



**PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN  
EMP MKJI 1997 DENGAN EMP LAPANGAN MENGGUNAKAN  
METODE *TIME HEADWAY*  
(STUDI KASUS: SIMPANG L.A. SUCIPTO KOTA MALANG)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**Satrio Wicaksono**

**141910301011**

**PROGAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**



**PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN  
EMP MKJI 1997 DENGAN EMP LAPANGAN MENGGUNAKAN  
METODE *TIME HEADWAY*  
(STUDI KASUS SIMPANG L.A. SUCIPTO KOTA MALANG)**

**TUGAS AKHIR**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Satrio Wicaksono**

**141910301011**

**PROGAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**

## PERSEMBAHAN

Persembahan tugas akhir ini dan sebagai wujud terimakasih aku ucapkan untuk:

1. Ibu, bapak, adik-adik, nenek, dan pakde yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, dan dukungan moril maupun materil;
2. Guru-guru saya yang telah membimbing dan memberikan ilmu sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
3. Teman-teman SMA yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Teman-teman seperjuangan satu kelompok studi bidang transportasi yang telah memberikan semangat, kekompakan, dan bantuan selama proses pengerjaan tugas akhir ini;
5. Teman-teman seperjuangan sedari awal kuliah di Jember yang telah memberikan banyak dukungan, bantuan, dan semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini;
6. Teman-teman saya mahasiswa Teknik Sipil 2014 yang selalu memberikan semangat dan membantu pengerjaan tugas akhir ini;
7. Teman-teman KKN UMD 09 yang telah memberikan semangat dan bantuan;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

**MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah apa yang ada pada sesuatu kaum sehingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Al-Ra’ad: 13)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:


Nama : Satrio Wicaksono

NIM : 141910301011

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan EMP MKJI 1997 Dengan Emp Lapangan Menggunakan Metode *Time Headway* (Studi Kasus: Simpang L.A. Sucipto Kota Malang);” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juli 2018

Yang menyatakan,



Satrio Wicaksono

NIM 141910301011

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN  
EMP MKJI 1997 DENGAN EMP LAPANGAN MENGGUNAKAN  
METODE *TIME HEADWAY*  
(STUDI KASUS: SIMPANG L.A. SUCIPTO KOTA MALANG)**

Oleh

Satrio Wicaksono

NIM 141910301011

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nunung Nuring Hayati, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

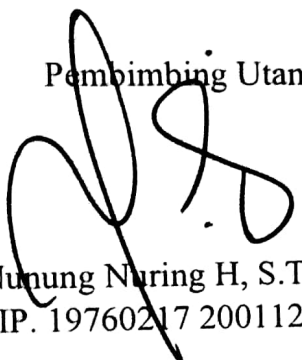
PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan EMP MKJI 1997 Dengan EMP Lapangan Menggunakan Metode *Time Headway* (Studi Kasus: Simpang L.A. Sucipto Kota Malang)" : Satrio Wicaksono, 141910301011" telah di uji dan di sahkan pada :

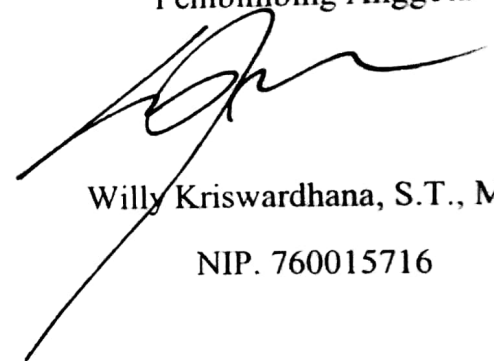
Hari : Rabu  
Tanggal : 11 Juli 2018  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Pembimbing Utama

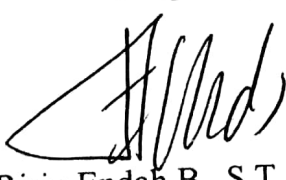
  
Nunung Nuring H, S.T., M.T.  
NIP. 19760217 200112 2 002

Pembimbing Anggota

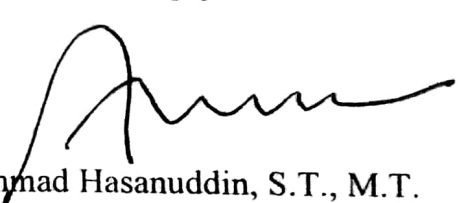
  
Willy Kriswardhana, S.T., M.T.  
NIP. 760015716

Tim Penguji:

Penguji I,

  
Ririn Endah B., S.T., M.T.  
NIP. 19720528 199802 2 001

Penguji II,

  
Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.  
NIP. 19710327 199803 1 003

Mengesahkan,



Hidayah, M.U.M  
NIP. 19661215 199503 2 001

## RINGKASAN

**Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan EMP MKJI 1997 Dengan EMP Lapangan Menggunakan Metode *Time Headway* (Studi Kasus: Simpang L.A. Sucipto Kota Malang); Satrio Wicaksono, 141910301011; 2018: 51 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.**

Peningkatan jumlah penduduk dan wisatawan mempengaruhi aktifitas di kota Malang. Aktifitas penduduk memicu pertumbuhan mobilisasi yang berdampak langsung pada meningkatnya pertumbuhan arus lalu lintas. Pertumbuhan lalu lintas dapat diketahui pada pertemuan antar jalan yang disebut dengan persimpangan.

Simpang mempunyai beragam karakter lalu lintas dan geometrik. Arus lalu lintas kendaraan terdiri dari beragam tipe kendaraan sehingga diperlukan faktor konversi yang berfungsi untuk mengklasifikasikan menjadi satuan mobil penumpang. Faktor konversi ini disebut dengan ekivalen mobil penumpang (emp). Nilai emp digunakan untuk mengatasi perbedaan ruang kendaraan dalam melakukan gerakan sehingga nilai ini diperlukan dalam menganalisis kinerja jalan.

Dalam perhitungan kapasitas jalan di Indonesia, nilai emp yang dipakai mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Perancangan manual tersebut didasarkan pada pengumpulan data lalu lintas yang tercatat pada tahun 1991-1995 di lima kota besar di Indonesia. Saat ini, nilai emp MKJI 1997 belum tentu dapat memenuhi karakteristik lalu lintas saat ini jika dilihat dari kepemilikan kendaraan bermotor. Badan Pusat Statistik menyebutkan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2012 sampai 2016 selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui variasi nilai emp dari kendaraan tersebut.

Pada penelitian ini digunakan metode *time headway* dalam mencari nilai emp kemudian dibandingkan dengan emp MKJI 1997. Dalam penelitian Hounsell dan Leong mengatakan metode headway merupakan metode yang paling tepat untuk memprediksi nilai ekivalen mobil penumpang (Charles, 2014). Hasil emp yang didapatkan dengan metode *time headway* pada Jalan L.A Sucipto Barat untuk MC



sebesar 0,47, HV1 sebesar 1,25, HV2 sebesar 1,77, dan HV3 sebesar 2,6. Nilai emp pada Jalan L.A Sucipto Timur untuk MC sebesar 0,46, HV1 sebesar 1,22, HV2 sebesar 2,03, dan HV3 sebesar 2,64. Nilai emp pada Jalan Panji Suroso untuk MC sebesar 0,56, HV1 sebesar 1,18, HV2 sebesar 1,87, dan HV3 sebesar 3,33. Nilai emp pada Jalan Sunandar Priyo untuk MC sebesar 0,58, HV1 sebesar 1,01, HV2 sebesar 1,43, dan HV3 sebesar 2,73.

Setelah mendapatkan nilai emp *time headway*, kemudian membandingkan dengan emp MKJI 1997 melalui perhitungan kinerja simpang dengan metode perhitungan MKJI 1997. Indikator yang dibandingkan yaitu derajat kejenuhan (DS), arus lalu lintas (Q), panjang antrian (QL), dan tundaan (D). Hasil analisis kinerja simpang menunjukkan bahwa emp *time headway* menghasilkan nilai yang lebih besar dari emp MKJI 1997. Perbandingan terbesar dapat dilihat pada indikator panjang antrian. Nilai panjang antrian terbesar terdapat pada Jalan L.A. Sucipto Timur sebesar 521,13 m berbanding 203,41 m. Jalan L.A. Sucipto Barat sebesar 778,97 m berbanding 187,71 m. Jalan Panji Suroso sebesar 823,98 m berbanding 405,67 m. Jalan Sunandar Priyo sebesar 683,15 m berbanding 251,92 m. Hasil perhitungan panjang antrian tersebut kemudian dibandingkan dengan panjang antrian lapangan yang menunjukkan bahwa perhitungan dengan emp MKJI 1997 lebih mendekati dengan panjang antrian pada lapangan.

## SUMMARY

**The Comparison of Signalized Intersection Performance Between PCE Factor From MKJI 1997 and Field Pce Factor From Time Headway Method (Case Study: L.A. Sucipto Intersection, Malang);** Satrio Wicaksono, 141910301011; 2018: 51 page; Department Of Civil Engineering University Of Jember.

The increasing number of the population and tourists has a direct impact to the the activities happen in Malang city. The citizen activities trigger the mobilization growth that affects directly on the growth of the traffic flow. The growth of traffic can be seen from meeting of any road that called intersection.

The intersection has various traffic and geometric characteristics. The Traffic flow has several vehicle types, so it needs the conversion factors to classify into passenger car unit (pcu). This conversion factor called passenger car equivalent (pce). The value of pce is used to overcome differences of vehicle spaces do the movement, so that the value is required to analyzing road performance.

In calculating the road capacity in Indonesia, the value of pce regulated on the Indonesia Highway Capacity Manual (IHCM) 1997. This manual design is based on the data collection of the traffic flow in 1991-1995 in five big cities in Indonesia. Nowadays, the pce of IHCM 1997 value is not able to meet the traffic flow characteristics seen from the numbers of vehicles ownership. The Central Bureau of Statistics stated that the numbers of vehicle ownership in Indonesia from 2012 to 2016 does increased in each year. Therefore, a further research should be conducted to find out the variation of the pce value of the vehicles.

This study used time headway method in determining the pce value then compared with pce of IHCM 1997. In Hounsell's research and Leong said that time headway method was the most appropriate method to predict the value of passenger car equivalent (Charles, 2014). The pce value obtained by using time headway method at the intersection of L.A. Sucipto West for MC was 0.47, 1.25 for HV1, 1,77 for HV2, and 2,6 for HV3. The pce value at the intersection of L.A. Sucipto East for MC was 0.46, 1,22 for HV1, 2,03 for HV2, and 2,64 for HV3. The pce

value at the intersection of Panji Suroso MC was 0.56, 1,18 for HV1, 1,87 for HV2, and 3,33 for HV3. The pce value at the intersection of Sunandar Priyo for MC was 0.58, 1,01 for HV1, 1,43 for HV2, and 2,73 for HV3.

After determining the value of pce method of time headway, then comparing the obtained data with the pce of IHCM 1997 through the calculation of intersection performance by using IHCM 1997 formula. The compared indicators used were the degree of saturation (DS), traffic flow (Q), queue length (QL), and delay (D). The result analysis of the intersection performance showed that the pce of time headway were higher than the pce of IHCM 1997. The significant comparison could be seen from the queue length indicator. The longest queue length occurred at the intersection of L.A. Sucipto East that was 521,13 meters compared to 203,41 meters. The intersection of L.A. Sucipto West was 778.97 meters compared to 187.71 meters. The intersection of Panji Suroso was 850.72 meters compared to 405.67 meters. The intersection of Sunandar Priyo was 683.15 meters compared to 251.92 meters. Then, the results of the queue length calculation were compared with the length of signalized intersection performance was obtained, then compared with the length of direct queue data. The final result showed that the calculation of IHCM 1997 pce was closer to the data of queue length on the field.

## PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Perbandingan kinerja simpang bersinyal menggunakan EMP MKJI 1997 dengan EMP lapangan menggunakan metode *time headway* (studi kasus: Simpang L.A. Sucipto Kota Malang). Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Jember;
4. Ibu Nunung Nuring Hayati, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Willy Kriswardhana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
5. Ibu Ririn Endah B, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji 1 dan Bapak Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji 2;
6. Bapak Sonya Sulistyono, S.T., M.T., yang telah memberikan data yang dibutuhkan serta arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
7. Bapak Tatang Maulana M., S.T., M.T., yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi dalam proses penyusunan tugas akhir ini;
8. Seluruh Dosen pengajar di lingkungan Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik - Universitas Jember;
9. Bapak/Ibu kemahasiswaan, akademik, perlengkapan, dan staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini di Fakultas Teknik Universitas Jember yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini untuk pengembangan ilmu pengetahuan. Akhirnya, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menambah pengembangan keilmuan khususnya bidang ketekniksipilan.

Jember, Juli 2018

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB 2. LANDASAN TEORI</b> .....	4
<b>2.1 Tinjauan Pustaka</b> .....	4
<b>2.2 Simping Bersinyal</b> .....	5
2.2.1 Arus lalu lintas .....	5
2.2.2 Arus Jenuh .....	8
2.2.3 Rasio Arus.....	10
2.2.4 Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	10
2.2.5 Kapasitas Simping (C) .....	12
2.2.6 Derajat kejenuhan (DS) .....	12
2.2.7 Panjang Antrian (NQ).....	13
2.2.8 Kendaraan Terhenti.....	14
2.2.9 Tundaan ( <i>Delay</i> ) .....	15

2.3 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP).....	16
2.3.1 Perhitungan Nilai EMP Metode <i>Headway</i> .....	17
2.3.2 Tinjauan Statistik Rasio <i>Headway</i> .....	21
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Umum.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Peralatan yang Digunakan.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Pengumpulan Data.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5 Pengolahan Data .....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Metode MKJI 1997 .....</b>	<b>31</b>
<b>3.7 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB 4. PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Deskripsi Penelitian .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Pengolahan Data Dasar .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 Perhitungan Nilai EMP kendaraan.....</b>	<b>39</b>
4.3.1 Metode <i>Time Headway</i> .....	39
4.3.2 Perhitungan Senjang Rata-rata.....	39
4.3.3 Analisis Statistik Data.....	42
4.3.3.1 Uji normalitas .....	42
4.3.3.2 Uji Data Ekstrim .....	43
4.3.4 Perhitungan Nilai EMP.....	44
<b>4.4 Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal.....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Perbandingan Dengan Panjang Antrian Lapangan .....</b>	<b>47</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Konversi kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor terhadap satuan mobil penumpang.....	7
Tabel 2.2 Tabel karakteristik kendaraan .....	8
Tabel 2.3 Waktu siklus yang disarankan .....	11
Tabel 4.1 Kondisi geomterik lokasi penelitian.....	33
Tabel 4.2 Kondisi arus lalu lintas simpang L.A. Sucipto.....	34
Tabel 4.3 Tabel pengaturan fase siklus.....	34
Tabel 4.4 Formulir survei data <i>time headway</i> Jalan L.A Sucipto Barat.....	36
Tabel 4.5 Formulir survei data <i>time headway</i> Jalan L.A Sucipto Barat.....	37
Tabel 4.6 Perhitungan senjang rata-rata <i>time headway</i> Jalan L.A Sucipto Barat.....	40
Tabel 4.7 Perhitungan nilai emp MC.....	43
Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai emp <i>time headway</i> MC dan HV.....	45
Tabel 4.9 Rekapitulasi kinerja simpang emp mkji 1997.....	45
Tabel 4.10 Rekapitulasi kinerja simpang emp <i>time headway</i> .....	46
Tabel 4.11 Panjang Antrian Lapangan.....	47
Tabel 4.12 Rekapitulasi Panjang Antrian Lapangan .....	48



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Model dasar untuk arus jenuh (Akcelik 1989).....	9
Gambar 2.2 Perhitungan jumlah antrian ( $N_{qmax}$ ) dalam smp .....	14
Gambar 2.3 Kombinasi pasangan kendaraan .....	18
Gambar 2.4 Contoh headway LV-LV .....	18
Gambar 3.1 Simpang L.A. Sucipto .....	23
Gambar 3.2 Posisi letak kamera .....	26
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian .....	32
Gambar 4.1 Uji normalitas data <i>tim headway</i> kombinasi kendaraan LV-LV kaki simpang L.A Sucipto Barat .....	41
Gambar 4.2 Uji <i>outliner</i> data <i>time headway</i> kombinasi kendaraan LV-LV kaki simpang L.A Sucipto Barat .....	42

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Formulir SIG 1 Metode MKJI 1997.....	52
Lampiran 2 Formulir SIG 2 Metode MKJI 1997.....	53
Lampiran 3 Formulir SIG 3 Metode MKJI 1997.....	54
Lampiran 4 Formulir SIG 4 Metode MKJI 1997.....	55
Lampiran 5 Formulir SIG 5 Metode MKJI 1997.....	56
Lampiran 6 Formulir SIG 1 Metode <i>time headway</i> .....	57
Lampiran 7 Formulir SIG 2 Metode <i>time headway</i> .....	58
Lampiran 8 Formulir SIG 3 Metode <i>time headway</i> .....	59
Lampiran 9 Formulir SIG 4 Metode <i>time headway</i> .....	60
Lampiran 10 Formulir SIG Metode <i>time headway</i> .....	61
Lampiran 11 Gambar Geometrik Simpang L.A Sucipto.....	62

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Simpang jalan mempunyai beragam karakter lalu lintas dan geometrik. Perbedaan geometrik pada simpang dapat diketahui dari adanya unsur-unsur pembentuk simpang seperti lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, pembagian lajur, dan ada tidaknya median serta lebar median jalan tersebut. Arus lalu lintas kendaraan terdiri dari beragam tipe kendaraan sehingga diperlukan faktor konversi yang berfungsi untuk mengklasifikasikan menjadi satuan mobil penumpang. Faktor konversi ini disebut dengan ekuivalen mobil penumpang (EMP). Nilai EMP digunakan untuk mengatasi perbedaan ruang kendaraan dalam melakukan gerakan sehingga nilai ini diperlukan dalam menganalisis kinerja jalan. Keragaman karakter lalu lintas dan kondisi geometrik ini mempengaruhi nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) (Sumarsono, 2017).

Dalam perhitungan kapasitas jalan di Indonesia, nilai emp yang dipakai mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Nilai EMP yang didapat pada MKJI 1997 mengikuti *United State Highway Capacity Manual (US-HCM)*. MKJI 1997 adalah hasil penelitian pada kondisi jalan raya di tahun 1997 (Wayan, 2012). Nilai EMP dalam MKJI 1997 terbagi menjadi terlindung dan terlawan. Kendaraan ringan dan berat mempunyai nilai emp terlindung dan terlawan yang sama, untuk kendaraan ringan nilainya 1,0 dan kendaraan berat nilainya 1,3. Sedangkan untuk sepeda motor nilai empnya 0,2 untuk yang terlindung dan 0,4 untuk yang terlawan. Namun kenyatannya dari satu simpang jalan ke simpang lainnya mempunyai karakter lalu lintas yang berbeda-beda. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui variasi nilai emp dari kendaraan tersebut.

Arus lalu lintas di Indonesia terdiri dari berbagai tipe kendaraan yang didominasi kendaraan roda dua. Data yang didapat dari Badan Pusat Statistik menyebutkan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2012 sampai 2016 selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2012 jumlah kepemilikan kendaraan bermotor mencapai 94 juta dengan komposisi

kendaraan sepeda motor 80,93%. Dalam pembuatan MKJI 1997 tercatat bahwa dalam penelitian untuk merancang manual tersebut dilakukan pengumpulan data lalu lintas yang tercatat pada tahun 1991-1995 (MKJI, 1997). Kepemilikan kendaraan bermotor tahun 1995 yang dicatat Badan Pusat Statistik berjumlah 13.208.832 dengan komposisi kendaraan sepeda motor 68%. Secara statistik perubahan tersebut sudah jauh berbeda. Perubahan yang terjadi saat ini dapat merubah nilai-nilai yang terdapat dalam MKJI 1997.

Sesuai dengan permasalahan di atas maka perlu dilakukan kajian kembali mengenai nilai EMP yang sesuai dengan kondisi lalu lintas saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai EMP *time headway* kemudian membandingkan dengan EMP MKJI 1997 pada simpang bersinyal di Kota Malang yaitu pada Simpang L.A. Sucipto. Simpang L.A Sucipto merupakan simpang bersinyal lengan empat yang mempertemukan Jalan L.A. Sucipto, Jalan Panji Suroso, dan Jalan Sunandar Priyo Sudarmo. Jalan L.A. Sucipto merupakan jalan penghubung dari wilayah timur Kota Malang menuju pusat Kota Malang maupun sebaliknya. Sedangkan Jalan Panji Suroso dan Jalan Priyo Sudarmo merupakan jalur antar kota sekaligus jalan lingkaran yang berfungsi untuk mengalihkan kendaraan berat yang akan melewati Kota Malang agar tidak melewati pusat Kota Malang. Pertemuan arus kendaraan dari keempat ruas jalan ini juga banyak dilewati oleh kendaraan berat mengingat sebagian ruas jalan pada simpang jalan ini merupakan jalan lingkaran kota yang membuat lalu lintas kendaraan yang melewati simpang ini menjadi tinggi.

Untuk menentukan nilai EMP ada beberapa macam metode yaitu metode regresi linier, *time slice*, dan metode *time headway*. Metode yang akan dipakai pada penelitian ini adalah metode *time headway*. Hal yang mendasari pemilihan metode ini adalah pada penelitian Hounsell dan Leong mengatakan metode *time headway* merupakan metode yang paling tepat untuk memprediksi nilai ekivalen mobil penumpang (Charles, 2014). Selain itu, pada penelitian yang terdahulu terutama di Indonesia sudah banyak penelitian yang menggunakan metode *regresi liner* dan *time slice*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Berapa nilai emp lapangan yang dihitung dengan metode *time headway* ?
2. Bagaimana kinerja simpang yang diperoleh menggunakan emp MKJI 1997 dengan emp lapangan yang menggunakan metode *time headway* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai emp yang dihitung dengan metode *time headway*.
2. Mengetahui kinerja simpang dengan MKJI 1997 berdasarkan nilai emp lapangan yang menggunakan metode *time headway* dan MKJI 1997.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi masukan pada MKJI 1997 untuk penentuan nilai emp dari hasil analisis.

## 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas tinjauannya, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada simpang L.A. Sucipto Kota Malang.
2. Metode yang digunakan untuk memperoleh nilai emp adalah *time Headway*.
3. Perhitungan kinerja simpang menggunakan MKJI 1997.
4. Aspek kinerja simpang terdiri dari kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.
5. Uji perbandingan kinerja simpang dengan emp mkji 1997 dan emp *time headway* menggunakan panjang antrian di lapangan.

## BAB 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut PP 43/ 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun yang tak sebidang. Simpang merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara pergerakan kendaraan dengan pergerakan kendaraan lainnya.

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan–jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Morlok, 1991). Menurut Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

Dalam menganalisis simpang bersinyal didasarkan pada prinsip arus lalu lintas. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor (QLV, QHV, dan QMC) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Emp menyatakan tingkat gangguan yang ditimbulkan suatu jenis kendaraan terhadap lalu lintas dibandingkan dengan gangguan yang ditimbulkan oleh mobil penumpang dalam kondisi lalu lintas yang sama. Angka EMP tiap jenis kendaraan secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu pada simpang dan ruas jalan (DLLAJR, 1990).

## 2.2 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan antara lain:

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

### 2.2.1 Arus lalu lintas

Menurut MKJI (1997), arus lalu lintas ( $Q$ ) untuk setiap gerakan (belok kiri QLT, lurus QST, dan belok kanan QRT) dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing masing pendekatan terlindung dan terlawan. Karakteristik arus lalu lintas terdiri dari:

1. Karakteristik primer  
Suatu karakteristik secara keseluruhan dalam suatu lalu lintas yang dapat digambarkan sebagai berikut:
  - a. Karakteristik volume lalu lintas, yaitu jumlah kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan pada periode waktu tertentu diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu. Kebutuhan pemakaian jalan akan selalu berubah berdasarkan waktu dan ruang.
  - b. Kecepatan digunakan untuk menentukan jarak yang dijalani pengemudi kendaraan dalam waktu tertentu.
  - c. Kerapatan yaitu jumlah kendaraan yang menempati panjang ruas jalan atau lajur yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah kendaraan tiap kilometer.

d. Derajat kejenuhan yaitu perbandingan volume lalu lintas terhadap kapasitasnya. Dalam MKJI, jika dianalisis tingkat kinerja jalannya, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

Faktor yang memengaruhi emp antara lain :

- (a) Jenis jalan (jalan luar kota, jalan bebas hambatan)
- (b) tipe alinyemen (mendatar, berbukit, pegunungan)
- (c) volume lalu lintas

## 2. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder yang terpenting adalah jarak-antara. Ada dua parameter jarak-antara yaitu waktu-antara kendaraan dan jarak-antara kendaraan. Waktu-antara disebut juga dengan *headway*. *Headway* merupakan interval waktu antara dua kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan pada jalan raya secara berurutan dalam arus lalu lintas dan salah satu variabel dasar untuk menjelaskan pergerakan lalu lintas. Pengukuran dilakukan dari waktu antara bumper depan kendaraan depan dengan bumper depan kendaraan yang berada di belakangnya melewati batas *headway*. Volume lalu lintas tergantung pada *headway*, demikian juga sebaliknya. Jika arus lalu lintas mencapai maksimum maka *headway* akan mencapai minimum dan sebaliknya.

Arus lalu lintas suatu jalan diperlukan suatu volume lalu lintas yang satuannya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Setiap kendaraan memiliki nilai konversi yang berbeda yang disebut ekuivalen mobil penumpang (emp). Klasifikasi arus lalu lintas dilakukan dengan menyatakan lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp) per jam. Oleh karena itu perlu sebuah nilai konversi arus lalu lintas menjadi lebih tepat jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar yaitu satuan mobil penumpang dan faktor koreksinya disebut emp (ekivalen mobil penumpang).

Satuan mobil penumpang adalah satuan kendaraan dalam arus lalu lintas yang disetarakan dengan kendaraan ringan/mobil penumpang, besaran smp dipengaruhi oleh tipe/jenis kendaraan, dimensi dan kemampuan gerak kendaraan. Sedangkan ekivalensi mobil penumpang (emp) dipengaruhi oleh besar dan kecepatan



kendaraan, makin besar kendaraan maka emp makin tinggi, dan makin tinggi kecepatan kendaraan maka emp makin rendah. Konversi kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Konversi kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor terhadap satuan mobil penumpang

Jenis kendaraan	Untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
<b>Kendaraan Berat (HV)</b>	1,3	1,3
<b>Kendaraan Ringan (LV)</b>	1,0	1,0
<b>Sepeda Motor (MC)</b>	0,2	0,4

Sumber (MKJI 1997)

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam)

$Q_{LV}$  = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)

$Q_{HV}$  = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam)

$Q$  = Arus sepeda motor (kendaraan/jam)

$emp_{HV}$  = Emp kendaraan berat

$emp_{MC}$  = Emp sepeda motor

Kendaraan yang ada di Indonesia diklasifikasikan sesuai jenis kendaraan dalam sistem transportasi jalan raya, seperti tabel berikut :

Tabel 2. 2 Tabel karakteristik kendaraan

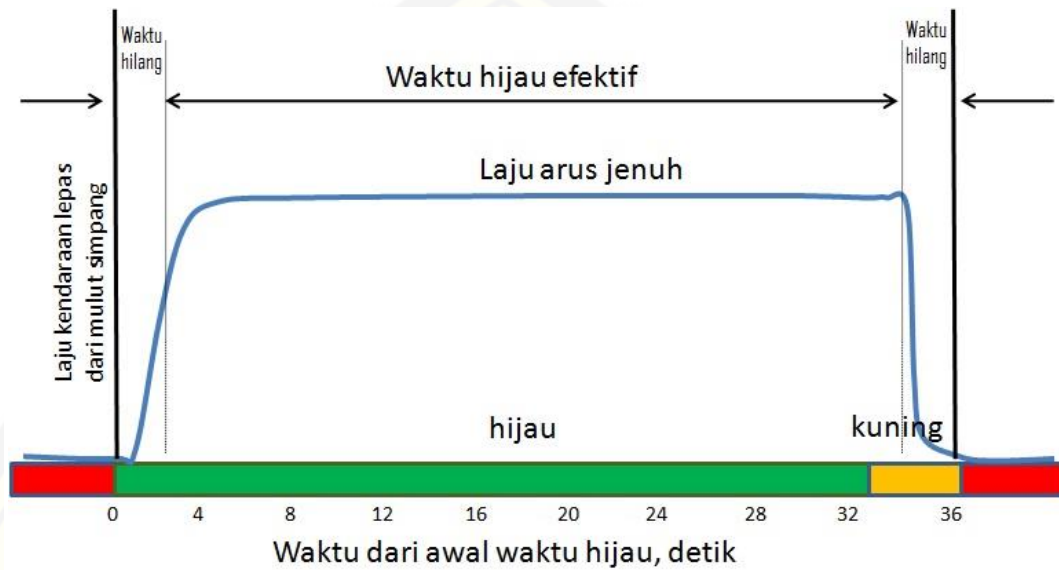
<b>Klasifikasi Kendaraan</b>	<b>Definisi</b>	<b>Jenis-Jenis Kendaraan</b>
<b>Kendaraan Ringan</b>	Kendaraan ringan (LV= <i>Light Vehicle</i> ) Kendaraan bermotor 2 as beroda 4 dengan jarak as 2-3m	Mobil pribadi, oplet, mikrobis, <i>pick up</i> , truk kecil
<b>Kendaraan Umum</b>	Kendaraan umum (HV= <i>Heavy Vehicle</i> ) Kendaraan bermotor beroda lebih dari 4.	Bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga
<b>Sepeda Motor</b>	Sepeda motor (MC= <i>Motor Cycle</i> ) Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda	Sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga
<b>Kendaraan tak Bermotor</b>	Kendaraan tak bermotor (UM= <i>Un-Motorcycle</i> ) kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan	Sepeda, becak, kereta kuda, kereta dorong

Sumber : MKJI 1997

### 2.2.2 Arus Jenuh

Arus jenuh berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata – rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). MKJI 1997 mengatakan permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya kehilangan awal dari waktu hiau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu tambahan akhir dari waktu hijau efektif, dapat dilihat pada gambar 2.1. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai berikut:

*Waktu hijau efektif = Tampilan Waktu hijau – Kehilangan awal + Tambahan akhir*



Gambar 2. 1 Model dasar untuk arus jenuh (Akcelik 1989)

Arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$S$  = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

$S_0$  = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

$F_{CS}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

$F_{SF}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

$F_G$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

$F_P$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan parkir dekat dengan lengan persimpangan

$F_{LT}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri

$F_{RT}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

Tipe persimpangan mempengaruhi nilai besarnya setiap faktor koreksi arus jenuh. Penjelasan lebih rinci mengenai setiap faktor koreksi arus jenuh dapat ditemukan dalam MKJI (1997).

### 2.2.3 Rasio Arus

Rasio arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekat. Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S \quad \text{.....(2.3)}$$

Dimana,

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam hijau).

Nilai kritis FRcrit (maksimum) dari rasio arus yang ada dihitung rasio arus pada simpang (IFR) dengan penjumlahan rasio arus kritis tersebut:

$$IFR = \sum (FRcrit) \quad \text{.....(2.4)}$$

Dari kedua nilai di atas maka diperoleh rasio fase PR (*Phase Ratio*) untuk tipe fase yaitu:

$$PR = FRcrit / IFR \quad \text{.....(2.5)}$$

### 2.2.4 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal dari awal waktu hijau sampai waktu hijau berikutnya (MKJI, 1997). Panjang waktu siklus mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati persimpangan. Bila volume lalu lintas tinggi waktu siklus lebih panjang.

1. Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus:

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad \text{.....(2.6)}$$

Dimana:

Cua = Panjang Siklus (detik)

LTI = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

IFR = Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh, arus / arus jenuh (Q/S)

FrCrit = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat yang terhenti pada suatu fase.

$\sum IFR_{crit}$  = Rasio arus simpang = Jumlah  $FC_{crit}$  dari seluruh fase pada simpang. Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Waktu siklus yang disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak
Pengaturan dua fasa	40-80
Pengaturan tiga fasa	50-100
Pengaturan empat fasa	80-130

Sumber MKJI 1997

2. Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat. Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus:

$$g_i = (Cua - LTI) \cdot PR_i \geq 10 \text{ dtk} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

 $g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase  $i$  (detik) $Cua$  = Waktu siklus (detik) $LTI$  = Waktu hilang total persiklus (detik) $PR_i$  = Rasio fase =  $FR_{crit} / \sum(FR_{crit})$ 

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan.

3. Waktu siklus yang disesuaikan dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang. Dinyatakan dengan rumus:

$$c = \sum g + LTI \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

 $C$  = waktu hijau yang disesuaikan (detik) $g$  = waktu hijau (detik) $LTI$  = waktu hilang total per siklus (detik).

Komponen-komponen waktu siklus meliputi :

1. Waktu hijau, yaitu waktu nyala hijau pada suatu periode pendekat (detik).

2. Waktu Kuning (*Amber*) adalah waktu kuning dinyalakan setelah hijau dari suatu pendekat (detik).
3. Waktu Merah semua (*All Red*) adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh fase sinyal yang berlawanan.
4. Waktu Antar hijau (*Intergreen*) adalah periode kuning dan waktu merah semua (*all red*) yang merupakan transisi dari hijau ke merah untuk setiap fase sinyal.

### 2.2.5 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus:

$$C = S \times g/c \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam hijau)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Panjang siklus (detik).

### 2.2.6 Derajat kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Waktu siklus (smp/jam)

### 2.2.7 Panjang Antrian (NQ)

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah (MKJI, 1997). Rumus untuk menentukan rata-rata panjang antrian berdasarkan MKJI 1997, adalah:

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0.5:

$$NQ1 = 0,25.C [DS - 1] + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8.(DS-0,5)}{c}} \quad \text{.....(2.11)}$$

Untuk DS < 0,5 ; NQ1 = 0

Dimana:

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam).

Jumlah antrian selama fase merah (NQ2) :

$$NQ2 = c \frac{1-GR}{1-GR.DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \quad \text{.....(2.12)}$$

Dimana:

NQ2 = Jumlah smp yang datang ada fase merah.

GR = Rasio hijau

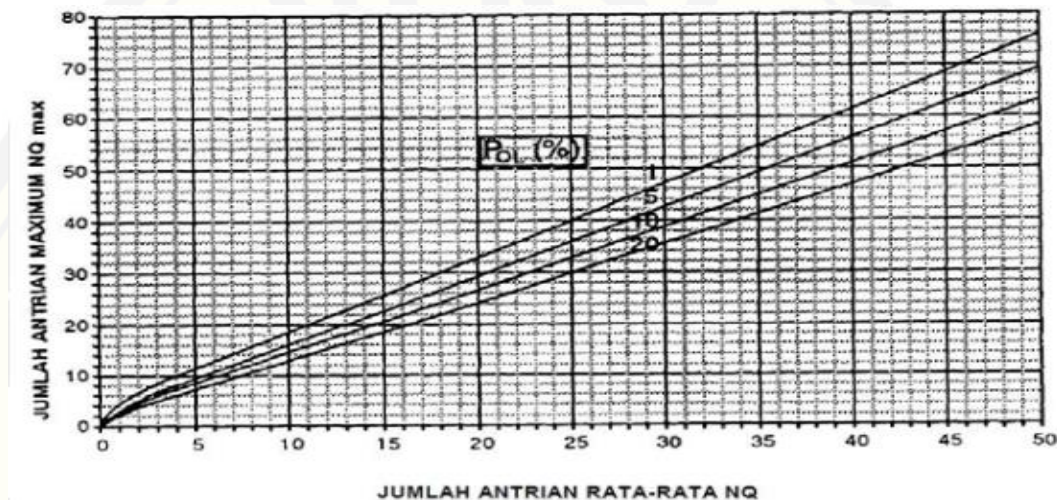
c = Waktu siklus (detik)

Qmasuk = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOR (smp/jam).

Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad \text{.....(2.13)}$$

Maka panjang antrian kendaraan adalah dengan mengalikan  $NQ_{max}$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) kemudian dibagi dengan lebar masuknya.  $NQ_{max}$  didapat dengan menyesuaikan nilai  $NQ$  dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih  $POL$  (%) dengan menggunakan Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Perhitungan jumlah antrian ( $Nq_{max}$ ) dalam smp

untuk perencanaan dan perancangan disarankan  $POL \leq 5\%$ , untuk operasi suatu nilai  $POL = 5-10\%$  mungkin dapat diterima:

$$QL = (NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

### 2.2.8 Kendaraan Terhenti

Angka henti ( $NS$ ) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang. Angka henti dapat dihitung dengan rumus:

$$NS = 0,9 \cdot \frac{NQ}{Q \cdot c} 3600 \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

$c$  = Waktu siklus (detik)

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti ( $Nsv$ ):



Jumlah kendaraan terhenti  $N_{sv}$  masing-masing pendekat:

$$N_{sv} = Q \cdot NS \text{ (smp/jam)} \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total  $Q$  dalam kend/jam

$$NST_{total} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{total}} \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

### 2.2.9 Tundaan (*Delay*)

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat. Tundaan pada simpang terdiri dari 2 komponen, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG):

$$D_j = DT_j + DG_j \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

$D_j$  = Tundaan rata-rata pendekat  $j$  (detik/smp).

$DT_j$  = Tundaan lalu lintas rata-rata pendekat  $j$  (detik/smp).

$DG_j$  = Tundaan geometrik rata-rata pendekat (detik/smp).

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu akibat interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar seperti kemacetan pada hilir (pintu keluar) dan pengaturan manual oleh polisi, dengan rumus:

$$DT_j = c \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_i)} \cdot \frac{NQ_j \cdot 3600}{C_j} \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Atau,

$$DT_j = c \cdot A \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_i)} \quad \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

$$A = \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_i)} \quad \dots\dots\dots(2.21)$$

$C$  = Kapasitas (smp/jam),  $DS$  = Derajat kejenuhan,  $GR$  = Rasio hijau (g/c) (detik),  $NQ$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometrik (DG) adalah tundaan akibat perlambatan atau percepatan pada simpang atau akibat terhenti karena lampu merah.

$$DG_j = (1 - PSV) \cdot PT \cdot 6 + (PSV \cdot 4) \quad \dots\dots\dots(2.21)$$

Atau masukan DGj rata-rata 6 detik/smp. Dimana PSV = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat; PT = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

## 2.2 Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

Ekuivalensi mobil penumpang adalah faktor petunjuk pengaruh berbagai tipe kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan, kemudahan, manufer, dan dimensi kendaraan ringan dalam arus lalu lintas. Parameter yang mempengaruhi emp adalah dimensi dan kecepatan kendaraan, serta volume lalu lintas.

Semakin besar ukuran kendaraan maka kecepatan untuk memulai gerakan relatif kecil sehingga mengakibatkan gangguan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Untuk itu *headway* pasangan kendaraan besar relatif besar dibanding kendaraan ringan.

Parameter yang mempengaruhi nilai emp adalah dimensi, kecepatan kendaraan, volume lalu lintas, serta iringan kendaraan. Iringan kendaraan merupakan kondisi lalu lintas dimana kendaraan berada dalam suatu antrian dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan didepannya. Volume adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan pada jalan raya per satuan waktu.

Besar arus (*flow rate*) adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama waktu tertentu, biasanya 15 menit. *Flow rate* dalam keadaan jenuh merupakan harga kapasitas jalan. *Flow rate* dihitung dengan mengamati *time headway* arus lalu lintas selama periode waktu tertentu. Hubungan antara *flow rate* dengan rata-rata *time headway* arus lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$Flow\ rate\ (kpj) = \frac{3600(dt)}{headway\ (\frac{dt}{kend})} \quad \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan:

K<sub>pj</sub> = kendaraan per jam

### 2.3.1 Perhitungan Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) Metode *Headway*

*Time headway* dilakukan dengan mencatat waktu antara kendaraan yang berurutan saat kendaraan melewati suatu titik pengamatan. Rasio *headway* yang diperlukan pada simpang L.A Sucipto mencakup 25 macam kombinasi kendaraan, yaitu :

1. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Light Vehicle* (LV)
2. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Motor Cycle* (MC)
3. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Motor Cycle* (MC)
4. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Light Vehicle* (LV)
5. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV1)
6. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Light Vehicle* (LV)
7. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle* (HV1)
8. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
9. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
10. *Heavy Vehicle 1* (HV) diikuti *Motor Cycle* (MC)
11. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV)
12. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
13. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Light Vehicle* (LV)
14. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
15. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV1)
16. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
17. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Motor Cycle* (MC)
18. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
19. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
20. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Light Vehicle* (LV)
21. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle* (HV3)
22. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV1)

23. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV2)

24. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Motor Cycle* (MC)

25. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)

Keterangan:

LV = kendaraan ringan

MC = sepeda motor

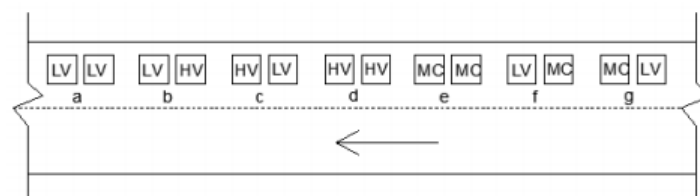
HV1 = truk 2as 4 roda, truk 2 as 6 roda, dan bus kecil

HV2 = truk 3 as dan bus besar.

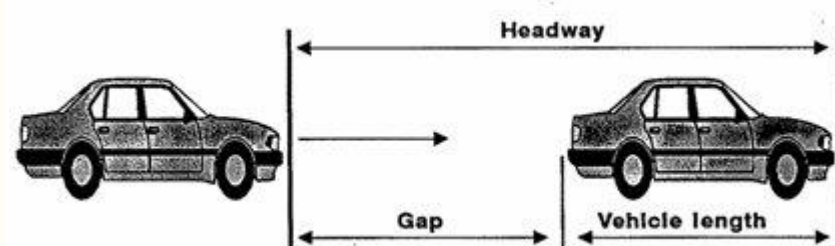
HV3 = truk gandeng, truk trailer 4 as, truk trailer 5 as, dan truk trailer 6 as.

Pada simpang tersebut terdapat ruas jalan yang mempunyai fungsi sebagai jalan pengalih sehingga diperlukan pembagian kendaraan besar (HV) yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dimensi kendaraan yang melewati simpang L.A Sucipto terhadap nilai EMP. Pembagian HV (*Heavy Vehicle*) menjadi 3 golongan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penelitian terdahulu dalam menentukan nilai EMP dengan metode *time headway* dalam buku R.J. Shalter.

Kombinasi kendaraan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Kombinasi pasangan kendaraan



Gambar 2. 4 Contoh headway LV-LV

Nilai emp HV dihitung dengan cara membagi nilai rata-rata *time headway* HV diikuti HV dengan nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV. Hasil akan benar jika *time headway* HV tidak tergantung pada kendaraan yang mendahului maupun mengikutinya. Kondisi ini didapat jika jumlah rata-rata *time headway* LV

diikuti LV ditambah rata-rata *time headway* HV diikuti HV sama dengan jumlah rata-rata *time headway* LV diikuti HV ditambah rata-rata *time headway* HV diikuti LV.

Hal tersebut diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$t_a + t_d = t_b + t_c \quad \text{.....(2.23)}$$

dengan:

$t_a$  = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV

$t_b$  = nilai rata-rata *time headway* HV diikuti HV

$t_c$  = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti HV

$t_d$  = nilai rata-rata *time headway* HV diikuti LV

Keadaan yang dapat memenuhi persamaan diatas sulit diperoleh karena tiap kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda. Demikian juga pengemudi memiliki kemampuan berbeda dalam mengemudi. Oleh karena itu diperlukan koreksi terhadap nilai rata-rata *time headway* sebagai berikut:

$$\left[ t_a - \frac{k}{n_a} \right] + \left[ t_d - \frac{k}{n_d} \right] = \left[ t_b + \frac{k}{n_b} \right] + \left[ t_c + \frac{k}{n_c} \right] \quad \text{.....(2.24)}$$

$$K = \frac{n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d [t_a + t_d - t_b - t_c]}{n_d \cdot n_b \cdot n_c + n_a \cdot n_b \cdot n_c + n_a \cdot n_d \cdot n_c + n_a \cdot n_d \cdot n_b} \quad \text{.....(2.25)}$$

(R.J.Salter,1980)

dengan :

$n_a$  = jumlah data *time headway* LV diikuti LV

$n_b$  = jumlah data *time headway* HV diikuti HV

$n_c$  = jumlah data *time headway* LV diikuti HV

$n_d$  = jumlah data *time headway* HV diikuti LV

Selanjutnya nilai rata-rata *time headway* pasangan kendaraan tersebut dikoreksi sebagai berikut:

$$T_{ak} = t_a - \frac{k}{na} \quad \text{.....(2.25.a)}$$

$$T_{bk} = t_b + \frac{k}{nb} \quad \text{.....(2.25.b)}$$

$$T_{ck} = t_c + \frac{k}{nc} \quad \text{.....(2.25.c)}$$

$$T_{dk} = t_d - \frac{k}{nd} \quad \text{.....(2.25.d)}$$

Dengan menggunakan nilai rata-rata *time headway* yang sudah dikoreksi maka:

$$T_{ak} + T_{dk} = T_{bk} + T_{ck} \quad \text{.....(2.26)}$$

(R.J. Salter, 1980)

dengan:

$t_{ak}$  = nilai rata-rata *time headway* LV-LV terkoreksi

$t_{bk}$  = nilai rata-rata *time headway* HV-HV terkoreksi

$t_{ck}$  = nilai rata-rata *time headway* LV-HV terkoreksi

$t_{dk}$  = nilai rata-rata *time headway* HV-LV terkoreksi

Apabila persyaratan tersebut memenuhi syarat, maka nilai EMP HV dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Emp HV} = \frac{tdk}{tak} \quad \text{.....(2.27)}$$

Sedangkan rumus untuk mencapai EMP MC adalah sama dengan rumus EMP HV namun variabel HV diganti dengan variabel MC. Persamaannya juga menggunakan persamaan (2.1)

dengan:

$t_a$  = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV

$t_b$  = nilai rata-rata *time headway* MC diikuti MC

$t_c$  = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti MC

$t_d$  = nilai rata-rata *time headway* MC diikuti LV

Nilai koreksi pada nilai rata-rata *time headway* dicari dengan persamaan (2.2) dan faktor koreksi  $k$  dicari dengan persamaan (2.3).

dengan:

$n_a$  = jumlah data *time headway* LV diikuti LV

$n_b$  = jumlah data *time headway* MC diikuti MC

$n_c$  = jumlah data *time headway* LV diikuti MC

$n_d$  = jumlah data *time headway* MC diikuti LV

Selanjutnya nilai rata-rata *time headway* pasangan kendaraan tersebut dikoreksi dengan persamaan (2.4).

dengan:

$t_{ak}$  = nilai rata-rata *time headway* LV-LV terkoreksi

$t_{ek}$  = nilai rata-rata *time headway* MC-MC terkoreksi

$t_{fk}$  = nilai rata-rata *time headway* LV-MC terkoreksi

$t_{gk}$  = nilai rata-rata *time headway* MC-LV terkoreksi

Apabila persyaratan tersebut memenuhi syarat, maka nilai  $emp$  MC dapat dihitung dengan persamaan (2.5)

$$Emp\ MC = \frac{tdk}{tak} \dots\dots\dots(2.28)$$

### 2.3.2 Tinjauan Statistik Rasio *Headway*

Interaksi elemen hasil pengamatan arus lalu lintas jalan raya seperti perilaku pengemudi mempunyai nilai yang tetap, namun tidak demikian halnya dengan kondisi jalan maupun cuaca. Untuk itu diperlukan teori peluang untuk menggambarkan dan memperoleh nilai dalam analitis lalu lintas. Sebaran

statistik berguna untuk menggambarkan segala kemungkinan kejadian yang bernilai acak.

Nilai-nilai kapasitas jalan di negara maju ditentukan berdasarkan waktu *headway* sesuai dengan karakteristik lalu lintas lokal. Secara teori, standar waktu *headway* dikembangkan menggunakan model-model statistik (Suweda, 2016). Suweda (2016) melakukan penelitian untuk mengembangkan model distribusi waktu *headway* dan dipergunakan untuk menentukan kapasitas segmen-jalan di kota Denpasar, Provinsi Bali. Penelitian ini terdiri dari analisis data waktu *headway*, kalibrasi dan validasi model dan menemukan nilai kapasitas jalan. Dari hasil studi ditemukan bahwa model distribusi normal cocok untuk kondisi lalu lintas lokal.

Distribusi normal atau distribusi Gaussian adalah salah satu distribusi teoritis dengan variabel random kontinyu. Distribusi normal dinamakan juga dengan uji normalitas digunakan untuk mengukur data yang telah didapatkan memiliki distribusi normal sehingga data tersebut dapat dipakai. Hasil perhitungan nilai data *time headway* kemudian dianalisis menggunakan program SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) untuk diuji normalitas dan uji outlier. Untuk sejumlah sampel yang dianggap berdistribusi normal maka nilai rata-rata dianggap sebagai  $\bar{X}$  dan varian dinyatakan  $\delta^2$ . Distribusi normal digunakan bila jumlah sampel lebih besar atau sama dengan 30 ( $n \geq 30$ ).

Karena sampel dipilih acak maka dimungkinkan adanya suatu kesalahan standar deviasi dari distribusi yang dinyatakan sebagai standard error (E) sebagai berikut :

$$E = \frac{s}{n^{1/2}} \quad \text{.....(2.29)}$$

dengan :

E = standard error

s = standard deviasi

n = jumlah sampel

Dan S adalah standard deviasi :



$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} \quad \text{.....(2.30)}$$

dengan:

$n$  = jumlah sampel

$x_i$  = nilai *time headway* ke- $i$

$x$  = nilai rata-rata sampel *time headway*

$s$  = standar deviasi

Untuk perkiraan nilai rata-rata *time headway* seluruh pasangan kendaraan ( $\mu$ ) dapat disesuaikan dengan tingkat kepastian atau keyakinan yang diinginkan (*desired level of confidence*). Perkiraan ini terletak dalam suatu interval yang disebut interval keyakinan (*confidence interval*) yang mempunyai batas toleransi kesalahan sebesar  $e$  :

$$e = K \cdot E \quad \text{.....(2.31)}$$

dengan :

$K$  = tingkat kepastian distribusi normal

Nilai rata-rata *time headway* untuk distribusi normal ( $n \geq 30$ ) :

$$\mu_{1,2} = \bar{x} \pm E \quad \text{.....(2.32)}$$

dengan :

$\mu_{1,2}$  = batas keyakinan atas dan bawah nilai rata-rata

$\bar{x}$  = nilai rata-rata *time headway*

$e$  = batas toleransi kesalahan

Pada sampel kurang dari 30 ( $n < 30$ ) maka perkiraan rata-rata *time headway* pasangan kendaraan secara keseluruhan sebaiknya dilakukan dengan distribusi  $t$  atau disebut juga distribusi student.

## BAB 3. METODOLOGI

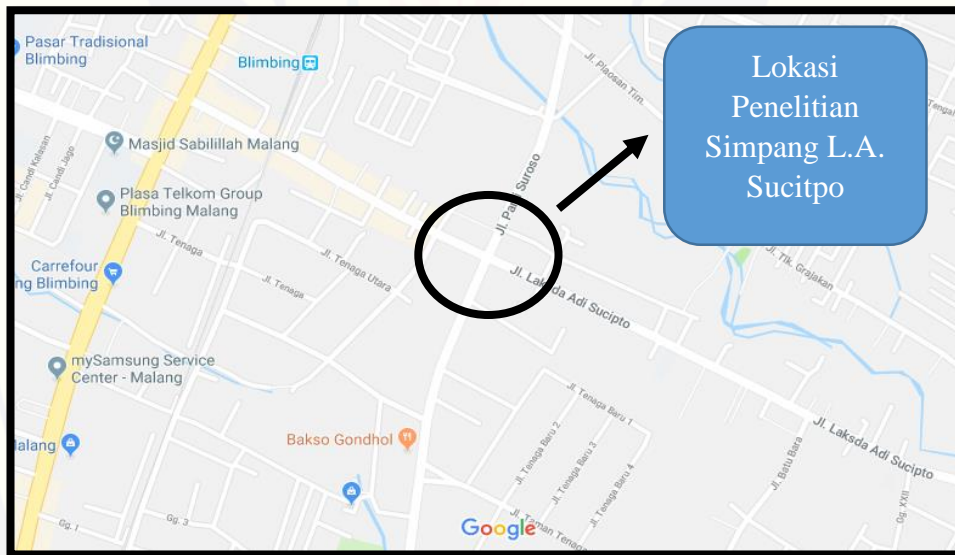
### 3.1 Umum

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah metode survey dan metode analisis. Parameter untuk menentukan nilai emp kendaraan adalah sebagai berikut:

1. Jumlah kendaraan yang melewati simpang bersinyal.
2. Jenis pasangan kendaraan yang melewati lokasi penelitian yaitu iring-iringan kendaraan kemudian dihitung *time headway*-nya.

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Simpang L.A. Sucipto adalah simpang bersinyal berlengan empat yang mempertemukan Jalan L.A. Sucipto, Jalan Panji Suroso dan Jalan Sunandar Priyo Sudarmo. Lokasi penelitian berada di Simpang L.A. Sucipto Kota Malang yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Simpang L.A. Sucipto  
Sumber : Google Maps 2017

Simpang ini termasuk pada jalan lingkar Kota Malang. Jalan Panji Suroso dan Jalan Sunandar Priyo Sudarmo yang mempunyai fungsi sebagai jalan lingkar merupakan jalan pengalih kendaraan berat sehingga tidak masuk jalan kota. Jalan L.A. Sucipto merupakan jalan penghubung dari wilayah selatan Kota Malang

menuju pusat Kota Malang maupun sebaliknya. Kendaraan yang melewati simpang tersebut mulai dari sepeda motor, kendaraan ringan, maupun kendaraan berat. Pertemuan arus kendaraan dari keempat ruas jalan ini juga banyak dilewati oleh kendaraan berat mengingat sebagian ruas jalan pada simpang jalan ini merupakan jalan lingkaran kota yang membuat lalu lintas kendaraan menjadi tinggi.

Tingginya lalu lintas dan beragamnya kombinasi kendaraan yang melewati simpang ini merupakan alasan menjadikan simpang ini sebagai objek penelitian karena dalam menentukan emp dengan metode *time headway* dibutuhkan arus lalu lintas dalam kondisi jenuh yang mana kendaraan konstan mengalir melewati jalan tersebut. Pelaksanaan survei dalam penelitian ini dilakukan pada hari kerja yakni hari Senin-Kamis ketika simpang tersebut mengalami puncak arus jenuh.

### 3.3 Peralatan yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Kamera/*Handycam* untuk merekam arus lalu lintas yang diperlukan
2. Formulir survei untuk mendata hasil dari pencatatan.
3. Alat tulis untuk menulis hasil pencatatan.
4. Stopwatch untuk mencatat *time headway*.
5. Jam untuk penanda waktu dimulai dan diakhiri survei.
6. Kalkulator untuk menghitung selisih waktu *headway*.
7. Laptop/komputer untuk memutar hasil rekaman arus lalu lintas.

### 3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang belum diolah, data ini didapatkan dengan melaksanakan survei langsung. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu dan instansi terkait.

#### 3.4.1 Data Sekunder

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Studi Doktoral Sonya Sulistyono, 2017. Pengumpulan data arus lalu lintas dalam kondisi jenuh di

lapangan menggunakan kamera video yang kemudian hasil rekaman tersebut dilakukan pencacahan volume kendaraan.

### 3.4.2 Data Primer

Data primer pada penelitian ini merupakan data yang diambil melalui observasi sendiri baik secara langsung di lapangan maupun tidak secara langsung. Adapun data primer berupa survei inventarisasi simpang dan *time headway* yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### 1) Inventarisasi simpang

Survei inventarisasi simpang digunakan untuk mengetahui karakteristik persimpangan. Survei ini dilakukan langsung dengan melakukan pengukuran dan pengamatan di lapangan. Data yang disurvei untuk inventarisasi simpang meliputi:

##### a) Data geometrik simpang

- (a) Lokasi simpang
- (b) Jumlah Lengan simpang (nama ruas jalan kaki-kaki simpang)
- (c) Lebar lengan simpang

##### b) Data marka jalan

- (a) Jenis, dimensi dan kondisi marka
- (b) Lokasi marka terhadap tepi perkerasan
- (c) Ketersediaan zebra cross pada simpang

##### c) Data lampu lalu lintas

- (a) Kondisi lampu lalu lintas
- (b) Pengaturan lampu lalu lintas (waktu siklus, jumlah fase, waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah setiap kaki simpang)

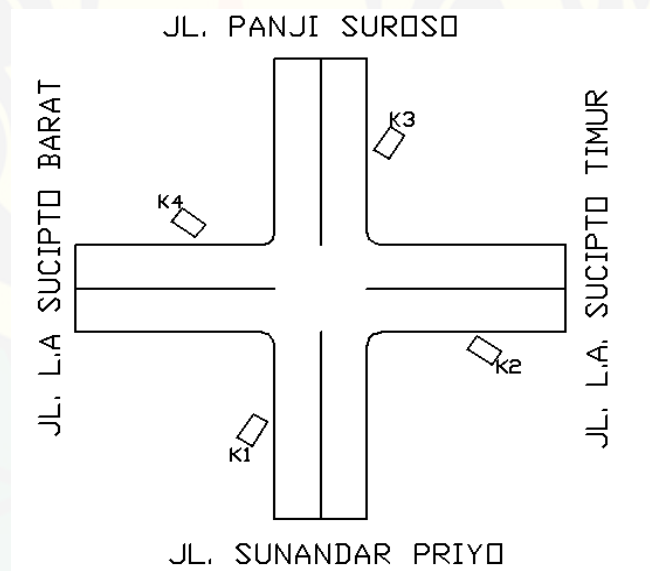
#### 2) Survei *time headway*

Survei *time headway* dilakukan dengan menggunakan data rekaman lalu lintas yang didapatkan dari penelitian doctoral Sonya Sulistyono, 2017. Teknik pengambilan data rekaman lalu lintas simpang yang dilakukan oleh penelitian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### a) Survei lapangan perekaman video (*video recording*)

- (a) Peralatan yang digunakan pada perekaman tersebut yaitu:

1. kamera video untuk alat perekam.
  2. tiang/tripod setinggi 3 meter untuk penopang kamera.
  3. Tangga portabel untuk menempatkan kamera pada tiang.
- (b) Kamera video ditempatkan pada lokasi yang aman dan dapat merekam pergerakan kendaraan pada mulut kaki simpang. Perletakan kamera dilakukan pada bahu jalan dan posisi kamera dijauhkan dari pepohonan atau benda yang dapat menutupi pandangan kamera. Kamera ditempatkan pada tiang setinggi kurang lebih tiga meter dan diletakkan pada setiap lengan simpang. Penempatan kamera pada simpang L.A Sucipto dapat dilihat pada gambar 3.2 yang dapat dijelaskan dibawah ini.



Gambar 3.2 Posisi letak kamera

Keterangan :

- K1 : letak kamera 1 untuk merekam pergerakan lalu lintas di Jalan Sunandar Priyo Sudarmo
- K2 : letak kamera 2 untuk merekam pergerakan lalu lintas di Jalan L.A. Sucipto sebelah timur
- K3 : letak kamera 3 untuk merekam pergerakan lalu lintas di Jalan Panji Suroso
- K4 : letak kamera 4 untuk merekam pergerakan lalu lintas di Jalan L.A. Sucipto sebelah barat

b) *Video/image processing* hasil perekaman survai lapangan

Hasil rekaman selanjutnya diolah (*video image processing*) sedemikian rupa sehingga memberikan kemudahan kepada surveyor untuk melakukan pengamatan dalam kompilasi data menggunakan televisi atau komputer.

Survei *time headway* dilakukan pada kondisi lalu lintas dalam keadaan jenuh. Survei ini dilakukan dengan menggunakan data rekaman lalu lintas yang telah direkam oleh kamera kemudian dipindahkan kedalam komputer atau laptop. Data *time headway* ini digunakan untuk mendapatkan nilai emp MC, HV1, HV2, dan HV3 pada perhitungan selanjutnya. Berikut merupakan cara sruvei *time headway*:

- (1) Mencatat data *time hedway* melalui rekaman yang telah didapatkan tersebut dengan diputar melalui komputer atau laptop.
- (2) Memberi tanda pada lcd/monitor dengan lakban/isolasi sebagai titik dimana kendaraan akan berangkat pada pendekatan untuk mempermudah pengamatan.
- (3) Menentukan kendaraan yang akan disurvei yang meliputi 25 kombinasi kendaraan yaitu LV-LV, MC-MC, LV-MC, MC-LV, LV-HV1, HV1-LV, HV1-HV1, HV1-HV2, HV1-HV3, HV1-MC, MC-HV1, LV-HV2, HV2-LV, HV2-HV2, HV2-HV1, HV2-HV3, HV2-MC, MC-HV2, LV-HV3, HV3-LV, HV3-HV3, HV3-HV1, HV3-HV2, HV3-MC, dan MC-HV3. Rincian jenis truk dapat dijelaskan sebagai berikut
  - (a) HV1 merupakan kendaraan besar golongan kecil yang terdiri dari truk 2as 4 roda, truk 2 as 6 roda, dan bus kecil.
  - (b) HV2 merupakan kendaraan besar golongan sedang yang terdiri dari truk 3 as dan bus besar.
  - (c) HV3 merupakan kendaraan besar golongan besar yang terdiri dari truk gandeng, truk trailer 4 as, truk trailer 5 as, dan truk trailer 6 as.

- (4) Menandai waktu antar kendaraan yang berjalan beriring-iringan setiap kaki simpang dengan stopwatch ketika melewati titik/garis pengamatan yang telah ditentukan kemudian dihitung selisih waktu antara antara kendaraan yang beriringan dengan menggunakan kalkulator, setelah itu mencatat pada formulir survei.
  - (5) Pencatatan nilai *headway* dimulai ketika kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan pada simpang jalan yang akan dilalui secara berurutan, dihitung dari bumper depan ke bumper depan kendaraan belakangnya.
  - (6) Pencatatan dilakukan dimulai ketika lampu hijau berjalan setelah empat detik dikarenakan kendaraan akan mengalami percepatan terlebih dahulu sebelum sampai kecepatan yang konstan.
- 3) Panjang antrian lapangan
- Data panjang antrian lapangan diperoleh dengan mengukur panjang kendaraan yang antri pada saat diakhir hijau dan diakhir merah dengan bantuan roll meter, kapur/marker warna putih sehingga terlihat garis putih di atas aspal yang diletakkan sehari sebelum pelaksanaan survei sehingga mempermudah dalam persiapannya.

### 3.5 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode perhitungan perhitungan *time headway* dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

#### 3.5.1 Perhitungan Nilai EMP *Time Headway*

Data *time headway* yang sudah didapatkan dari pengumpulan data kemudian dapat dihitung untuk mencari nilai emp *time headway*. Kombinasi kendaraan *time headway* yang dihitung sebagai berikut:

1. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Light Vehicle* (LV)
2. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Motor Cycle* (MC)
3. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Motor Cycle* (MC)
4. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Light Vehicle* (LV)

5. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV1)
6. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Light Vehicle* (LV)
7. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle* (HV1)
8. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
9. *Heavy Vehicle 1* (HV1) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
10. *Heavy Vehicle 1* (HV) diikuti *Motor Cycle* (MC)
11. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV)
12. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
13. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Light Vehicle* (LV)
14. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
15. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 1* (HV1)
16. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
17. *Heavy Vehicle 2* (HV2) diikuti *Motor Cycle* (MC)
18. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV2)
19. *Light Vehicle* (LV) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)
20. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Light Vehicle* (LV)
21. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle* (HV3)
22. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle 2* (HV1)
23. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV2)
24. *Heavy Vehicle 3* (HV3) diikuti *Motor Cycle* (MC)
25. *Motor Cycle* (MC) diikuti *Heavy Vehicle 3* (HV3)

Data *time headway* digunakan untuk analisis rasio *headway* yang diperoleh dari hasil pembacaan hasil perekaman video. Setelah data *time headway* diperoleh kemudian dilakukan distribusi normal/uji normalitas dengan bantuan aplikasi SPSS. Distribusi normal merupakan distribusi teoritis dengan variabel acak. Karena sampel tersebut diambil secara acak maka dimungkinkan adanya suatu kesalahan standard deviasi dari distribusi sebagai *standard error* (E), yang dapat dihitung pada persamaan 2.29. sedangkan untuk menghitung *standard deviasi* menggunakan persamaan 2.30. setelah itu untuk menghitung konfidensi menggunakan persamaan 2.31. Untuk nilai rata-rata *time headway* untuk distribusi normal lebih dari 30 sampel ( $n \geq 30$ ) dapat digunakan persamaan 2.32.



Data yang sudah berdistribusi normal kemudian dapat dihitung data *headway* terkoreksi menggunakan persamaan 2.23 sampai 2.27. Nilai EMP HV diperoleh dari rata-rata *time headway* terkoreksi HV dibagi rata-rata *time headway* terkoreksi LV. Sedangkan emp MC didapat dari rata-rata *time headway* terkoreksi MC dibagi rata-rata *time headway* terkoreksi LV.

Setelah memperoleh nilai emp kemudian dilakukan perhitungan kinerja simpang sesuai MKJI 1997. Kinerja simpang dalam penelitian ini akan dibandingkan antara kinerja dengan menggunakan emp hasil penelitian ini dan kinerja dengan menggunakan emp pada MKJI 1997.

Setelah didapatkan hasil perhitungan kinerja simpang kemudian dilakukan analisis lanjutan untuk membandingkan hasil hitungan MKJI 1997 menggunakan emp MKJI 1997 dan emp *time headway* dengan kenyataan di lapangan dalam hal ini panjang antrian.

### **3.6 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Metode MKJI 1997**

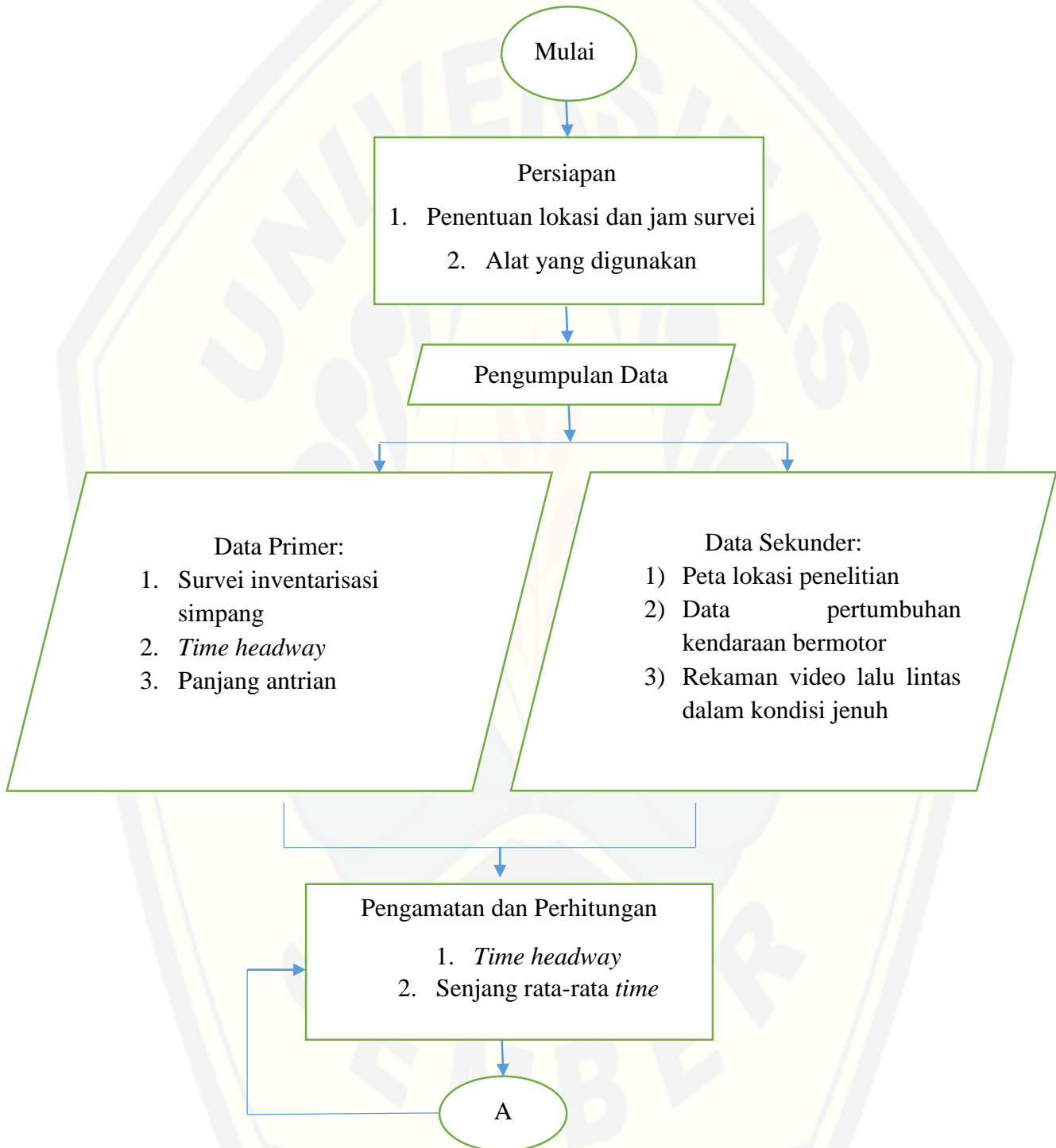
Dalam analisis kinerja simpang bersinyal metode MKJI 1997 terdapat beberapa parameter. Langkah-langkah perhitungan kinerja simpang bersinyal metode MKJI 1997 yaitu:

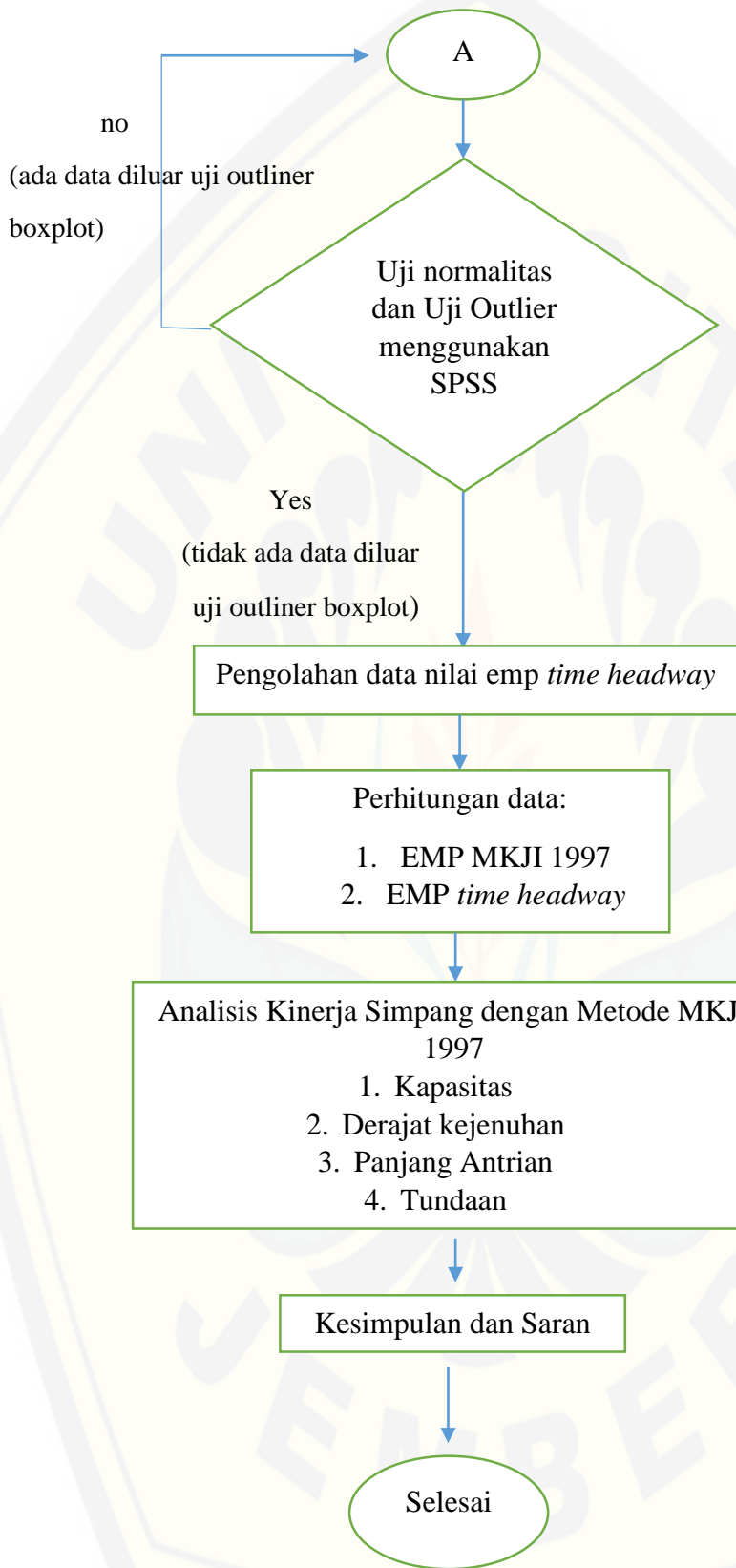
1. Menghitung arus jenuh (S)
2. Menghitung kapasitas simpang (C)
3. Menghitung derajat kejenuhan (DS)
4. Menghitung panjang antrian (QL)
5. Menghitung kendaraan henti (NS)
6. Menghitung tundaan (D)

Pada penelitian ini analisis kinerja hanya memperhitungkan kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Tahapan kegiatan penelitian secara ringkas dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :





Gambar 3.3 Gambar Diagram Alir

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut :

1. Nilai emp yang didapatkan dengan metode *time headway* pada Jalan L.A Sucipto Barat untuk MC sebesar 0,47, HV1 sebesar 1,25, HV2 sebesar 1,77, dan HV3 sebesar 2,6. Nilai emp pada Jalan L.A Sucipto Timur untuk MC sebesar 0,46, HV1 sebesar 1,22, HV2 sebesar 2,03, dan HV3 sebesar 2,64. Nilai emp pada Jalan Panji Suroso untuk MC sebesar 0,56, HV1 sebesar 1,18, HV2 sebesar 1,87, dan HV3 sebesar 3,33. Nilai emp pada Jalan Sunandar Priyo untuk MC sebesar 0,58, HV1 sebesar 1,01, HV2 sebesar 1,43, dan HV3 sebesar 2,73.
2. Perbandingan kinerja simpang bersinyal menggunakan emp *time headway* dan emp MKJI 1997 menunjukkan perbedaan nilai yang cukup signifikan, salah satunya adalah dari nilai panjang antrian. Nilai panjang antrian dengan emp *time headway* pada lengan L.A. Sucipto Timur sebesar 521,13 m berbanding 203,41 m menggunakan emp MKJI 1997, lengan L.A. Sucipto Barat 778,97 m berbanding 187,71 m, lengan Panji Suroso 823,98 m berbanding 405,67 m, lengan Sunandar Priyo 683,15 m berbanding 251,92 m. Hasil dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa perhitungan dengan emp MKJI 1997 lebih mendekati dengan panjang antrian pada lapangan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada simpang bersinyal dengan pendekat yang terlindung atau dengan fase sinyal yang berbeda di Kota Malang yang memiliki karakteristik lalu lintas kendaraan berat beragam dengan pendekat yang terlindung.

2. Pada penelitian yang selanjutnya dapat memakai metode yang berbeda untuk perhitungan emp atau pada interval waktu yang lebih lama agar mendapatkan data yang lebih banyak.
3. Penempatan kamera akan lebih baik jika ditempatkan diatas atau lebih tinggi sehingga terlihat jelas kendaraan yang melintas pada batas garis *headway*.

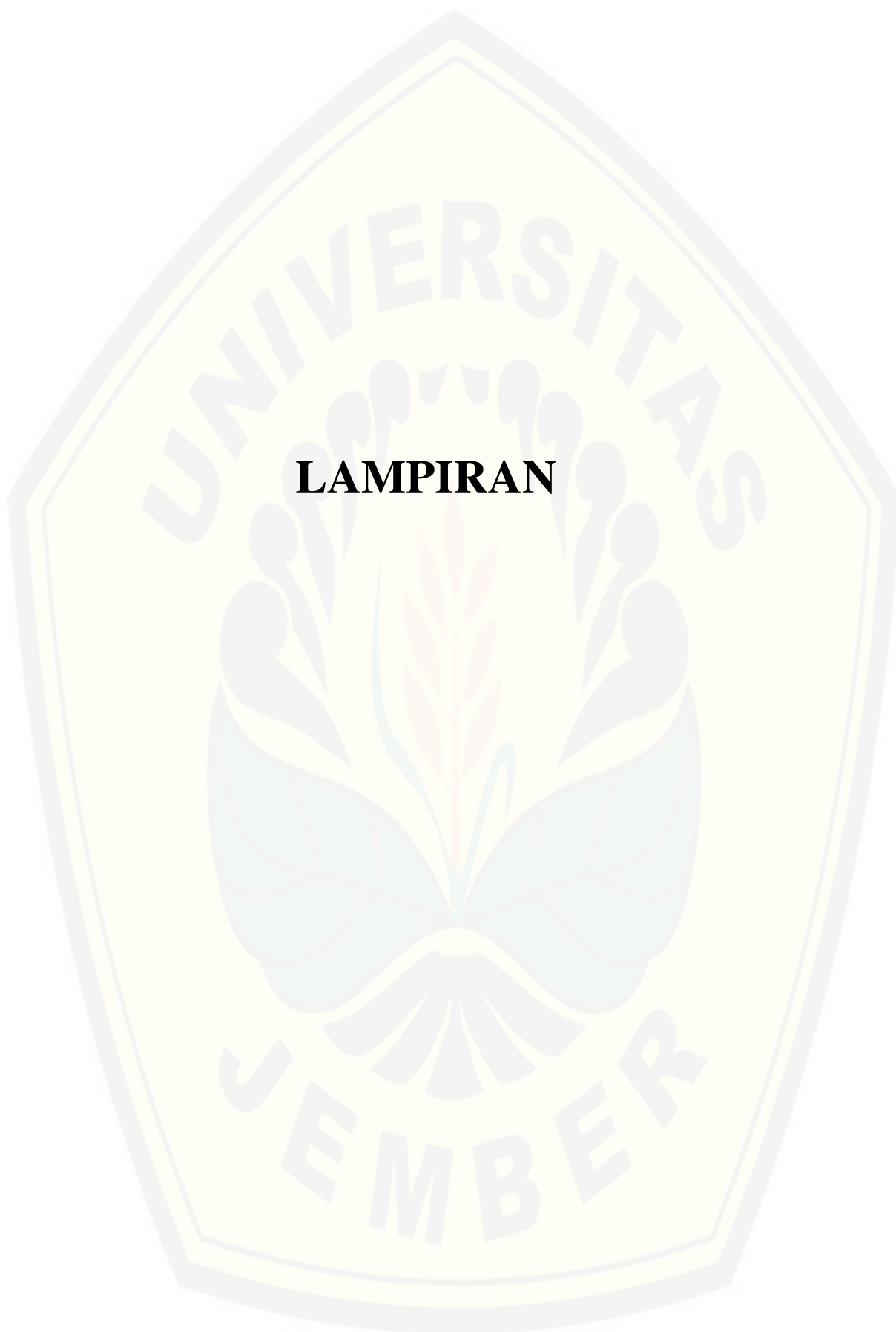


**DAFTAR PUSTAKA**

- Adams, C.A. 2014. *Passenger Car Unit Values for Urban Mixed Traffic Flow at Signalised Intersections on Two Lane Dual Carriageways in the Tamale Metropolis, Ghana*. International Refereed Journal of Engineering and Science.
- Andini, C.A. 2013. *Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (Emp) Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Time Headway dan Aplikasinya Untuk Menghitung Kinerja Ruas Jalan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Anonim. 1990. *Dirjen Lalu Lintas Angkutan Jalan Raya (DLLAIR) 1990*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Irianto, A. 2004. *Statistik konsep dasar dan aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media
- Juniarta, Wayan. 2012. *Penentuan Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Ruas Jalan Perkotaan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Lam, William H.K. Lam. 1994. *Saturation Flows and Passenger Car Equivalentents at Signalises Intersections in Hongkong*. Secong International Symposium on Highway Capacity
- Morlok, E.K. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Morlok, E.K. 1998. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 1993.
- Salter, R.J. 1974. *Highway Traffic Analysis and Design*. London: The Macmillan Press LTD.
- Sumarsono, Agus. 2017. *Evaluasi Nilai EMP MKJI dan EMP Time Headway pada Simbang Bersinyal dengan Validitas Panjang Antrian*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Suweda, I.W. 2016. *Time Headway Analysis To Determine The Road Capacity*. Jurnal Spektran.

Wikrama, Jaya. 2011. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.

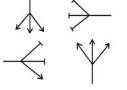
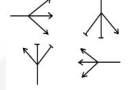
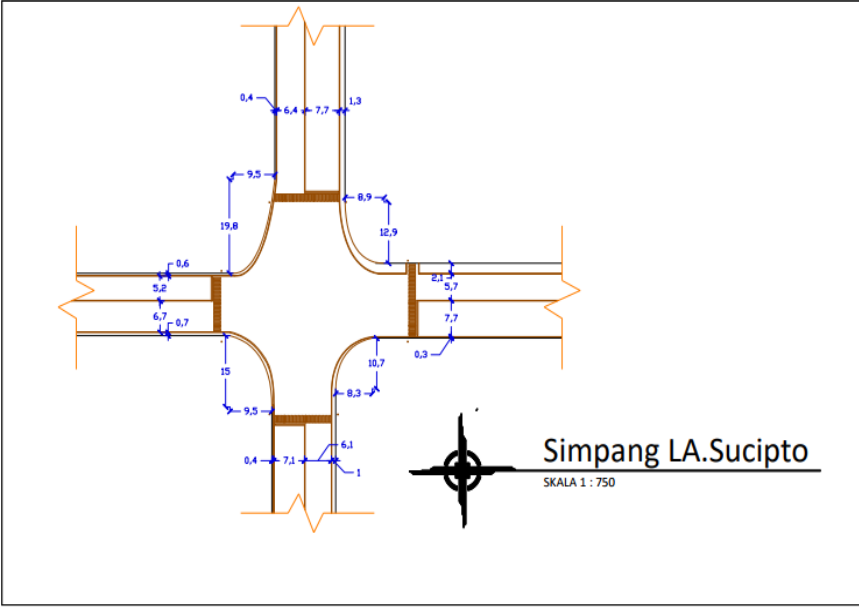




**LAMPIRAN**



Lampiran 1. Formulir SIG 1 Metode MKJI 1997

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar Sketsa Fase)										
<b>g = 30,00</b>  <b>IG= 4</b>	<b>g = 50,00</b>  <b>IG= 4</b>	<b>g =</b>  <b>IG=</b>	<b>g =</b>  <b>IG=</b>	waktu siklus c <p style="text-align: center;"><b>88,00</b></p> Waktu hilang total : <b>LTI = Σ IG= 8</b>						
SKETSA SIMPANG										
										
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Sampung (Tinggi/Rend)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat ( m )			
							Pendekat W <sub>A</sub>	Masuk W <sub>ENTRY</sub>	Belok kiri lgs. W <sub>LTOR</sub>	Keluar W <sub>EXIT</sub>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0%	Y	-	7,70	5,70	2,0	6,1
T	COM	T	T	0%	-	-	7,7	7,70	0,0	6,7
S	RES	R	T	0%	Y	-	7,10	5,10	2,0	6,4
B	COM	T	T	0%	Y	-	5,20	3,20	2,0	5,7

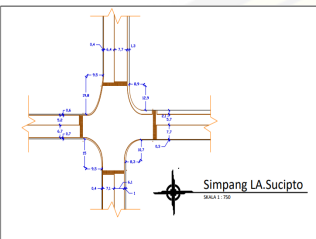
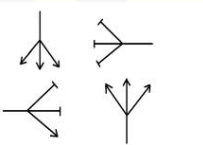
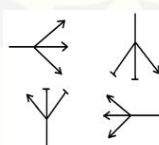
Lampiran 2. Formulir SIG 2 Metode MKJI 1997

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 12 Oktober 2017										Ditangani oleh : Hamidah Rahmasari					
Formulir SIG-II :		Kota : Malang										Periode : jam puncak sore (13.15 - 14.15)					
ARUS LALULINTAS		Simpang : LA Sucipto															
		Perihal : 2 fase															
Kode	Arah	Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor ( MV )												Kend.tak bermotor			
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(HV)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P <sub>UM</sub> =
		emp terlindung = 1			emp terlindung = 1,3			emp terlindung = 0,2			Total						
		emp terlaw an = 1			emp terlaw an = 1,3			emp terlaw an = 0,4			MV						
Pendekat		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		Kiri P <sub>LT</sub>	Kanan P <sub>RT</sub>	kend/ jam	UM/MV
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT	157,00		157	40,00		52	175,00		70	372,00		279	0,17		2,00	
	ST	484,00		484	152,00		197,6	676,00		270,4	1312,00		952			2,00	
	RT	213,00		213	10,00		13	364,00		145,6	587,00		371,6		0,23	1,00	
	<b>Total</b>	<b>854,00</b>		<b>854</b>	<b>202,00</b>		<b>262,6</b>	<b>1215,00</b>		<b>486</b>	<b>2271,00</b>		<b>1602,6</b>			<b>5,00</b>	<b>0,002</b>
T	LT	89,00		89	11,00		14,3	272,00		108,8	372,00		212,1	0,17		4,00	
	ST	606,00		606	15,00		19,5	935,00		374	1556,00		999,5			9,00	
	RT	36,00		36	10,00		13	38,00		15,2	84,00		64,2		0,05	0,00	
	<b>Total</b>	<b>731,00</b>		<b>731</b>	<b>36,00</b>		<b>46,8</b>	<b>1245,00</b>		<b>498</b>	<b>2012,00</b>		<b>1275,8</b>			<b>13,00</b>	<b>0,006</b>
S	LT	181,00		181	25,00		32,5	139,00		55,6	345,00		269,1	0,22		3,00	
	ST	329,00		329	149,00		193,7	683,00		273,2	1161,00		795,9			3,00	
	RT	104,00		104	8,00		10,4	124,00		49,6	236,00		164		0,13	1,00	
	<b>Total</b>	<b>614,00</b>		<b>614</b>	<b>182,00</b>		<b>236,6</b>	<b>946,00</b>		<b>378,4</b>	<b>1742,00</b>		<b>1229</b>			<b>7,00</b>	<b>0,004</b>
B	LT	245,00		245	39,00		50,7	59,00		23,6	343,00		319,3	0,39		0,00	
	ST	202,00		202	13,00		16,9	544,00		217,6	759,00		436,5			2,00	
	RT	34,00		34	12,00		15,6	54,00		21,6	100,00		71,2		0,09	0,00	
	<b>Total</b>	<b>481,00</b>		<b>481</b>	<b>64,00</b>		<b>83,2</b>	<b>657,00</b>		<b>262,8</b>	<b>1202,00</b>		<b>827</b>			<b>2,00</b>	<b>0,002</b>

**Lampiran 3. Formulir SIG 3 Metode MKJI 1997**

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		Tanggal : 12 Oktober 2017					
Formulir SIG - III :		Ditangani oleh :					
-WAKTU ANTAR HJAU		Kota : Malang					
-WAKTU HILANG		Simpang : LA Sucipto					
		Perihal : 2 fase					
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekat	Kecepatan $V_{EV}$ (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B	
		Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)					
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
S		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
0		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
	Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)					
		Fase 1 --> Fase 2					1
		Fase 2 --> Fase 1					1
		Fase 3 --> Fase 4					
		Fase 4 --> Fase 1					
		Jumlah fase	2	kuning/fase	3		6
		Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+w aktu kuning (dtk / siklus )					8

Lampiran 4. Formulir SIG 4 Metode MKJI 1997

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>			Tanggal : 12 Oktober 2017			Ditangani oleh :																
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL			Kota : Malang			Perihal : 2 fase																
KAPASITAS			Simpang : LA Sucipto			Periode : jam puncak sore (13:15 - 14:15)																
																						
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam Hijau						Arus lalu lintas smp/Jam	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS =		
			P <sub>LDR</sub>	P <sub>LT</sub>	P <sub>RT</sub>	Q <sub>RT</sub>	Q <sub>RT0</sub>		Faktor Penyesuaian													
									Semua tipe pendekat			Hanya tipe P									Nilai disesuaikan smp/jam hijau S	
			Ukuran kota F <sub>CS</sub>	Hambatan Samping F <sub>SF</sub>	kelandaian F <sub>G</sub>	Parkir F <sub>P</sub>	Belok Kanan F <sub>RT</sub>		Belok Kiri F <sub>LT</sub>	Q	Q/S	IFR	g	Sxg/c								Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
	1	O	0,17		0,23	371,60	164,00	5,70	2444,00	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2177,43	1323,60	0,61	0,64	50,00	1237,18	1,070
	2	O		0,17	0,05	64,20	71,20	7,70	4220,00	0,94	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	3663,49	1275,80	0,35	0,36	30,00	1248,92	1,022
	1	O	0,22		0,13	164,00	371,60	5,10	1795,00	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1646,77	959,90	0,583		50,00	935,67	1,026
	2	O	0,39		0,09	71,20	64,20	3,20	1760,00	0,94	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1535,84	507,70	0,33		30,00	523,58	0,970
<b>Waktu hilang total</b>			8			Waktu siklus pra penyesuaian c ua (det)			387,4052			IFR =			0,96							
LTI ( det )						Waktu siklus disesuaikan c (det)			88,00			ΣFR <sub>CRIT</sub>										

Lampiran 5. Formulir SIG 5 Metode MKJI 1997

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>					Tanggal : 12 Oktober 2017				Ditangani oleh :						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : Malang				Kondisi Eksiting hambatan samping sesuai						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : LA Sucipto				Periode : Jam Puncak Sore (13.15-14.15)						
TUNDAAN					Waktu siklus : 101										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam <b>Q</b>	Kapasitas smp / jam <b>C</b>	Derajat Kejenuhan <b>DS= Q/C</b>	Rasio Hijau <b>GR= g/c</b>	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian ( m ) <b>QL</b>	Angka Henti stop/smp <b>NS</b>	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam <b>Nsv</b>	Tundaan			
					<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>Total NQ= NQ<sub>1</sub>+NQ<sub>2</sub></b>	<b>NQMAKS</b>				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp <b>DT</b>	Tundaan geometrik rata-rata det/smp <b>DG</b>	Tundaan rata-rata det/smp <b>D = DT+DG</b>	Tundaan total smp.det <b>D x Q</b>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	1323,60	1237,18	1,07	0,57	50,23	35,63	85,86	115,62	405,67	2,39	3161,15	167,08	7,62	174,70	231236,84
T	1275,80	1248,92	1,02	0,34	25,98	31,54	57,51	78,77	204,60	1,66	2117,59	104,21	6,44	110,65	141162,86
S	959,90	935,67	1,03	0,57	22,87	24,29	47,17	65,31	256,14	1,81	1736,53	107,67	6,59	114,26	109681,34
B	507,70	523,58	0,97	0,34	7,81	12,22	20,03	30,03	187,71	1,45	737,33	82,23	5,58	87,81	44581,00
LTOR(semua)	0,00											0,00	6,00	6,0	0
Arus total. Q tot.	4067,00									Total :	7753			Total :	526662
Arus kor. Qkor.										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	1,91			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	129,50

Lampiran 6. Formulir SIG 1 Metode *Time Headway*

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar Sketsa Fase)										
<b>g =</b> 30,00	<b>g =</b> 50,00		<b>g =</b>	<b>g =</b>	waktu siklus c					
					<b>88,00</b>					
<b>IG=</b> 4	<b>IG=</b> 4		<b>IG=</b>	<b>IG=</b>	Waktu hilang total :					
					<b>LTI = Σ IG=</b>					
					<b>8</b>					
SKETSA SIMPANG										
<p style="text-align: right;"><b>Simpang LA.Sucipto</b> SKALA 1 : 750</p>										
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rend)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat ( m )			
							Pendekat $W_A$	Masuk $W_{ENTRY}$	Belok kiri lgs $W_{LTOR}$	Keluar $W_{EXIT}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0%	Y	-	7,70	5,70	2,0	6,1
T	COM	T	T	0%	-	-	7,7	7,70	0,0	6,7
S	RES	R	T	0%	Y	-	7,10	5,10	2,0	6,4
B	COM	T	T	0%	Y	-	5,20	3,20	2,0	5,7

Lampiran 7. Formulir SIG 2 Metode *Time Headway*

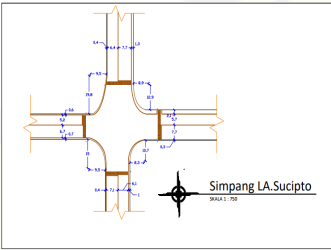
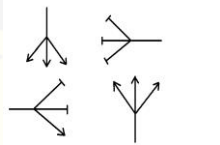
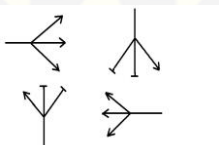
SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 12 Oktober 2017																	Ditangani oleh :				
Formulir SIG-II :		Kota : Malang																					
ARUS LALULINTAS		Simpang : LA Sucipto																	Perihal : 4 fase				
		Perihal : 2 fase																					
Kode	Arah	Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor ( MV )																		Kend.tak bermotor			
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat Kecil (HV1)			Kendaraan Berat Sedang (HV2)			Kendaraan Berat Besar (HV3)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor			Rasio	Arus	Rasio	
Pendekat		emp terlawan U =	1,0	emp terlawan U =	1,73	emp terlawan U =	1,43	emp terlawan U =	2,73	emp terlawan U =	0,58	Total			Berbelok			UM	P <sub>UM</sub> =				
		emp terlawan T =	1,0	emp terlawan T =	1,87	emp terlawan T =	2,03	emp terlawan T =	2,64	emp terlawan T =	0,46	MV						kend/	UM/ MV				
		emp terlawan S =	1,0	emp terlawan S =	2,13	emp terlawan S =	1,87	emp terlawan S =	3,33	emp terlawan S =	0,56							jam					
		emp terlawan B =	1,0	emp terlawan B =	1,96	emp terlawan B =	1,77	emp terlawan B =	2,60	emp terlawan B =	0,47												
		kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	kend/	smp/jam	Kiri	Kanan				
		jam	Terlindung	Terlawan	jam	Terlindung	Terlawan	jam	Terlindung	Terlawan	jam	Terlindung	Terlawan	jam	Terlindung	Terlawan	jam	Terlindung	Terlawan	P <sub>LT</sub>	P <sub>RT</sub>		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(6)	(7)	(8)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LTOR	157,00		157	32,00		55,20	8,00		11,45	0,00		0,00	175,00		101,5	349,00		325,15	0,18		2,00	
	ST	484,00		484	122,00		55,20	21,00		30,05	9,00		24,60	676,00		392,08	1192,00		985,93			2,00	
	RT	213,00		213	6,00		55,20	1,00		1,43	3,00		8,20	364,00		211,12	609,00		488,95		0,28	1,00	
	Total	854,00		854	160,00		139,73	30,00		42,93	12,00		32,80	1215,00		704,7	2150,00		1774,16			5,00	0,002
T	LTOR	89,00		89	8,00		14,98	0,00		0,00	3,00		7,92	272,00		125,12	369,00		237,02	0,17		4,00	
	ST	606,00		606	11,00		20,59	3,00		6,09	1,00		2,64	935,00		430,1	1552,00		1065,42			9,00	
	RT	36,00		36	7,00		13,11	3,00		6,09	0,00		0,00	38,00		17,48	81,00		72,67		0,05	0,00	
	Total	731,00		731	26,00		48,68	6,00		12,17	4,00		10,56	1245,00		572,7	2002,00		1375,11			13,00	0,006
S	LTOR	176,00		176	17,00		36,18	4,00		7,49	4,00		13,33	139,00		77,84	347,00		310,85	0,22		3,00	
	ST	343,00		343	32,00		68,11	40,00		74,93	30,00		100,01	683,00		382,48	1148,00		968,54			3,00	
	RT	53,00		53	32,00		68,11	4,00		7,49	1,00		3,33	124,00		69,44	183,00		201,38		0,14	1,00	
	Total	572,00		572	81,00		172,41	48,00		89,92	12,00		40,00	946,00		529,76	1678		1404,09			7,00	0,004
B	LTOR	245,00		245	31,00		60,87	8,00		14,15	0,00		0,00	59,00		27,73	335,00		347,75	0,35		0,00	
	ST	202,00		202	31,00		60,87	0,00		0,00	0,00		0,00	544,00		255,68	777,00		518,55			2,00	
	RT	34,00		34	31,00		60,87	1,00		1,77	1,00		2,60	54,00		25,38	119,00		124,62		0,13	0,00	
	Total	481,00		481	93,00		182,60	9,00		15,92	1,00		2,60	657,00		308,79	1231,00		990,91			2,00	0,002

**Lampiran 8. Formulir SIG 3 Metode *Time Headway***

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		Tanggal : 12 Oktober 2017					
Formulir SIG - III :		Ditangani oleh :					
-WAKTU ANTAR HJAU		Kota : Malang					
-WAKTU HILANG		Simpang : LA Sucipto					
		Perihal : 2 fase					
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekat	Kecepatan $V_{EV}$ (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B	
		Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)					
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
S		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
0		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
	Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)					
		Fase 1 --> Fase 2					1
		Fase 2 --> Fase 1					1
		Fase 3 --> Fase 4					
		Fase 4 --> Fase 1					
		Jumlah fase	2	kuning/fase	3		6
		Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+w aktu kuning (dtk / siklus )					8



Lampiran 9. Formulir SIG 4 Metode *Time Headway*

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>			Tanggal : 12 Oktober 2017						Ditangani oleh :													
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL			Kota : Malang						Perihal : 2 fase													
KAPASITAS			Simpang : LA Sucipto						Periode : jam puncak sore (13:15 - 14:15)													
			Fase 1						Fase 2													
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam Hijau								Arus lalu lintas smp/Jam	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=
			P <sub>LOR</sub>	P <sub>LT</sub>	P <sub>RT</sub>	Q <sub>RT</sub>	Q <sub>RTO</sub>		Nilai dasar smp/j hijau So	Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S						
										Semua tipe pendekat			Hanya tipe P									
			Ukuran kota F <sub>CS</sub>	Hambatan Samping F <sub>SF</sub>	kelandaian F <sub>G</sub>	Parkir F <sub>P</sub>	Belok Kanan F <sub>RT</sub>		Belok Kiri F <sub>LT</sub>	Q	Q/S	FR <sub>crit</sub>	IFR	Sxg/c	Q/C							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	O	0,18		0,28	488,95	201,38	5,70	2420,00	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2156,05	1474,88	0,68	0,61	50,00	1225,03	1,204
T	2	O		0,17	0,05	72,67	124,62	7,70	3900,00	0,94	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	3385,69	1375,11	0,41		30,00	1154,21	1,191
S	1	O	0,22		0,14	201,38	488,95	5,10	1900,00	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1743,10	1169,91	0,67		50,00	990,40	1,181
B	2	O	0,35		0,13	124,62	72,67	3,20	1680,00	0,94	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1466,03	643,16	0,44	0,39	30,00	499,78	1,287
<b>Waktu hilang total</b>			8			Waktu siklus pra penyesuaian c ua (det)			-138,462			IFR =			1,123							
LTI ( det )						Waktu siklus disesuaikan c (det)			88,00			ΣFR <sub>CRIT</sub>										

Lampiran 10. Formulir SIG 5 Metode *Time Headway*

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>					Tanggal : 12 Oktober 2017				Ditangani oleh : Hamidah Rahmasari						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : Malang				Kondisi Eksiting hambatan samping sesuai						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : LA Sucipto				Periode : Jam Puncak Sore (13.15-14.15)						
TUNDAAN					Waktu siklus : 101										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian ( m ) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam Nsv	Tundaan			
					N1	N2	Total NQ= NQ <sub>1</sub> +NQ <sub>2</sub>	NQMAKS				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	1474,88	1225,03	1,20	0,57	128,29	49,28	177,56	234,83	823,98	4,43	6537,62	402,97	12,05	415,02	612112,10
T	1375,11	1154,21	1,19	0,34	113,95	37,31	151,26	200,64	521,13	4,05	5569,05	387,60	15,23	402,83	553940,95
S	1169,91	990,40	1,18	0,57	93,37	37,55	130,93	174,20	683,15	4,12	4820,42	364,34	13,80	378,14	442390,55
B	643,16	499,78	1,29	0,34	74,34	18,46	92,80	124,64	778,97	5,31	3416,60	569,50	17,99	587,50	377854,80
LTOR(semua)	0,00											0,00	6,00	6,0	0
Arus total. Q tot.	4663,07									Total :	20344			Total :	1986298
Arus kor. Qkor.										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	4,36			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	425,96

Lampiran 11. Gambar Geometrik Simpang L.A.Sucipto

