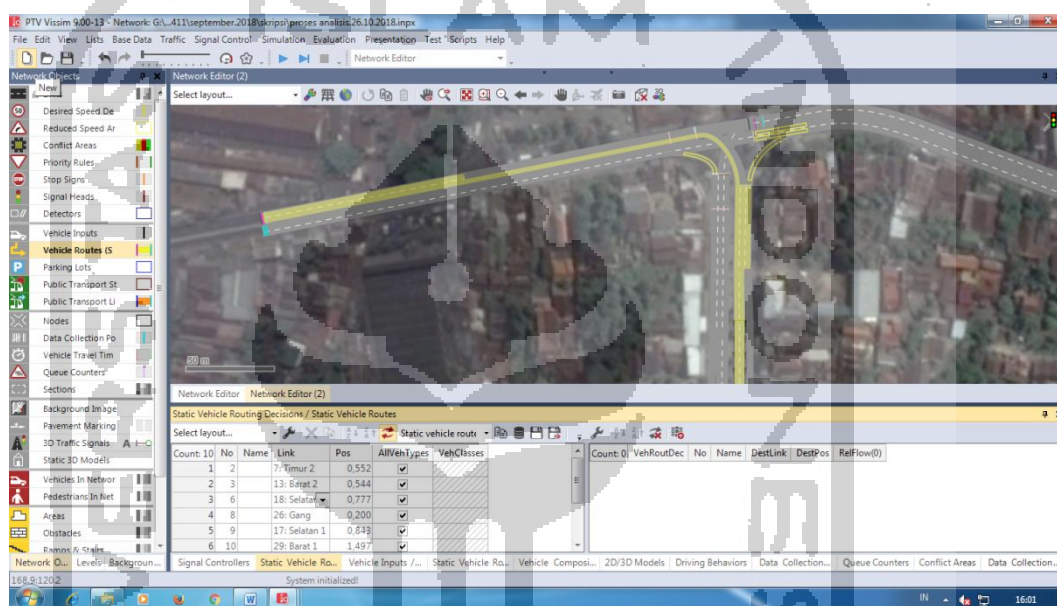
**Gambar 5. 23** Proses *Input Volume* pada Menu *Vehicle Input*

Proses input volume *Vehicle Composition* dapat dilakukan di bagian *Menu Bar, Traffic, Vehicle Composition*, dan ditambahkan volume per lengan sesuai data lapangan. Proses input volume *Vehicle Composition* dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut ini.



**Gambar 5. 24** Proses *Input Volume Vehicle Composition*

Proses *input* volume kendaraan per masing pergerakan arah dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Routes*, dengan cara mengklik bagian lajur yang telah diisi volume kemudian masukkan volume kendaraan tiap lengan per masing-masing pergerakan arah. Gambar proses input volume kendaraan per masing pergerakan arah dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut ini.

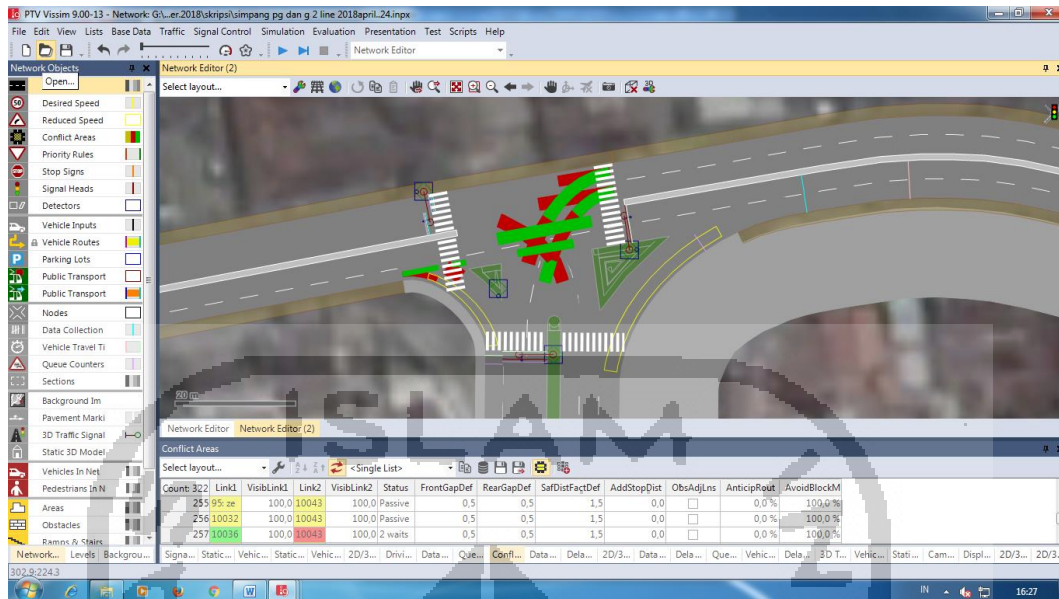


Gambar 5. 25 Tampilan Pengaturan *Vehicle Route*

## 6. *Input Conflict Area*

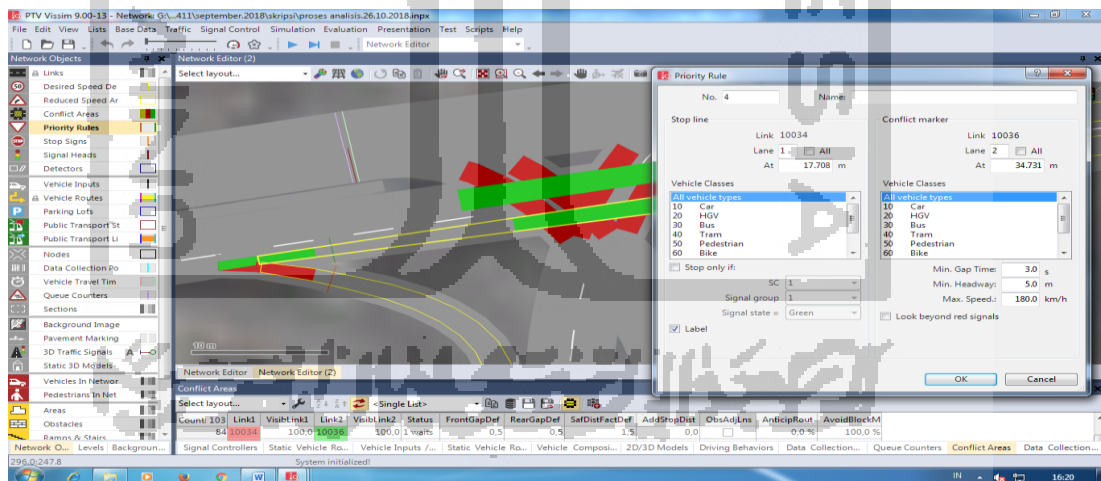
Area konflik yang mungkin terjadi pada simpang dapat dimodelkan oleh perangkat lunak *VISSIM*. Pemodelan area konflik pada simpang dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut ini.





**Gambar 5. 26 Pembuatan Area Konflik**

Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik yang dianalisis melalui perangkat lunak VISSIM. Area konflik dapat disesuaikan dengan yang terjadi di lapangan. Penyesuaian area konflik sesuai dengan yang terjadi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut ini.



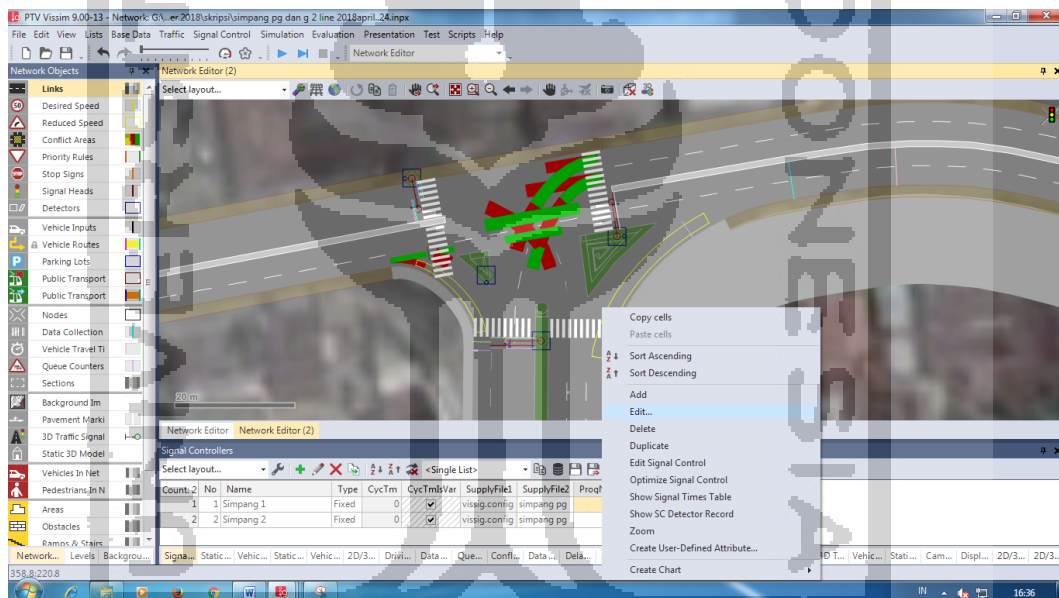
**Gambar 5. 27 Pembuatan *Priority Rules***

Konflik yang terjadi dapat diprioritaskan kendaraan yang akan maju terlebih dahulu dibanding kendaraan yang lewat sehingga tidak terjadinya tabrakan antar kendaraan. Khusus pada simpang bersinyal, secara teori, pengendara pada jalan mayor lebih diprioritaskan daripada kendaraan jalan

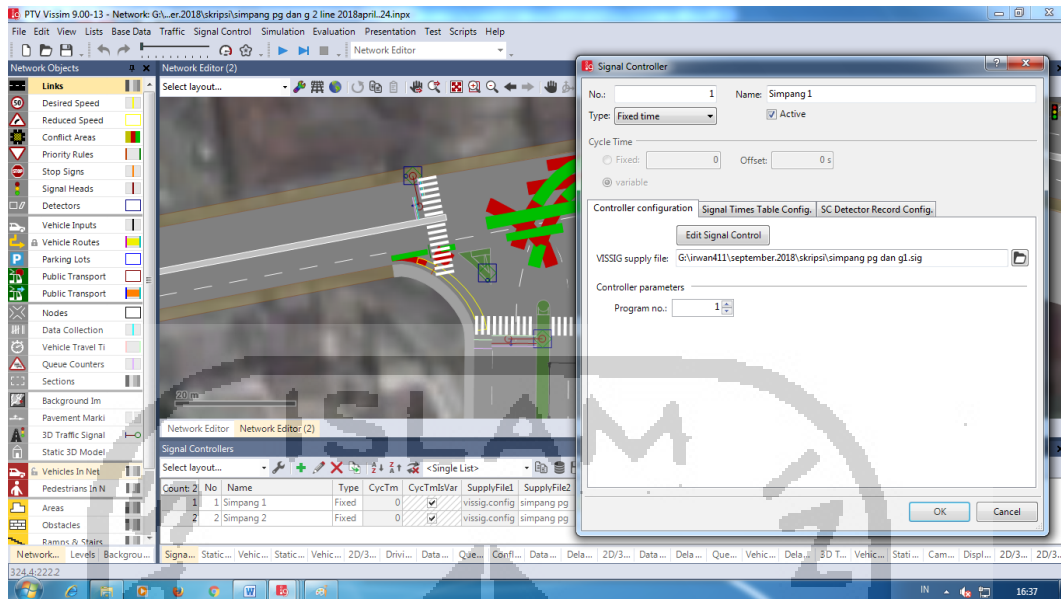
minor atau belok kiri langsung. Oleh karena itu, pada *VISSIM* dibuat kendaraan belok kiri langsung akan mendahului kendaraan yang masuk ke lengan di simpang. Warna hijau pada gambar menyatakan kendaraan yang didahulukan dan merah untuk kendaraan yang menunggu.

## 7. *Input* Sinyal Lalu Lintas

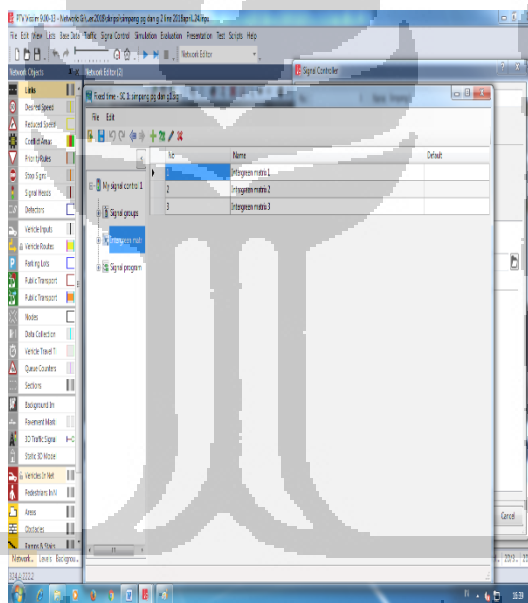
Untuk mengatur *Traffic Light* pada jaringan jalan sinyal lalu lintas dapat dimodelkan perangkat lunak *VISSIM* melalui menu *Signal Control*. Sebelum membuat *Signal Control* kita harus menyimpan data terlebih dahulu. Caranya dengan mengklik *Signal Groups* – Klik *Add* – Lalu klik simbol pensil (*Edit*). Proses pemodelan sinyal lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5.28 - Gambar 5.30 sebagai berikut.



**Gambar 5. 28 *Input* Fase Sinyal Lalu Lintas**

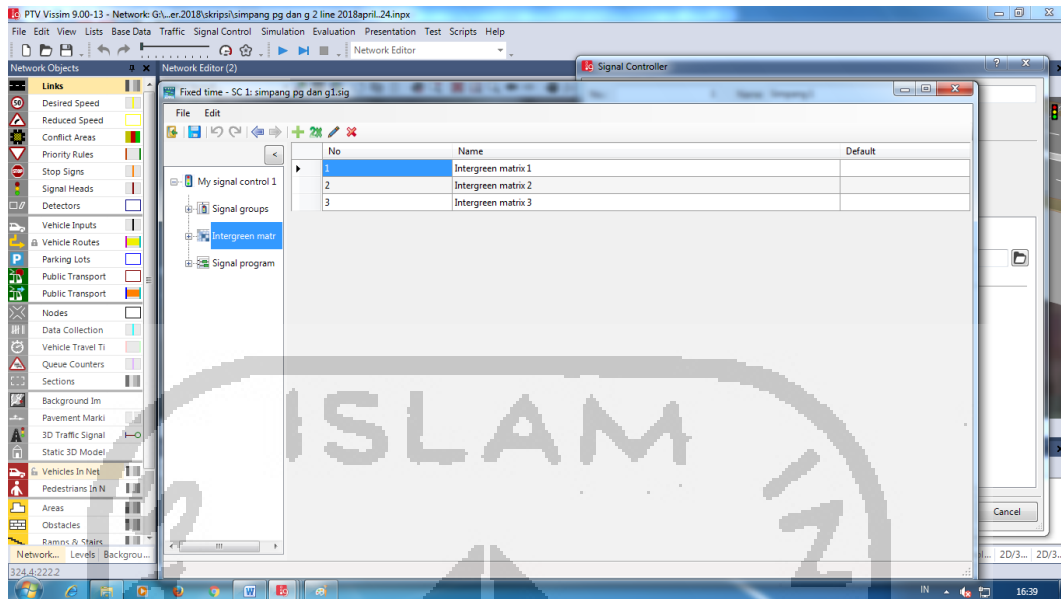


**Gambar 5. 29 Edit Signal Controll**

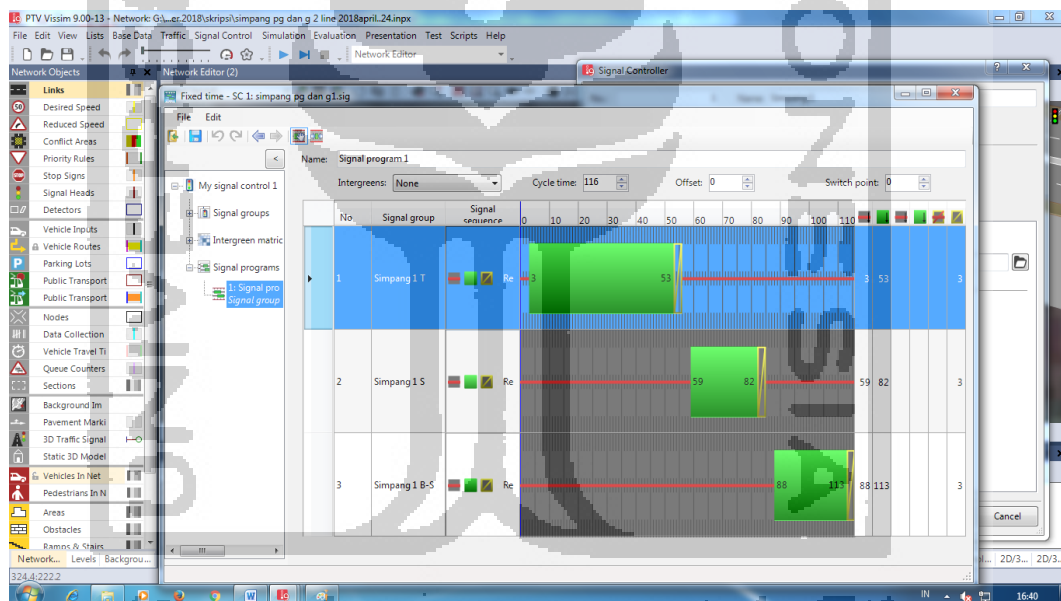


**Gambar 5. 30 Penamaan Signal Controll**

Setelah memberi penamaan *signal* yang telah sesuai dengan fase sinyal yang di lapangan, selanjutnya adalah memasukkan *intergreen matrix* pada setiap lengan serta memberi waktu durasi minimum untuk lampu merah, *all red*, hijau, serta kuning. Waktu siklus dapat dimodelkan secara terus menerus oleh perangkat lunak *VISSIM* yang dapat dilihat prosesnya pada Gambar 5.31 - Gambar 5.32 sebagai berikut.

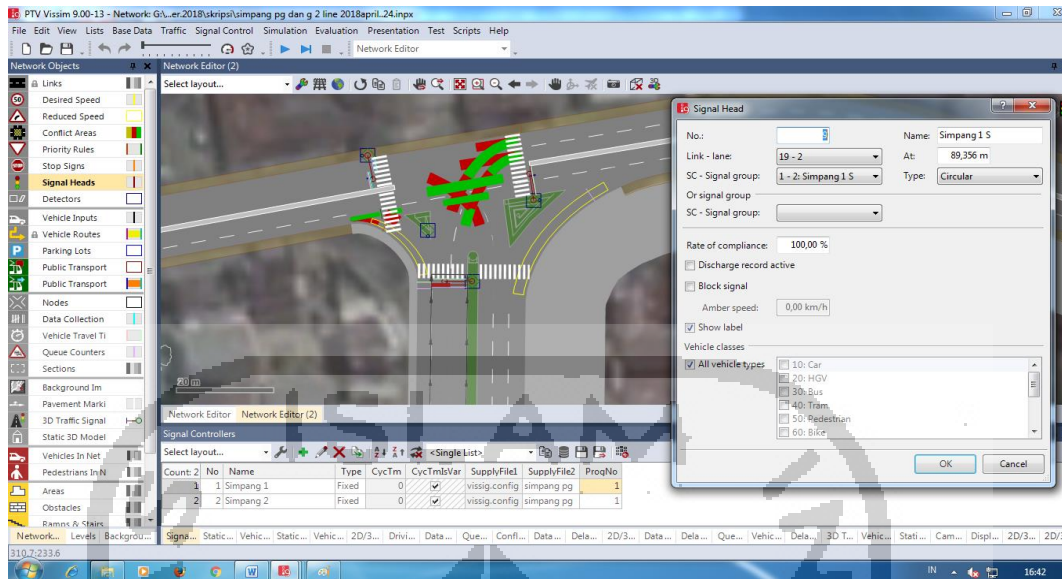


Gambar 5. 31 Penyesuaian *Intergreen Matrix*



Gambar 5. 32 *Input Waktu Siklus*

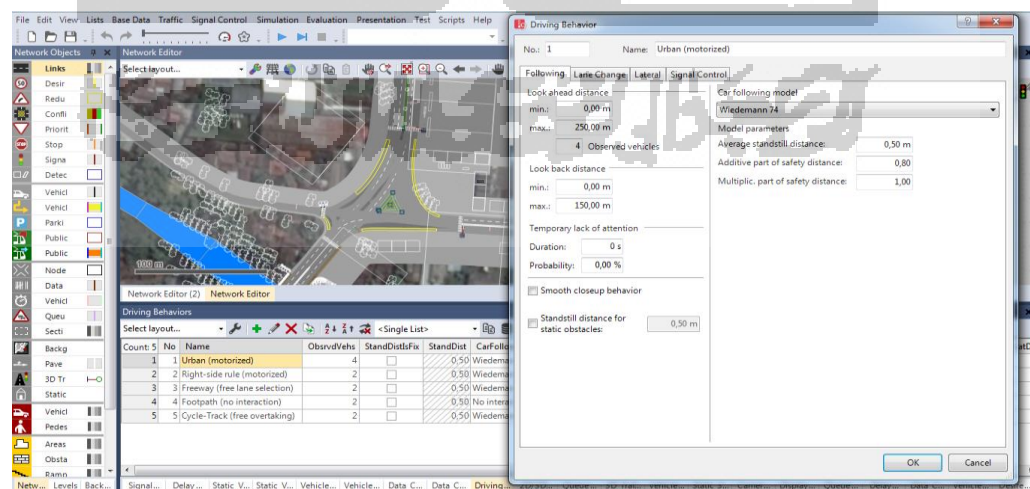
Fase sinyal dimodelkan dan disesuaikan berdasarkan kondisi eksisting lapangan. Langkah terakhir pada tahap ini dengan melakukan input waktu siklus. Sinyal lalu lintas yang sudah dibuat, diaplikasikan ke pemodelan simpang dengan melakukan input *Signal Head*. Proses *input* waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.33 berikut ini.



Gambar 5.33 Input Signal Head

## 8. Driving Behaviour

Perilaku mengemudi atau *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar hasil simulasi dapat mewakili kondisi di lapangan. Untuk melihat apakah *Driving Behaviour* harus dikalibrasi atau tidak maka pengaturan *Driving Behaviour* dibuat default terlebih dahulu. Parameter yang digunakan validasi pemodelan dengan kondisi lapangan adalah volume lalu lintas model sama dengan volume lalu lintas lapangan. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai dengan lapangan. Pengaturan *Driving Behaviour* dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut ini.



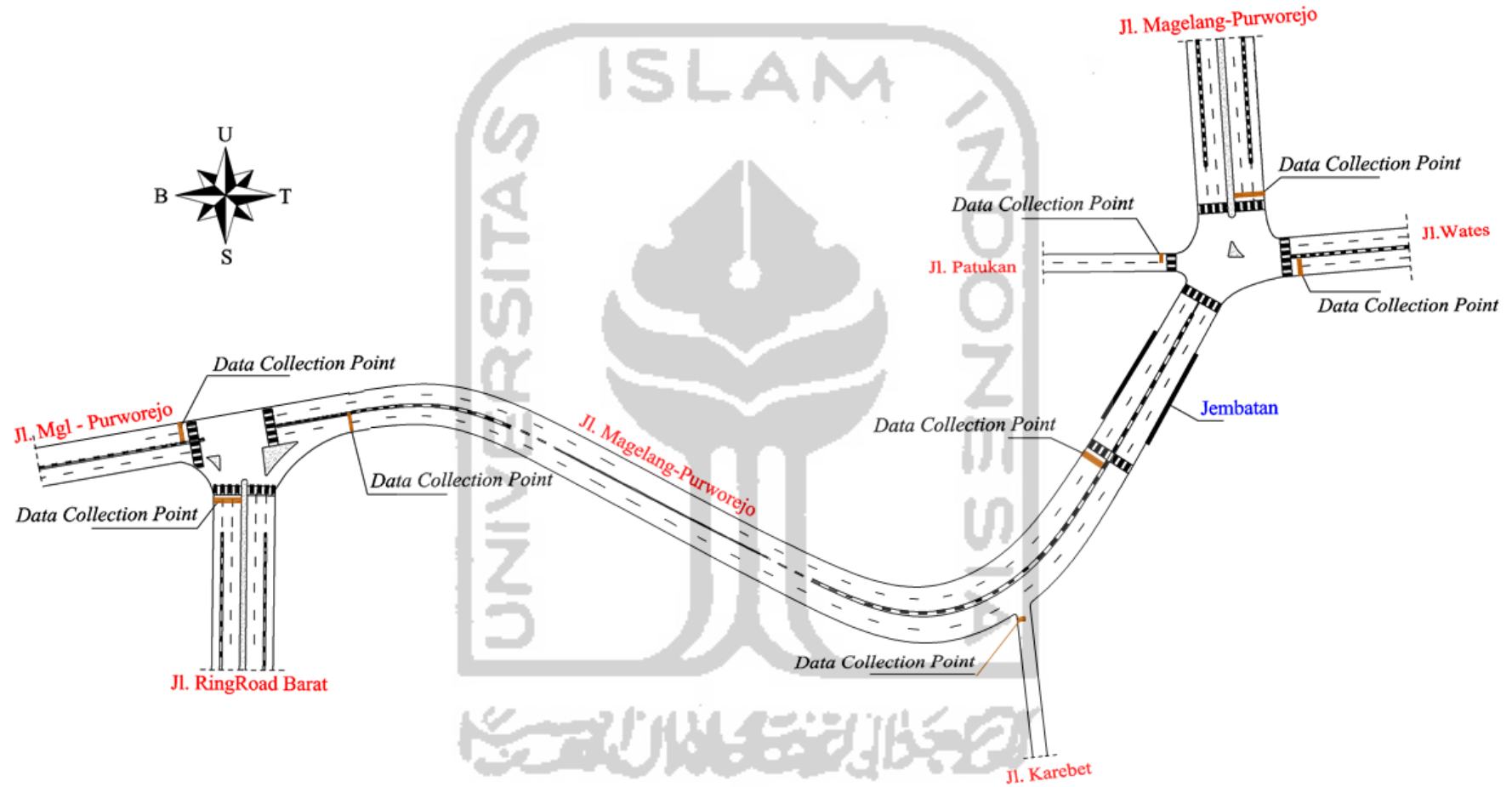
Gambar 5.34 Pengaturan Driving Behaviour

### 9. Evaluation

Evaluasi merupakan hasil akhir dari pemodelan *VISSIM* ini. Pada tahap ini ditempatkan *tools* seperti *Delay*, *Queue Counter* serta *Data Collection Point* pada *link* yang diinginkan, sehingga akan memunculkan nilai akhir seperti tundaan (*delay*), panjang antrian, kecepatan dan volume lalu lintas.

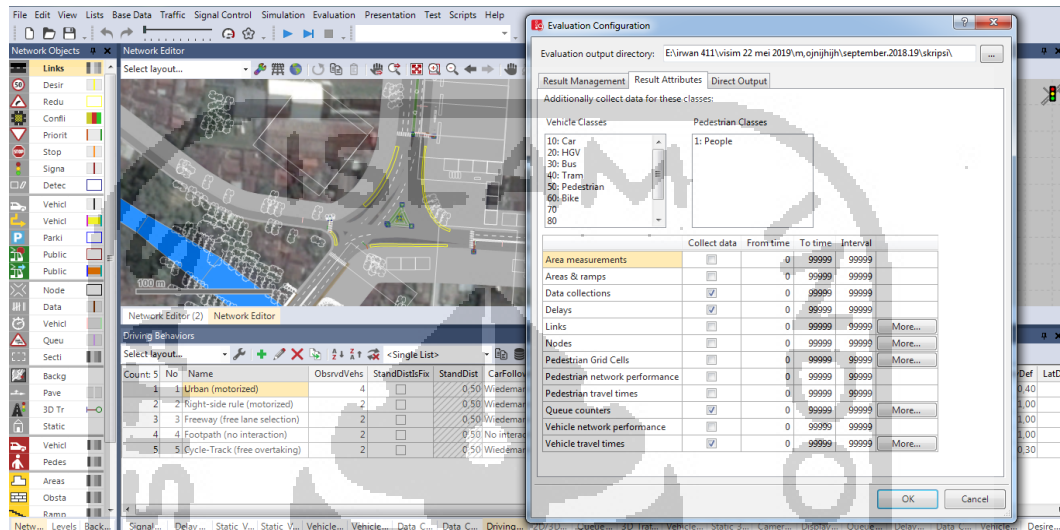
Pengaturan *data collection point* dilakukan dengan cara memilih menu *data collection point* pada *network objects*, kemudian menempatkan pada bagian tiap-tiap mulut simpang. Penempatan *data collection point* pada *VISSIM* dapat di lihat pada Gambar 5.35 sebagai berikut ini.





Gambar 5. 35 Peletakan *Data Collection Point*

Pengaturan *evaluation* dilakukan dengan cara memilih menu *evaluation*, memilih *evaluation configuration*. Pada tampilan *evaluation configuration* centang *data collection result*, *delays* dan *Queue Counter*. Pengaturan hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 5.36 berikut ini.



**Gambar 5. 36 Pengaturan Evaluation**

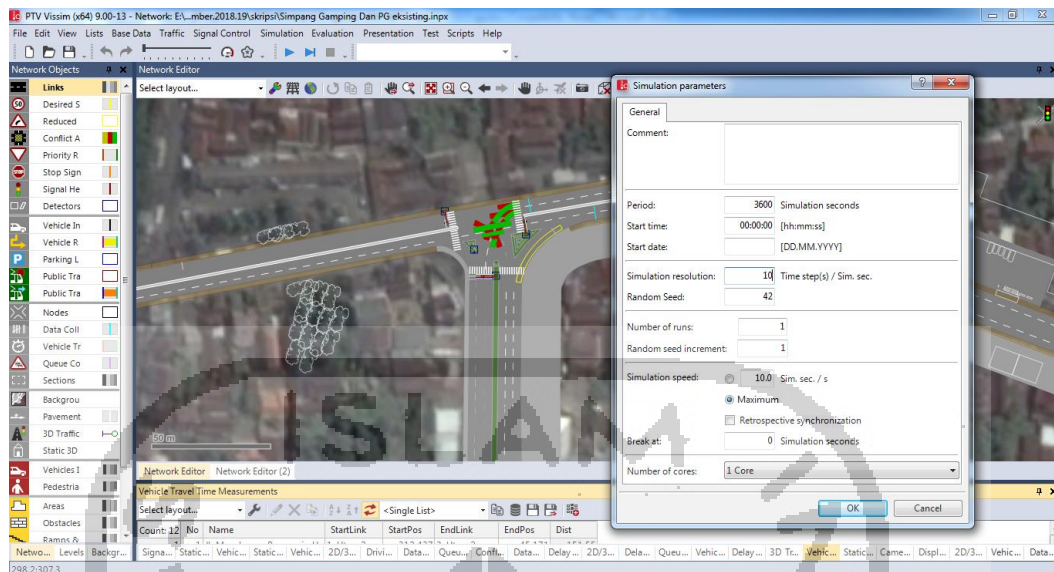
Hasil evaluasi yang dibutuhkan dari VISSIM adalah tundaan, panjang antrian, kecepatan dan volume kendaraan. Evaluasi ini dilakukan pada Simpang 1 dan Simpang 2.

## 10. Validasi

Validasi digunakan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume kendaraan yang keluar pada simulasi VISSIM.

Pengaturan validasi dilakukan dengan cara memilih menu *simulation*, memilih *parameters*. Untuk mengetahui volume *output* dari proses VISSIM diperlukan waktu untuk menunggu (*running*) selama 3600 detik. *Random seed* dilakukan 5 kali. Pengaturan validasi dapat dilihat pada Gambar 5.37 sebagai berikut ini.



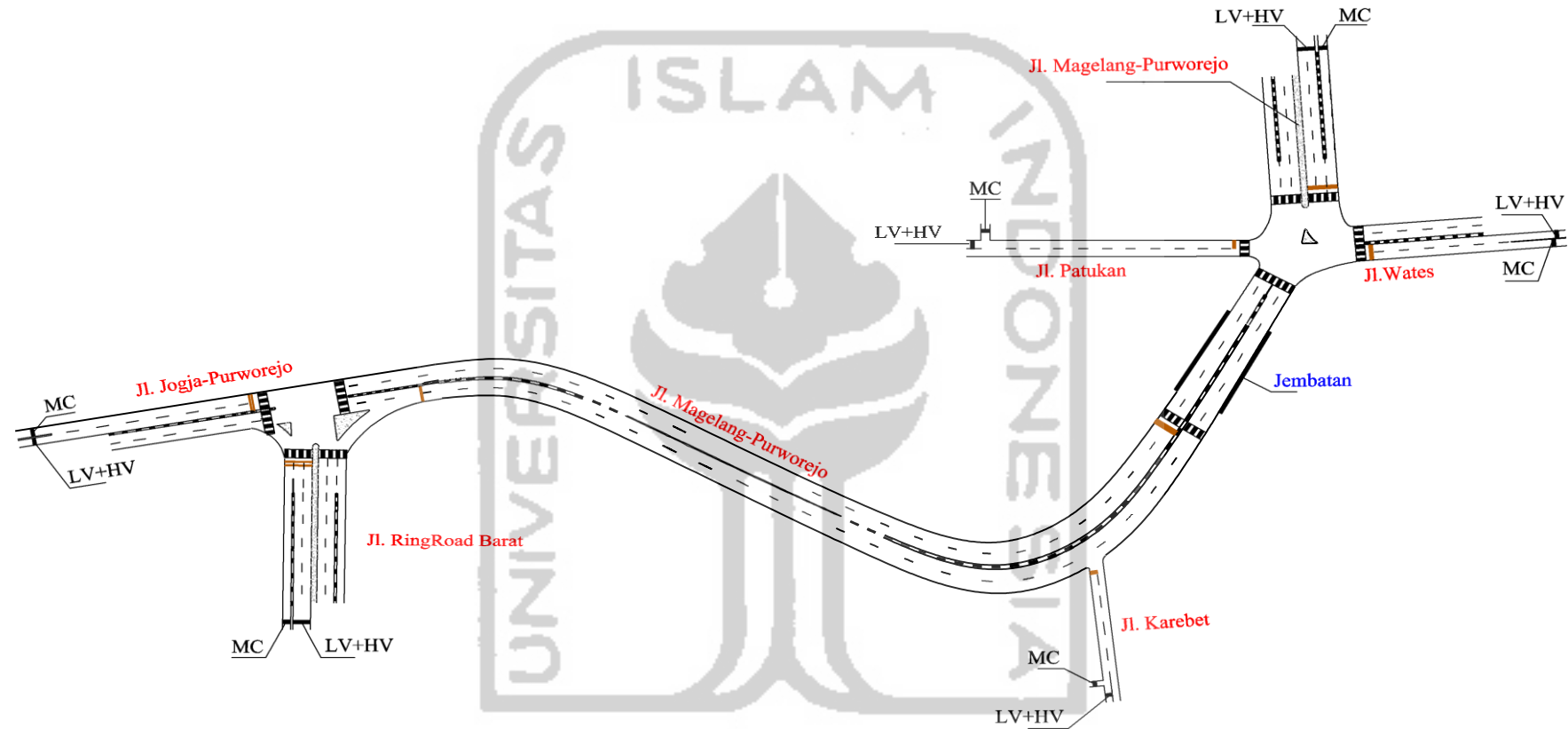


**Gambar 5. 37 Pengaturan Validasi**

Pada proses validasi sering kali mengalami kendala ketika melakukan *running*, kendala tersebut yaitu volume kendaraan pada eksisting dengan volume yang keluar pada saat *running* di *VISSIM* selisihnya melebihi toleransi dari rumus *GEH*. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk memperbaiki hal tersebut, di antaranya sebagai berikut.

a. Memisah Volume pada *Vehicle Input* Disetiap Lengan

Pada saat *Input* volume di setiap lengan, penginputan kendaraan dipisah antara kendaraan MC dengan LV+HV dikarenakan posisi yang berada di Jl. *Ring Road* Barat yang posisi kendaraan MC dengan LV + HV terpisahkan dengan median, supaya perilaku kendaraan sesuai dengan kondisi di lapangan. Pengaturan *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.38 sebagai berikut ini.



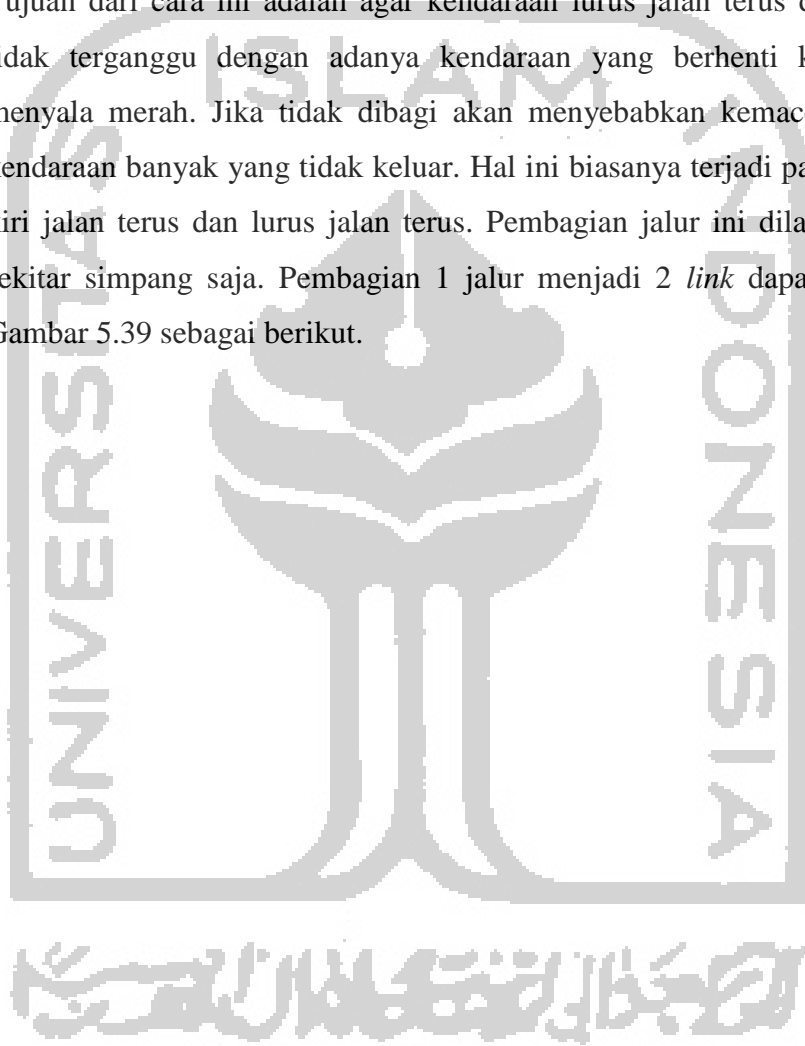
Gambar 5. 38 Peletakan Vehicle Input

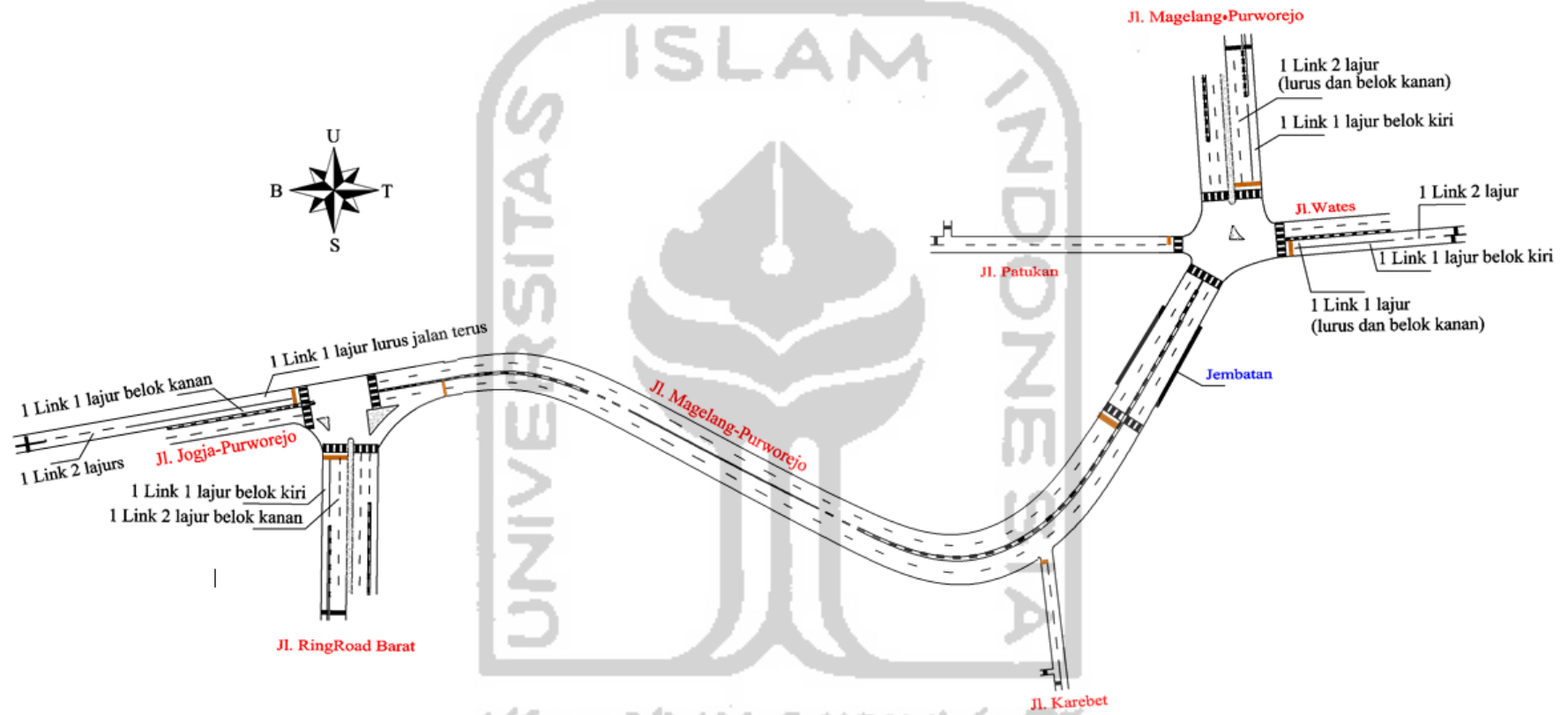
b. Penyesuaian *Link*

Pembuatan *Link* menyesuaikan disetiap lengannya, panjang *link* kurang lebih 500 m dari mulut simpang. Jika *link* terlalu panjang, maka ketika awal perhitungan *running* berjalan diawal waktu *DCP* akan menganggur karena menunggu kendaraan yang terlalu lama melewati *DCP* tersebut.

c. Membagi 1 Jalur Menjadi 2 *Link*

Tujuan dari cara ini adalah agar kendaraan lurus jalan terus dan ambil kiri tidak terganggu dengan adanya kendaraan yang berhenti ketika APILL menyala merah. Jika tidak dibagi akan menyebabkan kemacetan sehingga kendaraan banyak yang tidak keluar. Hal ini biasanya terjadi pada arah belok kiri jalan terus dan lurus jalan terus. Pembagian jalur ini dilakukan di titik sekitar simpang saja. Pembagian 1 jalur menjadi 2 *link* dapat dilihat pada Gambar 5.39 sebagai berikut.





Gambar 5. 39 Pembagian 1 Jalur Menjadi 2 Link

### 5.2.2 Hasil Evaluasi Menggunakan Software VISSIM

Untuk membuat pemodelan VISSIM yang dapat mewakili kondisi di lapangan maka diperlukan kalibrasi, yang dilakukan pada *Menu Driving Behaviour* yang masih di *setting* secara *default* oleh VISSIM. Komponen-komponen *Driving Behaviour* secara *default* memang diperuntukkan untuk kondisi perilaku mengemudi di Eropa, misalnya seperti jarak antar kendaraan yang mencapai 2 m dan kurangnya agresivitas pengemudi. Hal ini tentu berbeda dengan perilaku mengemudi di Indonesia yang cenderung jarak henti antar kendaraan yang rapat dan memiliki perilaku mengemudi dengan agresivitas tinggi. Komponen *Driving Behaviour* yang pertama di *setting* adalah perilaku *Car Following* atau jarak antar kendaraan. Apabila perilaku *Car Following* yang telah dikalibrasi masih terdapat perbedaan besar dengan lapangan, maka dilanjutkan ke komponen *Lateral* dengan mengganti *Desired Position at Free Flow* dari semula *Middle of Lane* menjadi *Any* untuk membuat perilaku mengemudi mempunyai agresivitas yang lebih tinggi. Komponen *Driving Behaviour* yang dirubah pada kalibrasi dalam dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.9 Tabel *Driving Behaviour* untuk kalibrasi**

Kalibrasi ke-	Parameter yang Diubah	Komponen yang diubah	Nilai	
			Default Vissim	Sesudah Kalibrasi
1.	<i>Car Following</i>	<i>Average Standstill Distance</i>	2 m	0,5 m
2.		<i>Additive Part of Safety Distance</i>	2 m	0,8 m
3.		<i>Multiplicative Part of Safety Distance</i>	3 m	1 m
4.	<i>Lateral</i>	<i>Desired Position at Free Flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>
5.		<i>Minimum Distance Standing</i>	1 m	0,5 m
6.		<i>Minimum Distance Driving</i>	1 m	0,8 m

Langkah kalibrasi yang pertama adalah dengan mengubah nilai *Average Standstill Distance* pada komponen *Car Following* atau jarak henti rata-rata antar kendaraan dari setting default 2 meter menjadi 0,5 meter, hal ini dikarenakan

mayoritas kendaraan yang ada di lokasi penelitian adalah sepeda motor yang memiliki jarak henti rapat.

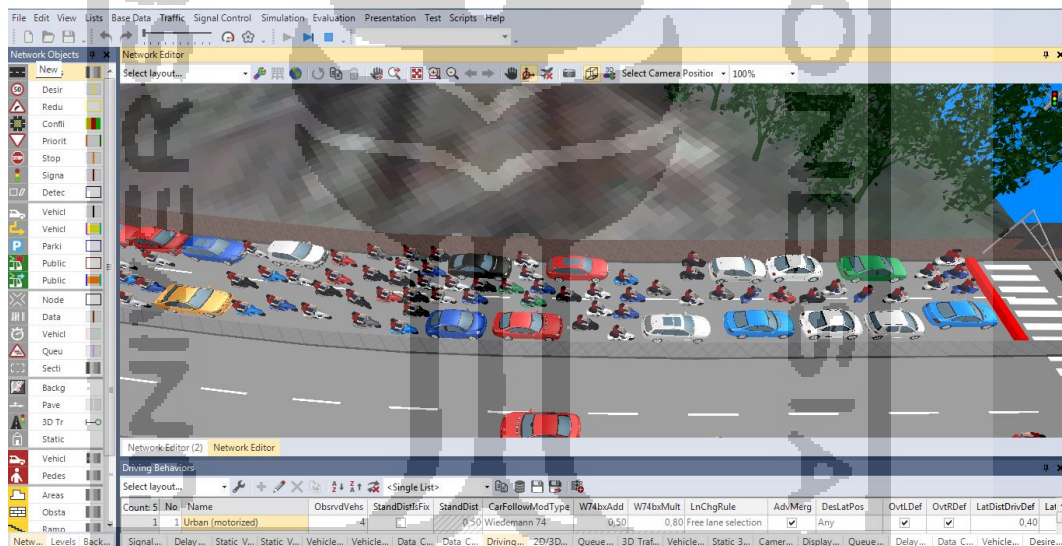
Kalibrasi yang kedua adalah dengan mengubah komponen *Additive Part of Safety Distance* yaitu nilai yang digunakan pada jarak aman antar kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 0,8 m. Kalibrasi yang ketiga dengan mengubah komponen *Multiplicative Part of Safety Distance* yaitu nilai kelipatan jarak aman dari pembuntutan kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 1-2 m, yang mana pada kalibrasi ketiga digunakan nilai 1 m. Pengubahan nilai pada komponen *Car Following* tidak dapat dilakukan lagi, karena apabila dirubah pada nilai yang rendah lagi pemodelan *VISSIM* tidak akan mewakili kondisi lapangan.

Kalibrasi selanjutnya dilakukan pada komponen *Lateral* dengan mengubah *Desired Position at Free Flow* menjadi *Any* dari yang semula *Middle of Lane* untuk meningkatkan agresivitas pengendara agar posisi kendaraan pada lajur menjadi bervariasi. Kalibrasi yang kelima dengan mengubah *Minimum Distance Standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berhenti menjadi 0,5 m. Kalibrasi yang keenam dengan mengubah *Minimum Distance Driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan pada saat bergerak menjadi 0,8 m. Pengaturan komponen *Lateral* bertujuan agar diperoleh jarak yang lebih rapat antara kendaraan yang berdampingan.

Secara visualisasi, hasil pemodelan simulasi sebelum dikalibrasi dan setelah dikalibrasi ditampilkan pada Gambar 5.40 dan Gambar 5.41. Proses kalibrasi mempengaruhi jumlah kendaraan yang keluar dan juga mempengaruhi panjangnya antrian seperti pada gambar-gambar tersebut.



**Gambar 5.40 Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi**



**Gambar 5.41 Setelah Proses Pengaturan Kalibrasi**

Setelah proses kalibrasi berakhir, validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume yang keluar dan volume yang di *input* ke dalam program VISSIM. Hasil validasi ditunjukkan dalam Tabel 5.10 berikut.

**Tabel 5. 50 Hasil Evaluasi Volume VISSIM Sesudah Kalibrasi**

Lokasi	Lengan	Volume Lapangan (Kend /Jam)	Volume Vissim (Kend/Jam)	GEH (%)	Keterangan
Simpang 1	Timur	3150	3135	0,275	OK
	Selatan	2571	2172	8,202	OK
	Barat	5721	5186	7,247	OK
Gang	Gang	442	440	0,095	OK
Simpang 2	Utara	2831	2647	3,508	OK
	Timur	3226	2817	7,437	OK
	Barat	2655	2318	6,758	OK
	Selatan	4884	4276	8,981	OK

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah kendaraan antara data yang diinput dengan data yang keluar namun tidak signifikan dan masih dapat ditoleransi dengan nilai selisih di bawah 10 %. Validasi yang kedua dilakukan dengan membandingkan data travel time lapangan dengan data travel time hasil evaluasi VISSIM. Hasil validasi kedua dengan parameter travel time ditunjukkan dalam Tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.61 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Eksisting**

Lokasi	Lengan	Veh Delay (all) (s)	Qlen (m)	Level of Services (LoS)
Simpang 1	Timur	42,724	28,146	B
	Selatan	53,664	164,816	E
	Barat	21,825	297,730	C
Simpang 2	Utara	42,294	116,326	E
	Timur	33,688	254,794	D
	Barat	63,383	397,208	F
	Selatan	374,333	402,834	C



**Tabel 5.72 Nilai Tundaan, Kecepatan dan Panjang Antrian Untuk Antar Simpang Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Eksisting**

Rute	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1 ke Simpang 2	374,333	25,169	402,834	F
Simpang 2 ke Simpang 1	42,724	43,354	28,146	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Timur panjang antrian sebesar 28,146 m, Selatan 164,816 m dan Barat 297,730 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu lengan Timur 42,168 detik (simpang 2 ke simpang 1) , Selatan 53,664 detik, dan Barat 21,825 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 116,326 m, Timur 254,794 m, Barat 397,208 m dan Selatan 402,834 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 2 yaitu arah Utara 42,294 detik, Selatan 374,333 detik (simpang 1 ke simpang 2), Timur 33,688 detik, dan Barat 63,383 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu B, Selatan yaitu F, dan Barat yaitu B. Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu E, Timur yaitu D, Selatan yaitu C, Barat F.

### 5.3 Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang

Dalam tahap perancangan koordinasi sinyal antar simpang bersinyal, sebelumnya dilakukan analisis koordinasi sinyal antar simpang bersinyal pada kondisi eksisting. Setelah itu, dilakukan *trial* waktu siklus pada perancangan koordinasi sinyal antar simpang serta alternatif lainnya.

#### 5.3.1 Alternatif Pemecahan 1

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari *VISSIM* pada arah

simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam, dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 1 ke Simpang 2 dan dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan}$

$$t_1 = (0,55 \text{ km} : 25,169 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 78,668 \text{ detik}$$

$$t_2 = (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 45,671 \text{ detik}$$

dengan :

$t_1 = \text{Waktu tempuh Simpang 1 ke Simpang 2}$

$t_2 = \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.

Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 39 detik
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 65 detik dan
- c. fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 42 detik.

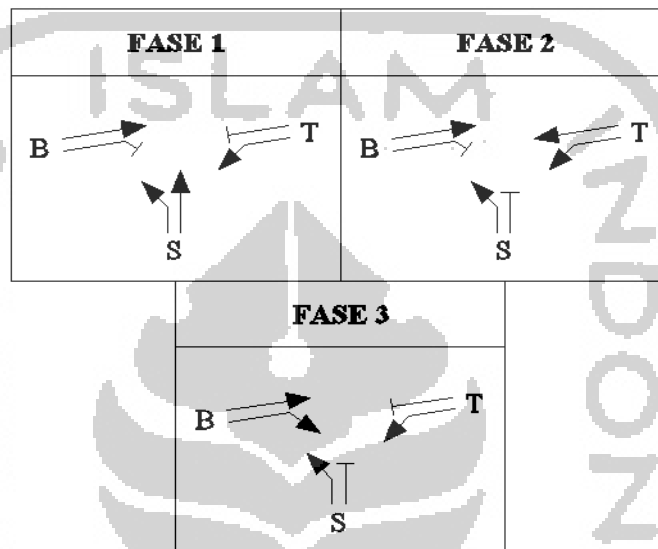
Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara, waktu hijau 27 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 27 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 30 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 56 detik.

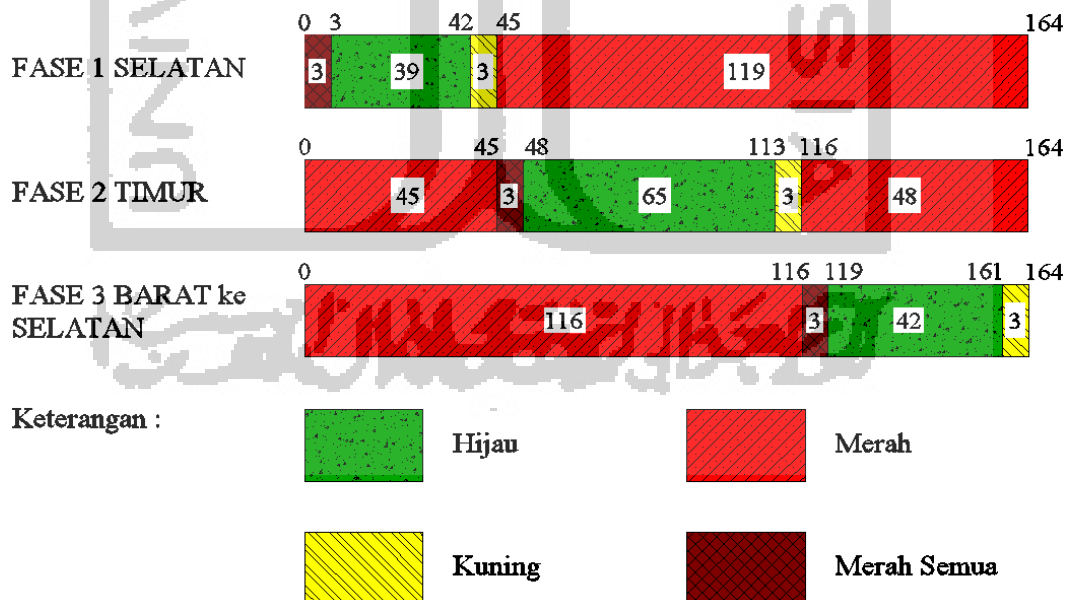
Berikut ini adalah data waktu siklus serta gambar fase dapat dilihat pada Tabel 5.13- Tabel 5.14 dan Gambar 5.42 – Gambar 5.45 sebagai berikut.

Tabel 5. 83 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
S	39	3	119	3	164
T	65	3	93	3	164
B ke S	42	3	116	3	164



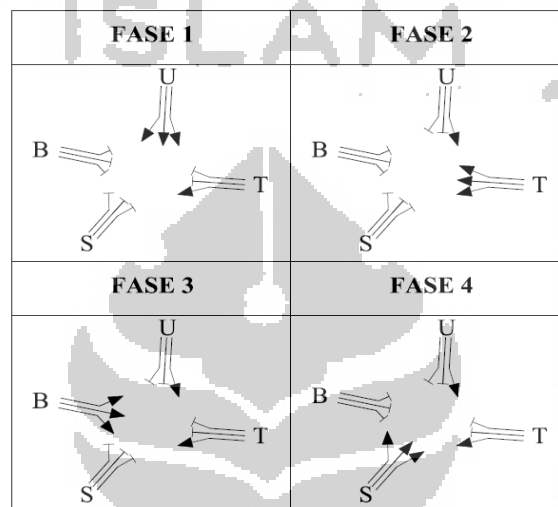
Gambar 5.42 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 1



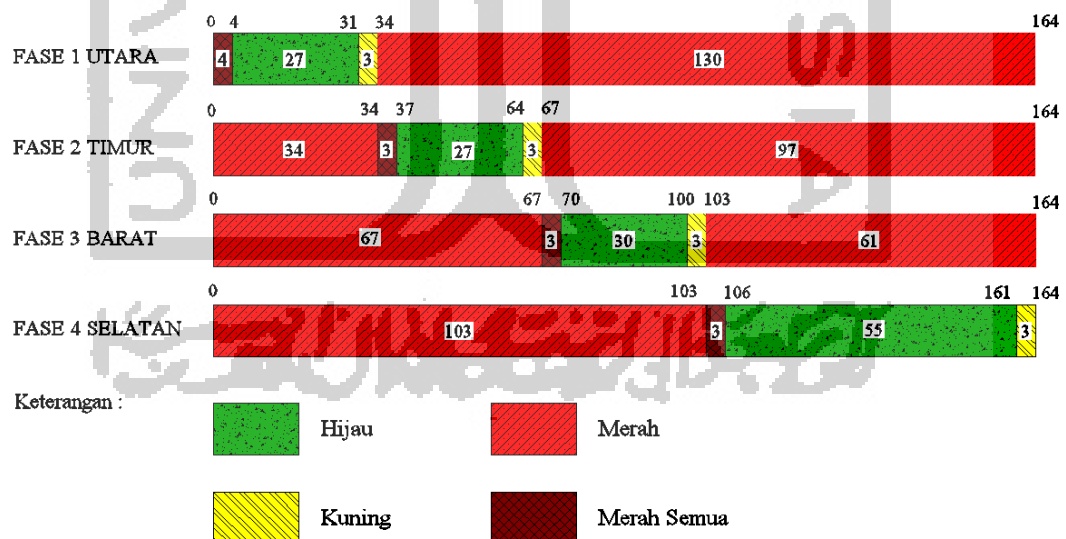
Gambar 5.43 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Tabel 5. 94 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	27	3	113	3	164
Timur	27	3	113	3	
Barat	30	3	110	3	
Selatan	55	3	84	4	



Gambar 5. 354 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 2

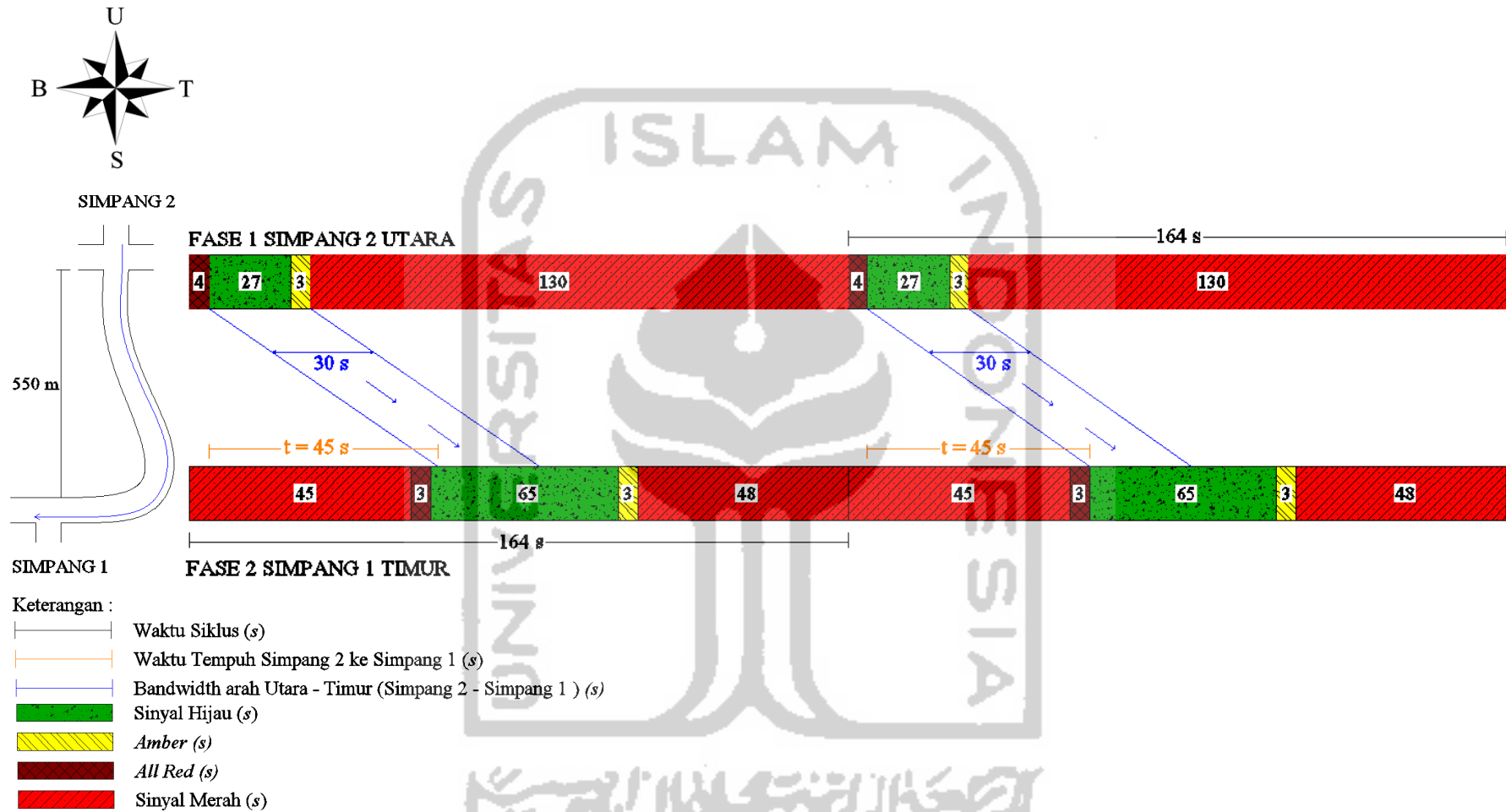


Gambar 5.45 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi sama dengan besarnya *bandwidth* kondisi eksisting yaitu sebesar 30 detik untuk

arah Utara 2 ke Timur 1 dan untuk Barat 1 ke Selatan 2 (rute Simpang 1–Simpang 2) di karenakan jalan terus tidak terkena waktu signal tidak perlu di koordinasikan. Waktu siklus yang digunakan pada simpang 1 adalah sebesar 164 detik dan simpang 2 sebesar 164 detik yang merupakan waktu siklus *trial*. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.46 sebagai berikut.





Gambar 5. 366 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 1 Simpang 2 – Simpang 1

Dari alternatif pertama didapatkan hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan Kecepatan pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 sebagai berikut.

**Tabel 5. 15 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Alternatif 1**

Lokasi	Lengan	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1	Timur	49,790	44,910	E
	Selatan	56,440	142,700	E
	Barat	18,360	121,760	C
Simpang 2	Utara	39,550	132,100	D
	Timur	41,240	262,270	E
	Barat	61,180	390,950	F
	Selatan	346,580	401,320	F

**Tabel 5. 106 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1**

Rute	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1 ke Simpang 2	346,580	24,180	401,320	F
Simpang 2 ke Simpang 1	49,790	42,340	44,910	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Timur sebesar 44,910 m, Selatan 142,700 m dan Barat ke selatan 121,760 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu arah Timur 49,79 detik, Selatan 56,440 detik, dan 18,360 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 132,100 m, Timur 262,270 m, Barat 390,950 m dan Selatan 401,320 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 2 yaitu arah Utara 39,550 detik, Timur 41,240 detik, Barat 61,18 detik, dan Selatan 346,580 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu E, Selatan yaitu E, dan Barat yaitu C.

Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu D, Timur yaitu E, Barat yaitu F, Selatan yaitu F.

Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Barat Simpang 1 menuju ke lengan Selatan Simpang 2 sebesar 24,180 km/jam dengan tingkat pelayanan F, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Utara Simpang 2 menuju ke lengan Timur Simpang 1 sebesar 42,340 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

### 5.3.2 Alternatif Pemecahan 2

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang kedua dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi dan larangan belok kanan dari lengan Utara ke Barat pada simpang 2. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari *VISSIM* pada arah simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam, dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 1 ke Simpang 2 dan dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan}$$

$$t_1 = (0,55 \text{ km} : 25,169 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 78,668 \text{ detik}$$

$$t_2 = (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 45,671 \text{ detik}$$

dengan :

$$t_1 = \text{Waktu tempuh Simpang 1 ke Simpang 2}$$

$$t_2 = \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.



Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 37 detik
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 63 detik dan
- c. fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 40 detik.

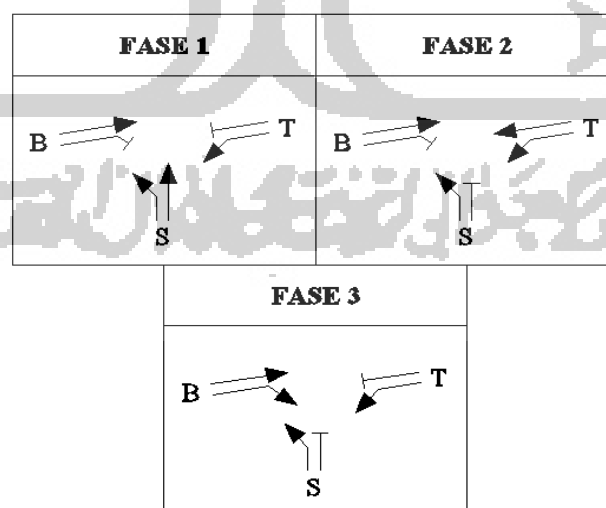
Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara bergerak bersamaan dengan lengan Selatan ambil kiri dan lurus, waktu hijau 28 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 19 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 40 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 47 detik.

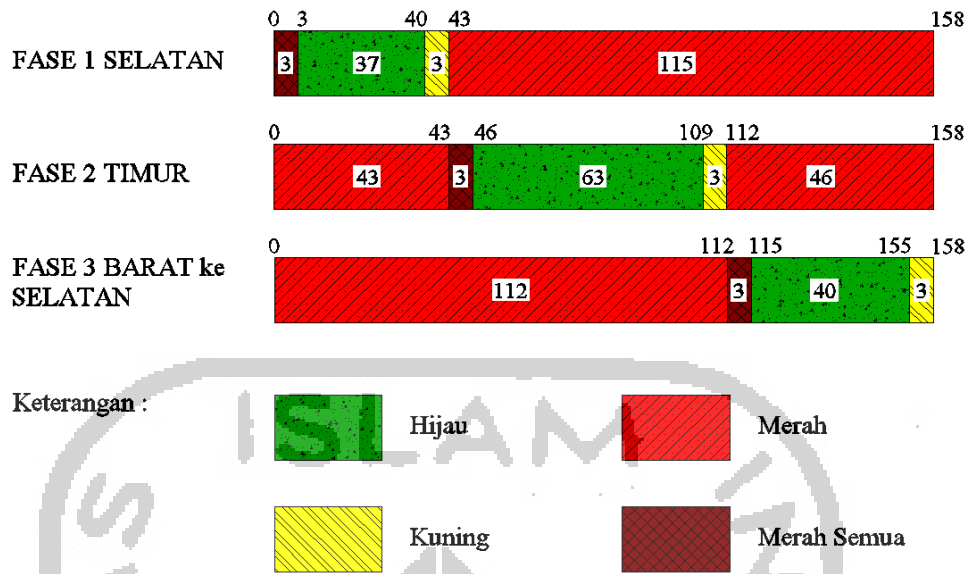
Berikut ini adalah data waktu siklus serta gambar fase dapat dilihat pada Tabel 5.17- Tabel 5.18 dan Gambar 5.47 – Gambar 5.50 sebagai berikut.

**Tabel 5. 117 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Simpang 1**

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
S	37	3	115	3	158
T	63	3	89	3	158
B ke S	40	3	116	3	158



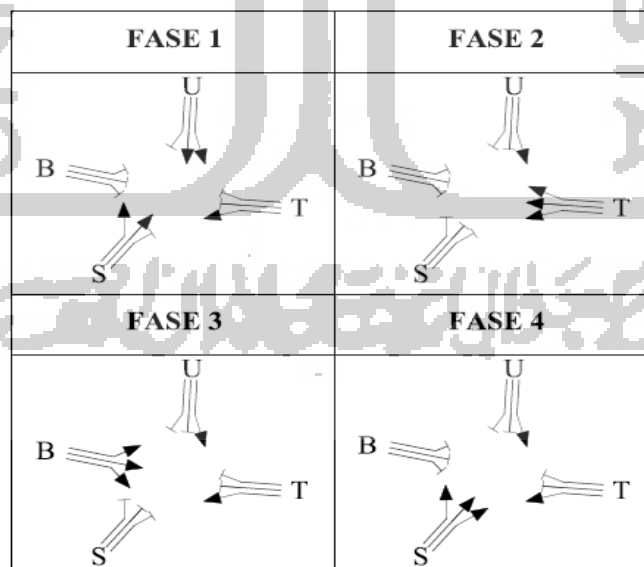
**Gambar 5. 377 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 1**



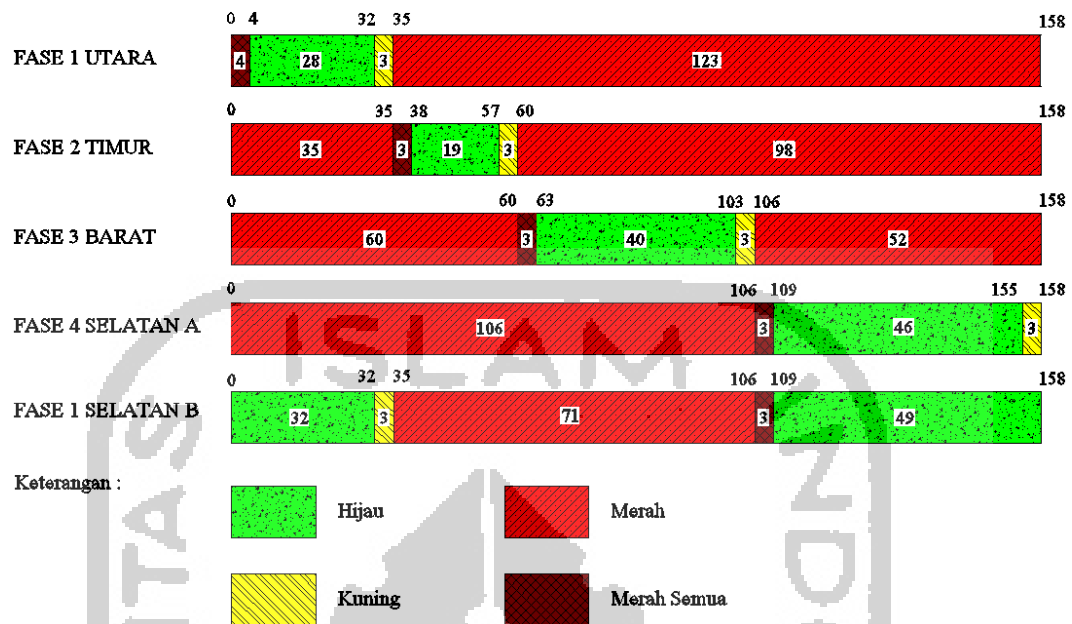
Gambar 5. 48 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Tabel 5. 128 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	28	3	124	3	158
Timur	19	3	133	3	
Barat	40	3	112	3	
Selatan	46	3	105	4	

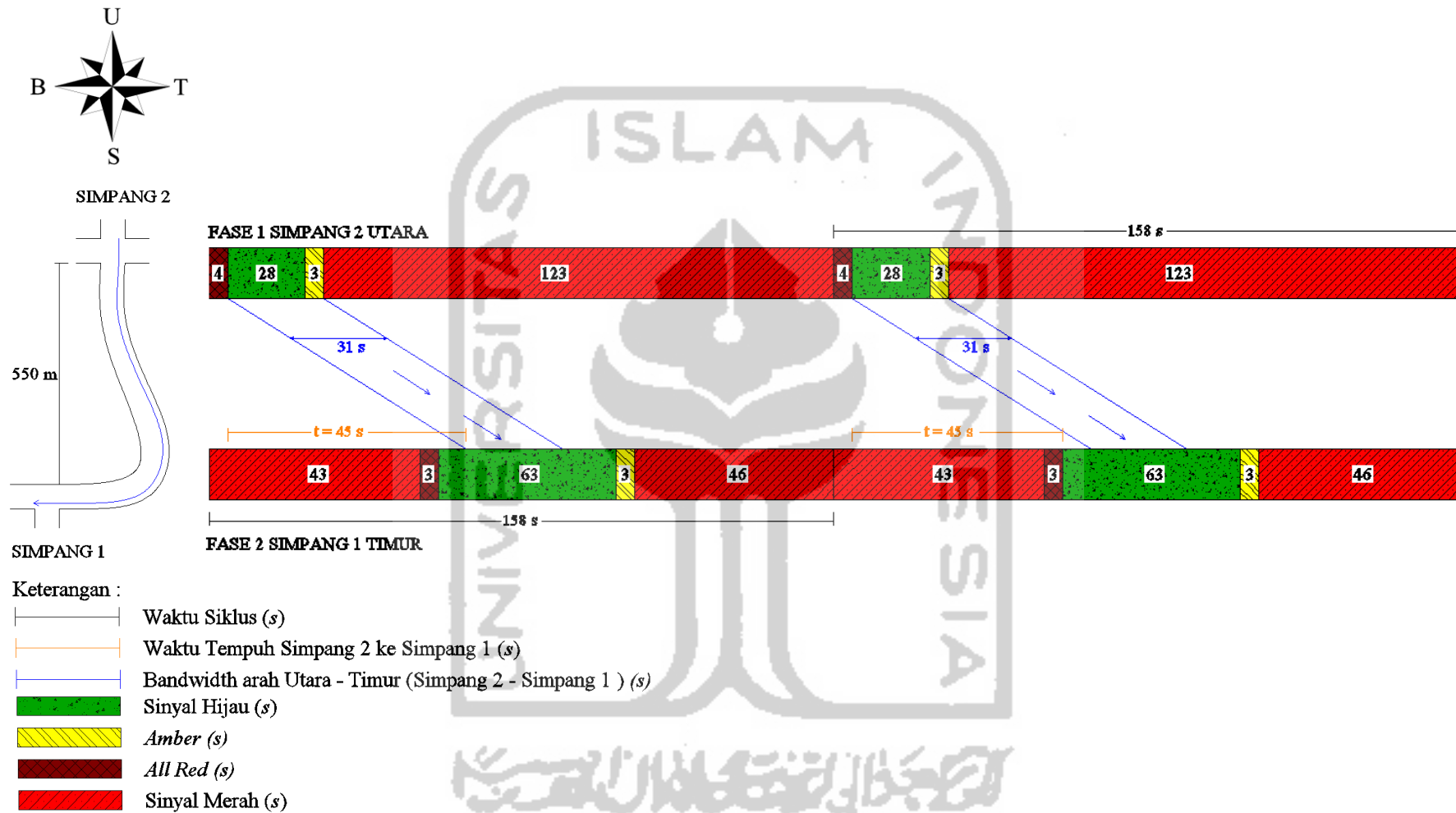


Gambar 5. 389 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 2



**Gambar 5. 50 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2**

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi sebesar 31 detik untuk arah Utara 2 ke Timur 1 dan untuk Barat 1 ke Selatan 2 (rute Simpang 1–Simpang 2) di karenakan jalan terus tidak terkena waktu signal tidak perlu di koordinasikan. Waktu siklus yang digunakan pada simpang 1 adalah sebesar 158 detik dan simpang 2 sebesar 158 detik yang merupakan waktu siklus di lapangan. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5.51 sebagai berikut.



**Gambar 5. 391 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 2 Simpang 2 – Simpang 1**

Dari alternatif pertama didapatkan hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan Kecepatan dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 sebagai berikut.

**Tabel 5. 19 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Alternatif 2**

Lokasi	Lengan	<i>Veh Delay</i> ( <i>all</i> ) (s)	<i>Qlen</i> (m)	<i>Level of Services</i> ( <i>LoS</i> )
Simpang 1	Timur	26,003	20,168	D
	Selatan	45,096	135,958	E
	Barat	15,603	148,796	C
Simpang 2	Utara	40,293	125,624	E
	Timur	46,104	266,658	E
	Barat	42,282	379,285	E
	Selatan	104,961	219,901	F

**Tabel 5.20 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2**

Rute	<i>Veh Delay</i> ( <i>all</i> ) (s)	<i>Speed</i> <i>Avg. Arith</i> ( <i>All</i> )	<i>Qlen</i> (m)	<i>Level of Services</i> ( <i>LoS</i> )
Simpang 1 ke Simpang 2	104,961	33,777	219,901	E
Simpang 2 ke Simpang 1	26,003	43,194	20,168	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Selatan sebesar 135,958 m, timur 20,168 m dan Barat ke selatan 148,796 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu arah Timur 26,003 detik, Selatan 45,096 detik, dan 15,603 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 125,624 m, Timur 266,658 m, Barat 379,285 m dan Selatan 219,901 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada periode jam puncak dari Simpang 2 yaitu lengan Utara 40,293 detik, Timur 46,106 detik, Barat 42,282 detik, dan Selatan 104,961 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu D, Selatan yaitu E, dan Barat yaitu C.

Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu E, Timur yaitu E, Barat yaitu E, Selatan yaitu F.

Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Barat Simpang 1 menuju ke lengan Selatan Simpang 2 sebesar 33,777 km/jam dengan tingkat pelayanan E, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Utara Simpang 2 menuju ke lengan Timur Simpang 1 sebesar 43,194 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

#### 5.4 Pembahasan Kinerja Perancangan Koordinasi

Kinerja yang direncanakan adalah kinerja kedua simpang, terlebih yang terdapat pada arus utama ( jl. Magelang – Purworejo ) dari Barat Simpang 1 – Selatan Simpang 2 dan dari Utara Simpang 2 – Timur Simpang 1. Berikut ini rekapitulasi nilai tundaan, panjang antrian dan kecepatan.

##### 5.4.1 Perbandingan Panjang Antrian (*Qlen*) Hasil Koordinasi Antara Simpang

Berikut ini adalah perbandingan hasil rekapitulasi panjang antrian kondisi ekisting dengan perancangan koordinasi sinyal kedua simpang tersebut dapat di lihat pada Tabel 5.21 sebagai berikut .

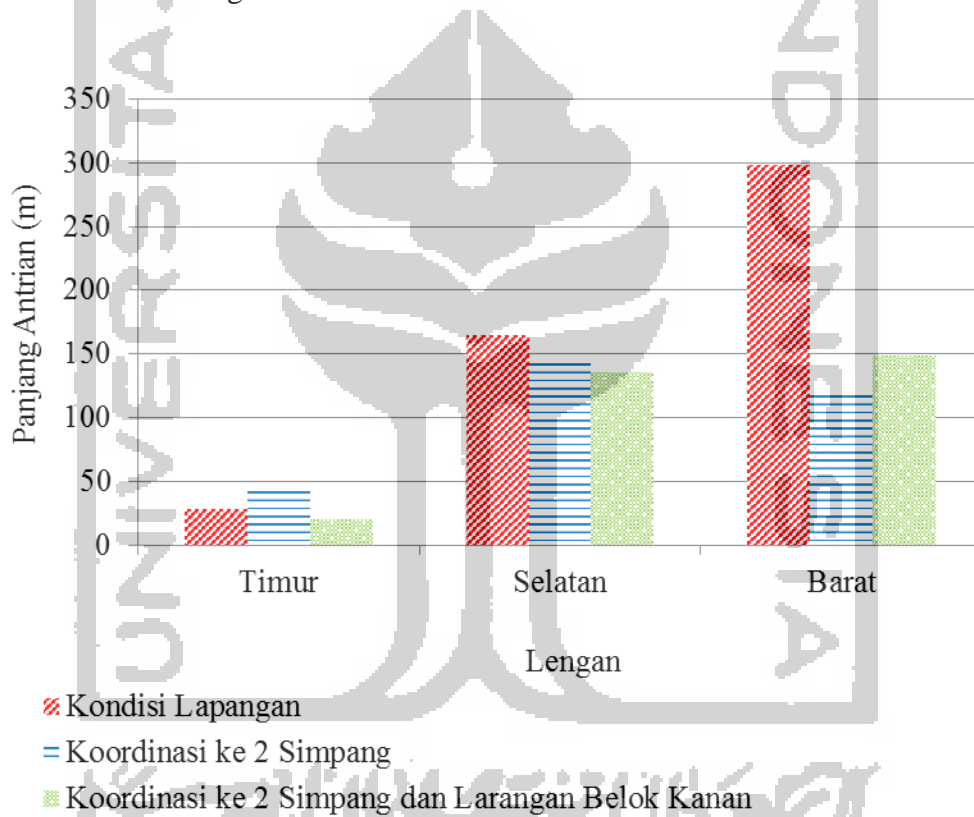
**Tabel 5. 131 Rekapitulasi Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM**

Lokasi	Lengan	Eksisting	Alternatif 1		Alternatif 2	
		<i>Qlen</i> (m)	<i>Qlen</i> (m)	Selisih (%)	<i>Qlen</i> (m)	Selisih (%)
Simpang 1	Timur	28,146	44,910	-60	20,168	28
	Selatan	164,816	142,700	13	135,958	18
	Barat	297,730	121,760	59	148,796	50
Simpang 2	Utara	116,326	132,100	-14	125,624	-8
	Timur	254,794	262,270	-3	266,658	-5
	Barat	397,208	390,950	2	379,285	5
	Selatan	402,834	401,320	0,4	219,901	45

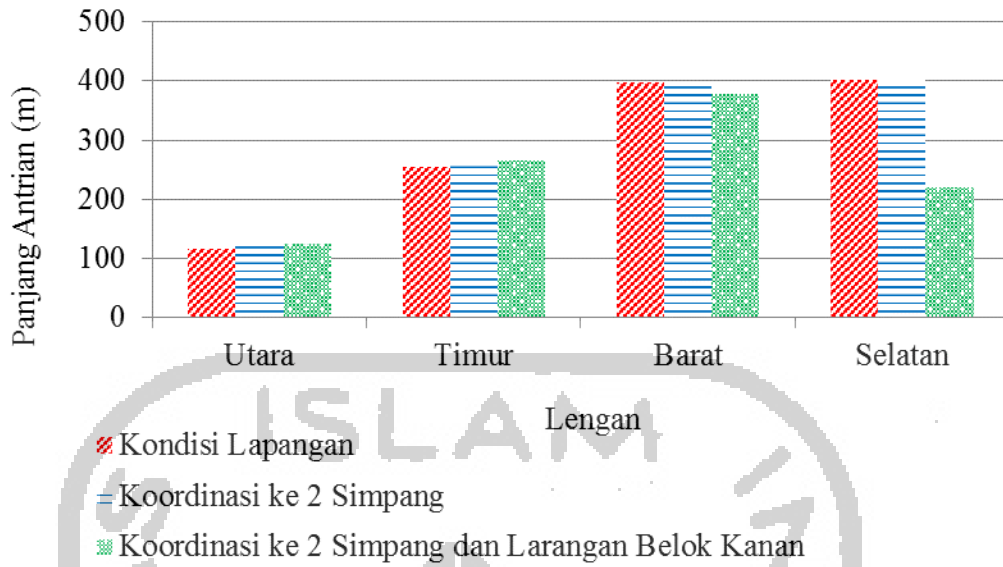
Berdasarkan hasil dari tabel 5.19 di atas, pada alternatif pertama panjang antrian mengalami peningkatan di Simpang 1 yaitu lengan Timur sebesar 60%, sedangkan pada lengan Timur dan Barat (arah Barat ke Selatan) mengalami peningkatan sebesar 13% dan 59 %. Di Simpang 2 lengan yang mengalami

peningkatan panjang antrian yaitu lengan Utara sebesar 14% dan Timur 3%, sedangkan pada lengan lain mengalami penurunan yaitu Barat hanya 2% dan Selatan 0,4% saja.

Pada alternatif kedua di Simpang 1 panjang antrian mengalami penurunan di semua lengan yaitu Timur sebesar 28%, Selatan 18% dan, Barat (arah Barat ke selatan) 50%, sedangkan di Simpang 2 lengan Utara dan Timur mengalami peningkatan sebesar 8% dan 5%, sedangkan di Simpang 2 pada lengan yang lain mengalami penurunan panjang antrian yaitu Selatan 45%, dan Barat 5%. Grafik hasil perbandingan ketiga analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.52 – Gambar 5.53 sebagai berikut.



**Gambar 5. 402 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 1**



**Gambar 5. 413 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 2**

#### 5.4.2 Perbandingan Tundaan (*Veh Delay*) Hasil Koordinasi Antar Simpang

Berikut ini adalah hasil dari evaluasi nilai tundaan dari koordinasi sinyal antara simpang bersinyal hingga penilaian kinerja pelayanan (*Level of Services (LOS)*) dari lengan kedua simpang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

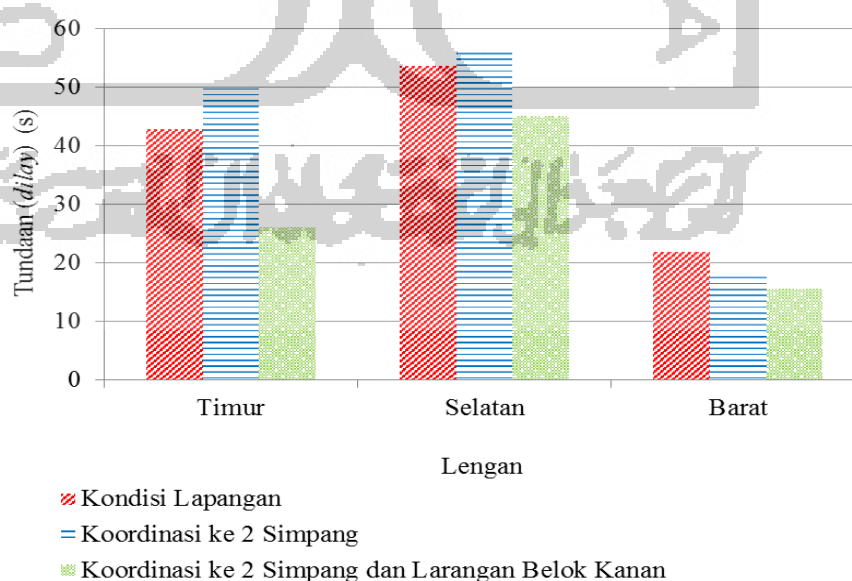


**Tabel 5. 142 Rekapitulasi Tundaan Hasil Evaluasi VISSIM**

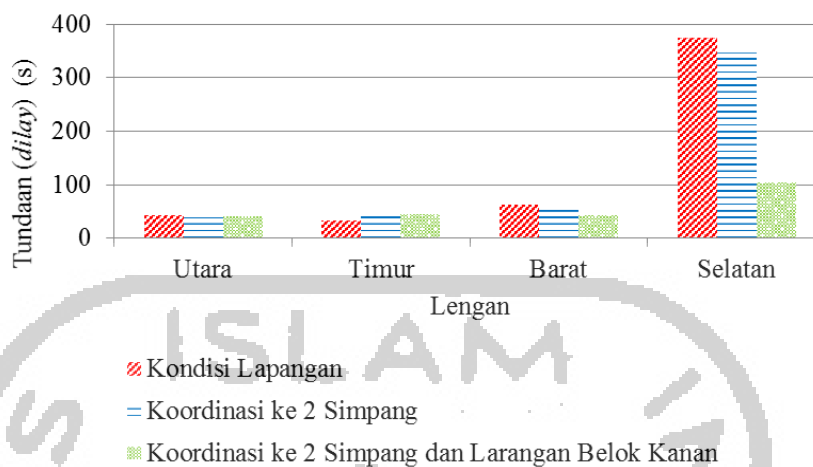
Lokasi	Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
		<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1	Timur	42,724	E	49,790	E	-17	26,003	D	39
	Selatan	53,664	E	56,440	E	-5	45,096	E	16
	Barat	21,825	C	18,360	C	16	15,603	C	29
Simpang 2	Utara	42,294	E	39,550	D	6	40,293	E	5
	Timur	33,688	D	41,240	E	-22	46,104	E	-37
	Barat	63,383	F	61,180	F	3	42,282	E	33
	Selatan	374,333	F	346,580	F	7	104,961	F	72

Berdasarkan Tabel 5.23 di atas, untuk nilai tundaan pada Alternatif pertama mengalami peningkatan pada lengan Utara sebesar 17% untuk tingkat pelayanannya E tidak ada perubahan sama sekali begitu juga dengan lengan Selatan 5% (E), lengan Barat (arah Barat ke Selatan) mengalami penurunan sebesar 16% tetapi tidak merubah tingkat pelayanannya (C). Di Simpang 2 lengan Utara mengalami penurunan sebesar 6% tingkat pelayanannya berubah dari E menjadi D, lengan Barat mengalami penurunan sebesar 3% tetapi tidak merubah tingkat pelayanannya (F), lengan Timur mengalami peningkatan sebesar 22% tingkat pelayanannya berubah dari D menjadi E, untuk lengan Selatan mengalami penurunan 7% tetapi tingkat pelayanannya tidak ada perubahan (F).

Pada Alternatif kedua untuk Simpang 1 mengalami peningkatan semua lengan untuk Timur sebesar 39%, Selatan 16% dan Barat (arah Barat ke Selatan) 29%, untuk tingkat pelayanan untuk lengan Timur dari E menjadi D, Selatan tidak ada perubahan sama sekali (E) dan Barat (arah Barat ke Selatan) tidak ada perubahan sama sekali (C). Di Simpang 2 lengan Utara mengalami penurunan sebesar 5%, lengan Barat 33%, lengan Selatan 72%, dan Lengan timur mengalami peningkatan 37%. Untuk tingkat pelayanannya di Simpang 2 pada lengan Utara tidak ada perubahan sama sekali (E), lengan Barat dari F menjadi E, lengan Selatan tidak ada perubahan sama sekali (F), dan untuk lengan Timur berubah dari D menjadi E. Gambar grafik berikut ini adalah hasil dari analisis tundaan dapat dilihat pada Gambar 5.54 – Gambar 5.55 sebagai berikut.



**Gambar 5. 424 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 1**



**Gambar 5. 435 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 2**

#### 5.4.3 Perbandingan Kecepatan (*Speed Average Arith*) Hasil Koordinasi Antar Simpang

Berikut ini adalah hasil evaluasi nilai kecepatan dari koordinasi antara simpang bersinyal untuk untuk rute Simpang 1 ke Simpang 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1. Rekapitulasi kecepatan hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 sebagai berikut.

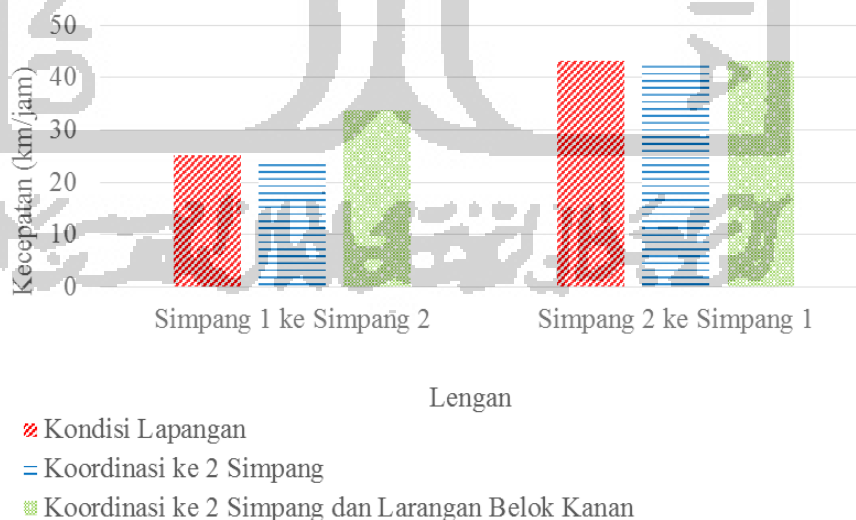
**Tabel 5. 153 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1**

Rute	Eksisting		Alternatif 1		Selisih (%)
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	24,180	F	4
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	42,340	E	2

**Tabel 5. 164 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2**

Rute	Eksisting		Alternatif 2		
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	33,777	E	-34
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	43,194	E	0,04

Berdasarkan tabel di atas, untuk nilai Kecepatan alternatif pertama pada Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami penurunan kecepatan 4% tingkat pelayanan tidak berubah (F) dan untuk arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) mengalami penurunan kecepatan 2%, tingkat pelayanan tidak berubah (E). Hasil evaluasi nilai kecepatan alternatif 2 pada Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami peningkatan nilai kecepatan 34%, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan untuk arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) mengalami penurunan nilai kecepatan sebesar 0,04%, tingkat pelayanan tidak ada perubahan (E). Hasil evaluasi dari perbandingan nilai kecepatan ketiga analisis dapat dilihat pada Gambar 5.56 sebagai berikut.



**Gambar 5. 446 Diagram Perbandingan Nilai Kecepatan Perjalanan Rata-Rata VISSIM**

Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, serta tundaan yang mengalami penurunan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan sendiri tetap F hanya nilai panjang antrian, serta tundaan mengalami penurunan cukup signifikan. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang arah Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

Rekapitulasi keseluruhan hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.25, Tabel 5.26 dan Tabel 5.27 sebagai berikut.



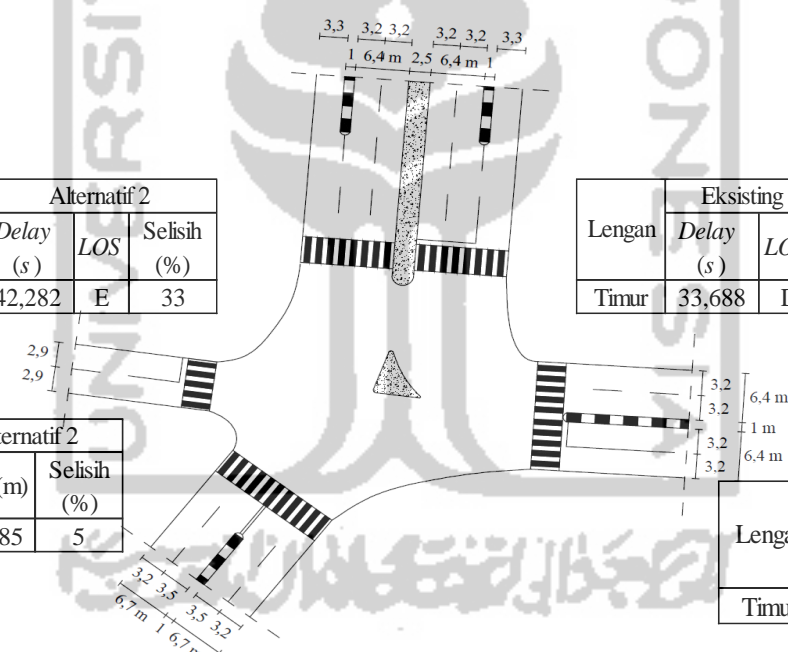
**Tabel 5. 186 Rekapitulasi Tundaan dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM pada Simpang 2**

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Utara	42,294	E	39,550	D	6	40,293	E	5

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Utara	116,326	-14	132,100	-8	125,624	-8

**Simpang 2**



Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Barat	63,383	F	61,180	F	3	42,282	E	33

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Timur	33,688	D	41,240	E	-22	46,104	E	-37

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Barat	397,208	2	390,950	5	379,285	5

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Timur	254,794	-3	262,270	-5	266,658	-5

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Selatan	374,333	F	346,580	F	7	104,961	F	72

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Selatan	402,834	0,4	401,320	45	219,901	45

**Tabel 5. 197 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Antar Simpang**

Rute	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	24,180	F	4	33,777	E	-34
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	42,340	E	2	43,194	E	0,04

