

TUGAS AKHIR

REKAYASA KOORDINASI SIMPANG PADA SIMPANG TUGU DAN SIMPANG PINGIT DI KOTA YOGYAKARTA *(Signal Coordination Manipulation for Tugu and Pingit Intersections at Yogyakarta City)*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Nendra Ramadhana
14511305

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2019**

TUGAS AKHIR

REKAYASA KOORDINASI SIMPANG PADA SIMPANG
TUGU DAN SIMPANG PINGIT DI KOTA YOGYAKARTA
(Signal Coordination Manipulation for Tugu and Pingit
Intersections at Yogyakarta City)

Disusun oleh

NENDRA RAMADHANA

14511305

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Dipin pada tanggal
06 Januari 2020

Oleh Dewan Pengujian

Penguji I

Penguji II

Pembimbing I

Berlian Kushari, S.T., M.Eng.
NIK: 015110101

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D
NIK: 8851101

Rizki Budi Utomo, S.T., M.T.
NIK: 8851101

Mengesahkan,



Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 8851101

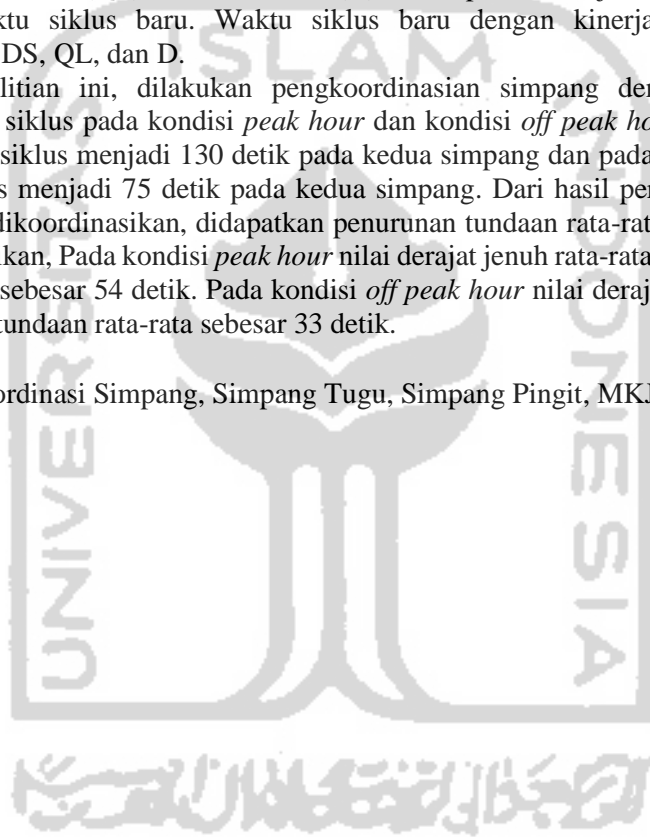
ABSTRAK

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya Kota Yogyakarta memiliki penduduk yang cukup padat. Oleh karena itu, kemacetan adalah hal yang sering terjadi di Kota Yogyakarta. Daerah yang sering terjadi kemacetan adalah di bagian simpang. Salah satunya adalah Simpang Tugu dan Simpang Pingit.

Dalam rekayasa lalu lintas, salah satu cara untuk mengurangi kemacetan di kedua simpang tersebut adalah koordinasi antar simpang bersinyal. Dalam penelitian ini, analisis kinerja simpang bersinyal dilakukan berdasarkan MKJI 1997 dan dilakukan pada setiap titik puncak. Lalu dicari jam terjenuh dengan cara membandingkan nilai derajat kejenuhan (DS), Panjang antrian (QL), dan tundaan (D). Jam puncak terjenuh dipakai untuk perencanaan waktu siklus baru. Waktu siklus baru dengan kinerja terbaik dipilih berdasarkan nilai DS, QL, dan D.

Pada penelitian ini, dilakukan pengkoordinasian simpang dengan melakukan perubahan waktu siklus pada kondisi *peak hour* dan kondisi *off peak hour*. Pada kondisi *peak hour* waktu siklus menjadi 130 detik pada kedua simpang dan pada kondisi *off peak hour* waktu siklus menjadi 75 detik pada kedua simpang. Dari hasil perhitungan kinerja simpang setelah dikoordinasikan, didapatkan penurunan tundaan rata-rata pada ruas jalan yang dikoordinasikan, Pada kondisi *peak hour* nilai derajat jenuh rata-rata sebesar 0,68 dan tundaan rata-rata sebesar 54 detik. Pada kondisi *off peak hour* nilai derajat jenuh rata-rata sebesar 0,61 dan tundaan rata-rata sebesar 33 detik.

Kata Kunci: Koordinasi Simpang, Simpang Tugu, Simpang Pingit, MKJI 1997, Tundaan



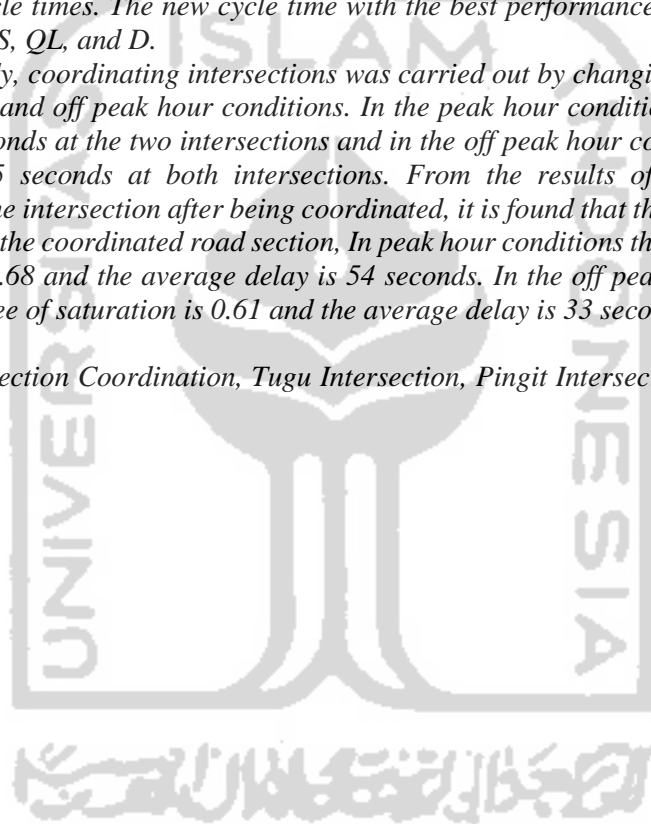
ABSTRACT

Yogyakarta Special Region Province, especially the city of Yogyakarta has a fairly dense population. Therefore, congestion is a common thing in the city of Yogyakarta. Areas that often occur in traffic jams are at the intersection. One of them is Simpang Tugu and Simpang Pingit.

In traffic engineering, one way to reduce congestion at these two intersections is coordination between signal intersections. In this study, the analysis of the performance of signalized intersections was conducted based on the 1997 MKJI and was carried out at each peak point. Then look for saturated hours by comparing the value of degree of saturation (DS), queue length (QL), and delay (D). The saturated peak hours are used for planning new cycle times. The new cycle time with the best performance is chosen based on the value of DS, QL, and D.

In this study, coordinating intersections was carried out by changing the cycle time under peak hour and off peak hour conditions. In the peak hour condition the cycle time becomes 130 seconds at the two intersections and in the off peak hour condition the cycle time becomes 75 seconds at both intersections. From the results of calculating the performance of the intersection after being coordinated, it is found that the decrease in the average delay on the coordinated road section, In peak hour conditions the average degree of saturation is 0.68 and the average delay is 54 seconds. In the off peak hour condition the average degree of saturation is 0.61 and the average delay is 33 seconds.

Keywords: *Intersection Coordination, Tugu Intersection, Pingit Intersection, MKJI 1997, Delay*



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 06 Januari 2019
Yang membuat pernyataan,



Nendra Ramadhana
(14511305)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan rahmat Allah yang maha pengasih dan maha penyayang

Dengan ini saya mempersembahkan karya ini kepada kedua orang tua saya Bapak Muhammad Toni dan Ibu Wahyu Susilowati, terimakasih atas doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan terbaik kepada saya sampai sekarang. Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan memberikan kemudahan dalam segala hal, Amin.

Try not to become a person of success, but rather try to become a person of value.

Albert Einstein

لَا تُفَرِّقُوا بَيْنَ الْغَنِيِّ وَالْفَقِيرِ

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Koordinasi Simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-salamnya kepada:

1. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I,
2. selaku Dosen Penguji I, Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D
3. selaku Dosen Penguji II, dan Rizki Budi Utomo, S.T., M.T.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil
5. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 2019

Penulis,

Nendra Ramadhana

14511305

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal	5
2.2 Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal berhimpit	5
2.3 Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang	6
2.4 Analisis Koordinasi Simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit di Kota Yogyakarta	7
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Simpang Jalan	8
3.2 Syarat Koordinasi Simpang	10
3.3 Arus Lalu Lintas	10
3.4 Sinyal Lalu Lintas	12
3.5 <i>Phasing</i>	13
3.6 <i>Offset and Bandwidth</i>	13
3.7 Waktu Sinyal	14
3.8 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	15
3.9 Perilaku Lalu Lintas	16
3.10 Koordinasi Simpang Bersinyal	18
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1 Lokasi Penelitian	21
4.2 Waktu Penelitian	21
4.3 Metode Penelitian	21
4.4 Metode Survei	21

4.5	Metode Pengumpulan Data	24
4.6	Metode Perencanaan Waktu Siklus Baru	24
4.7	Metode Pengkoordinasian Simpang	25
4.8	Diagram Alir Penelitian	26
BAB V		27
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		27
5.1	Pengumpulan Data	27
5.1.1	Geometrik Simpang	27
5.1.2	Tata Guna Lahan	28
5.1.3	Waktu Sinyal dan Fase Pergerakan	28
5.1.4	Volume Simpang	28
5.1.5	Volume Puncak Simpang	29
5.1.5	Data Sekunder	32
5.2	Analisis dan Pembahasan	32
5.2.1	Analisis Koordinasi Eksisting	32
5.2.2	Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting	33
5.2.3	Perencanaan Waktu Siklus Baru Kondisi <i>Peak Hour</i>	38
5.2.4	Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Kondisi <i>Peak Hour</i>	44
5.2.5	Koordinasi Antar Sinyal pada Kondisi <i>Peak Hour</i>	45
5.2.6	Perencanaan Waktu Siklus Baru Kondisi <i>Off Peak Hour</i>	51
5.2.7	Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Kondisi <i>Off Peak Hour</i>	56
5.2.8	Koordinasi Antar Sinyal pada Kondisi <i>Off Peak Hour</i>	57
5.3	Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Perencanaan	63
5.3.1	Koordinasi pada Kondisi <i>Peak Hour</i>	63
5.3.2	Koordinasi pada Kondisi <i>Off Peak Hour</i>	64
BAB VI		66
KESIMPULAN DAN SARAN		66
6.1	Kesimpulan	66
6.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pemilihan Pembobotan Kinerja Simpang	6
Tabel 3. 1 Emp berdasarkan pendekatan simpang	11
Tabel 3. 2 Arus rencana per jam dengan persentase LHRT	12
Tabel 3. 3 Nilai-nilai komposisi lalu lintas	12
Tabel 3. 4 Nilai normal perancangan simpang	15
Tabel 5. 1 Lebar Efektif Semua Pendekat	27
Tabel 5. 2 Tata Guna Lahan Semua Simpang	28
Tabel 5. 3 Volume Pucak Simpang Tugu	29
Tabel 5. 4 Volume Puncak Simpang Pingit	30
Tabel 5. 5 Penentuan Off Peak Hour dan Peak Hour	31
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Volume Kondisi Off Peak Hour dan Kondisi Peak Hour pada Simpang Tugu	31
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Volume Kondisi Off Peak Hour dan Kondisi Peak Hour pada Simpang Pingit	32
Tabel 5. 8 Kinerja Simpang pada Kondisi Off Peak Hour	37
Tabel 5. 9 Kinerja Simpang pada Kondisi Peak Hour	38
Tabel 5. 10 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi	40
Tabel 5. 11 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi (Lanjutan)	40
Tabel 5. 12 Kinerja Simpang Perencanaan I	41
Tabel 5. 13 Kinerja Simpang Perencanaan II	42
Tabel 5. 14 Kinerja Simpang Perencanaan III	43
Tabel 5. 15 Kinerja Simpang Perencanaan IV	44
Tabel 5. 16 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik	45
Tabel 5. 17 Perubahan Fase pada Simpang Tugu	46
Tabel 5. 18 Perubahan Fase pada Simpang Pingit	47
Tabel 5. 19 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi	52
Tabel 5. 20 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi (Lanjutan)	52
Tabel 5. 21 Kinerja Simpang Perencanaan I	53
Tabel 5. 22 Kinerja Simpang Perencanaan II	54

Tabel 5. 23 Kinerja Simpang Perencanaan III	55
Tabel 5. 24 Kinerja Simpang Perencanaan IV	56
Tabel 5.25 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik	57
Tabel 5. 26 Perubahan Fase pada Simpang Tugu	58
Tabel 5. 27 Perubahan Fase pada Simpang Pingit	59
Tabel 5. 28 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Koordinasi	63
Tabel 5. 29 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Koordinasi	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kondisi Lapangan pada Simpang Pingit	2
Gambar 1. 2 Denah Simpang Tugu – Simpang Pingit	3
Gambar 3. 1 Simpang Tiga Lengan	8
Gambar 3. 2 Simpang Empat Lengan	9
Gambar 3. 3 Bundaran Lalu Lintas	9
Gambar 3. 4 Konflik pada persimpangan	13
Gambar 3. 5 Diagram koordinasi offset dan bandwidth	14
Gambar 3. 6 Prinsip koordinasi sinyal dan green wave	19
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Simpang Tugu – Simpang Pingit	21
Gambar 4. 2 Posisi surveyor pada Simpang Tugu	22
Gambar 4. 3 Posisi surveyor pada Simpang Pingit	23
Gambar 4. 4 Diagram Alir (flowchart) Penelitian	26
Gambar 5. 1 Diagram Fase Simpang Tugu Kondisi Peak Hour	48
Gambar 5. 2 Diagram Fase Simpang Pingit Kondisi Peak Hour	48
Gambar 5. 3 Diagram Fase Simpang Pingit yang Telah dirubah	49
Gambar 5. 4 Diagram Aliran Koordinasi pada Kondisi Peak Hour	50
Gambar 5. 5 Diagram Fase Simpang Tugu kondisi Off Peak Hour	60
Gambar 5. 6 Diagram Fase Simpang Pingit kondisi Off Peak Hour	60
Gambar 5. 7 Diagram Fase Simpang Pingit yang Telah dirubah	61
Gambar 5. 8 Diagram Aliran Koordinasi pada Kondisi Off Peak Hour	62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Volume Simpang	69
LAMPIRAN 2 Data Kecepatan Kendaraan	92



DAFTAR NOTASI

MKJI 1997	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
Q	= Arus
S	= Arus Jenuh
So	= Arus Jenuh Dasar
FR	= Rasio Arus
C	= Kapasitas
DS	= Derajat Jenuh
GR	= Rasio Hijau
NQ	= Jumlah Kendaraan Antri
CT	= Waktu Siklus
QL	= Panjang Antrian
NS	= Angka Henti
Nsv	= Jumlah Kendaraan Terhenti
DT	= Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata
DG	= Tundaan Geometrik
GT	= <i>Green Time</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta tidak bisa dihindarkan dari kemacetan lalu lintas, karena setiap mahasiswa baru atau pun masyarakat baru yang ada di Kota Yogyakarta rata-rata memiliki kendaraan pribadi sehingga membuat lalu lintas di Kota Yogyakarta menjadi padat dan macet terutama pada simpang.

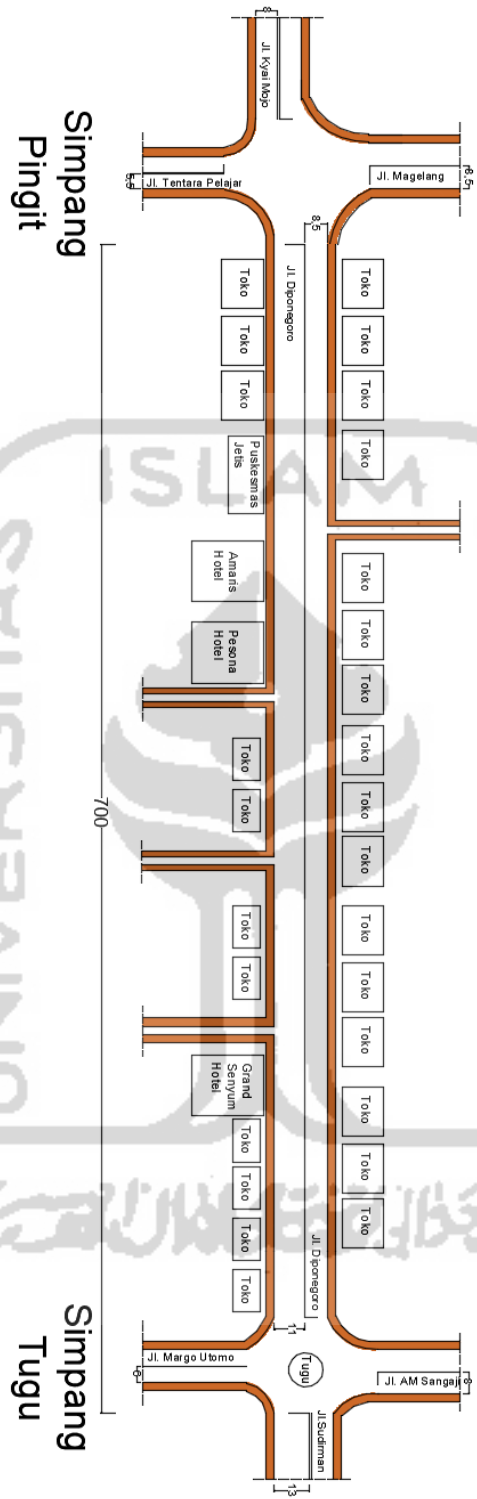
Simpang merupakan tempat pemberhentian sesaat kendaraan yang menghubungkan antar beberapa ruas jalan yang diatur oleh waktu siklus tertentu. Kepadatan pada simpang harus kita cegah agar tidak menimbulkan tumpukan kendaraan pada simpang yang membuat kemacetan lalu lintas.

Simpang yang akan ditinjau adalah Simpang Tugu menuju Simpang Pingit yang mempunyai jarak 700 meter. Simpang ini berada di tengah-tengah Kota Yogyakarta yang merupakan tempat yang ramai dikunjungi oleh wisatawan dan masyarakat Yogyakarta. Simpang ini adalah jalur menuju ke tempat-tempat wisata yang berada di Kota Yogyakarta seperti Tugu, Malioboro, Keraton, dan lain sebagainya. Pada Simpang Pingit masih terjadi tumpukan kendaraan. Tundaan yang terjadi pada simpang tersebut sekitar 50 – 70 detik sehingga menimbulkan panjang antrian kurang lebih sepanjang 60 meter atau lebih, yang berarti simpang tersebut belum terkoordinasi dengan baik. Kondisi lapangan pada pukul 16.00 dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1. 1 Kondisi Lapangan pada Simpang Pingit

Sehingga akan dilakukan rekayasa waktu siklus pada simpang tersebut. Dengan demikian ketika kendaraan yang mendapatkan lampu hijau pada Simpang Tugu dapat juga mendapatkan lampu hijau pada Simpang Pingit sehingga tidak terdapat tumpukan kendaraan yang terlalu lama pada simpang tersebut. Denah simpang dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1. 2 Denah Simbang Tugu – Simbang Pingit

Untuk mengurangi kemacetan di kedua simpang tersebut diperlukan suatu manajemen lalu lintas agar tercipta kondisi lalu lintas yang lancar sekaligus memaksimalkan kapasitas jalan dengan melakukan optimalisasi dan koordinasi di kedua simpang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Berapakah derajat kejenuhan dan waktu tundaan kedua simpang pada kondisi eksisting?
2. Berapakah derajat kejenuhan dan waktu tundaan yang didapat setelah simpang dikoordinasikan?
3. Apakah dengan mengkoordinasikan simpang tersebut dapat membuat kinerja simpang menjadi optimal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui angka derajat jenuh dan waktu tundaan pada kondisi eksisting
2. Mengetahui angka derajat jenuh dan waktu tundaan yang didapat setelah simpang dikoordinasikan.
3. Mengoptimalkan kinerja simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit dengan cara mengkoordinasikannya. Simpang optimal adalah simpang dengan waktu tundaan yang tidak lama dan tidak ada penumpukan kendaraan yang terlalu panjang dengan waktu siklus yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan untuk Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta untuk mengkoordinasikan simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit agar bisa lebih optimal.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan pada penelitian ini adalah.

1. Pengambilan data primer berupa survei lalu lintas yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Bina Marga 1997).
2. Survei lalu lintas dilakukan pada satu hari pada pagi (08.00-10.00), siang (11.00-13.00), dan sore (15.00-17.00)
3. Pengamatan dilakukan pada 2 titik simpang yaitu:
 - a. Simpang Empat Tugu (simpang I)
 - b. Simpang Empat Pingit (simpang II)
4. Penelitian ini dilakukan pada jenis kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor
5. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan jalan akses yang berada pada ruas Jalan Diponegoro seperti Jl. Bumijo dan Jl. Gowongan.
6. Penelitian ini tidak memperhitungkan hambatan samping yang diakibatkan oleh parkir yang berada pada Pasar Kranggan
7. Pada penelitian ini, penentuan asumsi waktu siklus koordinasi sinyal akan menggunakan *pre timed controller signal* atau biasa disebut *fixed time controller*. Yang berarti lama waktu siklus, *phase*, waktu hijau, waktu merah, dan lainnya diatur secara tetap sepanjang hari.
8. Kapasitas simpang dan ruas jalan diperhitungkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Bina Marga 1997)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal

Julianto (2005) melakukan penelitian Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Bangkong Kota Semarang. Metodologi penelitian yang digunakan untuk mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal adalah dengan cara mengatur waktu siklus pada satu simpang yang ditinjau.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan optimalisasi kinerja simpang bersinyal pada satu simpang dengan cara rekayasa waktu siklus baru pada simpang tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan optimalisasi simpang pada dua simpang yang saling berdekatan dengan cara mengkoordinasikan kedua simpang tersebut.

2.2 Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal berhimpit

Prasetyo (2014) melakukan penelitian Optimasi Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang Dr. Rajiman Laweyan, Surakarta. Metode yang digunakan untuk mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal berhimpit ini adalah dengan pengaturan waktu siklus dengan beberapa alternatif. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa kondisi terjelek pada pendekatan Barat dengan derajat kejenuhan (DS) 0,85, tundaan (D) 53 dt/smp dan panjang antrian (QL) 104 m. (DS) sudah memenuhi kriteria dalam MKJI 1997.

Hastuti (2004) menyimpulkan kondisi persimpangan Tegalyoso pada saat ini belum layak. Hal ini bisa dilihat dari kapasitas persimpangan yang lewat jenuh ($DS > 0,85$). Hasil kinerja simpang pada saat ini diperoleh derajat kejenuhan 1,228, panjang antrian 607,273 m dan angka henti 4,423 stop/smp.

Suryono (2005) menyimpulkan bahwa hasil analisis data pada simpang *stagger* tak bersinyal Jl. Slamet Riyadi Sukoharjo-Jl. Dr Rajiman-Jl. Joko Tingkir-Jl. Transito kondisinya jenuh pada jam sibuk. Hal ini dapat dilihat pada nilai derajat kejenuhan sebesar 0,87. Hal ini menunjukkan kinerja simpang sudah tak layak lagi.

Pada beberapa penelitian sebelumnya dilakukan optimalisasi kinerja simpang bersinyal pada simpang tiga yang berhimpit dengan metode rekayasa pada waktu

siklus di tiap simpangnya. Pada penelitian ini akan dilakukan optimalisasi simpang yang saling berdekatan dengan jarak antar simpang maksimal 800 meter yang menggunakan metode pengkoordinasian simpang.

2.3 Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang

Zain (2010) melakukan penelitian tentang Analisis dan Koordinasi Sinyal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan beberapa simpang yang berjarak kurang lebih dari 800 meter dengan cara mengkoordinasikannya. Keempat simpang pada ruas Jalan Diponegoro sebelumnya belum terkoordinasi. Kondisi ini terlihat dari waktu siklus keempat simpang yang berbeda-beda, dimana hal ini tidak memenuhi syarat sebagai simpang yang terkoordinasi. Koordinasi keempat simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama terlebih dahulu. Dari tujuh perencanaan dipilih waktu siklus berkinerja terbaik sebesar 130 detik. Koordinasi sinyal dilakukan dengan menggunakan waktu offset yang telah didapat dari kecepatan rencana, dalam hal ini kecepatan yang dipakai adalah kecepatan maksimum yang diizinkan dalam kota sesuai regulasi yang ada sebesar 40 km/jam.

Pada penelitian ini, untuk menentukan kinerja terbaik pada setiap perencanaan menggunakan metode pembobotan. Berikut adalah contoh metode pembobotan yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. 1 Pemilihan Pembobotan Kinerja Simpang

Perencanaan	Nilai dan Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan $(TP \times DS \times 0,5) + (TP \times QL \times 0,2) + (TP \times Delay \times 0,3)$
	DS 0,5	QL 0,2	Delay 0,3	DS	QL	Delay	
I	0,88	188	164,6	4	3	3	3,5
II	0,89	191	174,1	5	5	5	5
III	0,89	184	177,5	6	1	6	5
IV	0,92	187	180,5	7	2	7	6
V	0,88	189	165,5	3	4	4	3,5
VI	0,83	191	139,4	2	6	2	2,8
VII	0,71	191	39,8	1	7	1	2,2

Prayoga (2014) meneliti tentang analisis koordinasi simpang pada tiga simpang yang berada di Kota Bandar Lampung yaitu pada Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis koordinasi sinyal antar simpang pada Jalan Z.A. Pagar Alam. Pada penelitian dapat disimpulkan bahwa dari tiga kondisi dipilih waktu siklus yang bekerja terbaik yaitu 99 detik dengan offset time 90 detik. 3. Karena simpang I dan simpang III sudah tergolong macet maka disimulasikan dilakukan pembangunan underpass atau flyover. Bila pembangunan dilakukan, akan terjadi peningkatan derajat kejenuhan dan panjang antrian pada simpang II untuk pendekat timur dari derajat kejenuhan 0,77 meningkat menjadi 0,85 dan panjang antrian 102,7 meter menjadi 200 meter, pendekat barat dengan derajat kejenuhan 0,74 meningkat menjadi 0,86 dan panjang antrian 85,33 meter meningkat menjadi 165,33 meter.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan analisis pada kedua simpang yang saling berdekatan dengan metode koordinasi. Pada penelitian ini akan dilakukan metode yang sama yaitu pengkoordinasian simpang yang saling berdekatan. Pada penelitian ini dilakukan analisis hanya pada dua simpang yang saling berdekatan yaitu Simpang Tugu dan Simpang Pingit.

2.4 Analisis Koordinasi Simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit di Kota Yogyakarta

Pada beberapa pencarian artikel yang didapatkan, belum ada penelitian tentang analisis koordinasi simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit di Kota Yogyakarta. Oleh karena itu pada tugas akhir ini dilakukan penelitian tentang analisis koordinasi simpang pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit di Kota Yogyakarta.

BAB III

LANDASAN TEORI

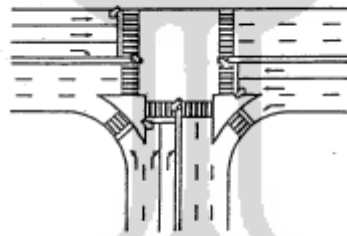
3.1 Simpang Jalan

Menurut Ditjen Bina Marga (1997) simpang jalan merupakan bentuk bangunan jalan yang menyebabkan terjadinya problem lalu lintas seperti tundaan (*delay*), kemacetan (*congestion*) dan kecelakaan (*accidents*). Untuk mengatur konflik-konflik dan tundaan pada simpang maka dilakukan manajemen simpang. Manajemen simpang dapat berupa manajemen simpang sebidang maupun manajemen simpang tak sebidang.

Menurut bentuknya simpang sebidang dapat dibedakan sebagai berikut

1. Pertemuan jalan bercabang tiga (simpang tiga)

Pada simpang ini terdapat tiga lengan jalan yang dibagi dalam sebuah simpang. Seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini

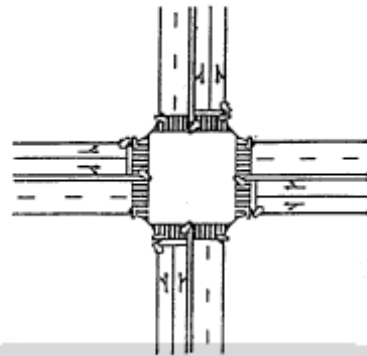


(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 3. 1 Simpang Tiga Lengan

2. Pertemuan jalan bercabang empat (simpang empat)

Pada simpang ini terdapat empat lengan jalan yang dibagi dalam sebuah simpang. Seperti pada Gambar 3.2 pada halaman berikutnya

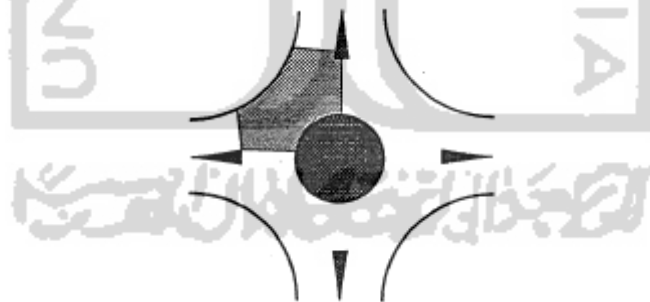


(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 3. 2 Simpang Empat Lengan

3. Bundaran (*rotary intersection*)

Bundaran lalu lintas adalah persimpangan dimana lalu lintas searah mengelilingi suatu pulau jalan yang bundar dipertengahan persimpangan lampu lalu lintas. Meskipun dampak lalu-lintas bundaran berupa tundaan selalu lebih baik dari tipe simpang yang lain misalnya simpang bersinyal, pemasangan sinyal masih lebih disukai untuk menjamin kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan dalam keadaan arus jam puncak. Seperti pada Gambar 3.4 pada halaman berikutnya



(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 3. 3 Bundaran Lalu Lintas

Menurut bentuknya, simpang tak sebidang dapat berupa

1. *Flyover*

Flyover adalah jalan yang dibangun tak sebidang melayang menghindari daerah/kawasan yang selalu menghadapi permasalahan kemacetan lalu lintas, melewati persilangan jalan kereta api atau persimpangan jalan.

2. *Underpass*

Underpass adalah tembusan di bawah sesuatu terutama bagian jalan atau rel atau bagi pejalan kaki. Beberapa ahli teknik sipil mendefinisikan *underpass* sebagai sebuah tembusan di bawah permukaan yang memiliki panjang kurang dari 0,1 mill atau 1,61 km. Biasanya digunakan untuk kendaraan (umumnya mobil atau kereta api) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda.

3.2 Syarat Koordinasi Simpang

Menurut McShane dan Roess dalam Taylor (1996) pada umumnya, kendaraan yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan grupnya hingga sinyal berikutnya. Jarak dimana kendaraan akan tetap mempertahankan grupnya adalah sekitar 300 m. Untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal berdekatan, diperlukan beberapa syarat antara lain:

- a. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal tidak efektif lagi.
- b. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama.
- c. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk grid.
- d. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

Selain itu, Taylor dkk (1996) juga mengisyaratkan bahwa fungsi dari sistem koordinasi sinyal adalah mengikuti volume lalu lintas maksimum untuk melewati simpang tanpa berhenti

3.3 Arus Lalu Lintas

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam satuan waktu (smp/jam). Perhitungan arus lalu lintas didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang, dan sore.

Pada persimpangan, arus lalu lintas dihitung berdasarkan masing-masing jenis kendaraan untuk terlindung dan terlawan dengan menggunakan emp berikut.

Tabel 3. 1 Emp Berdasarkan Pendekat Simpang

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Perhitungan Arus lalu lintas pada simpang menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = QLV + QHV \times empHV + QMC \times empMC \quad (3.1)$$

Keterangan:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam),

QLV = Arus lalu lintas kendaraan yang tergolong kedalam kendaraan ringan (*Light Vehicle*),

QHV = Arus lalu lintas kendaraan yang tergolong ke kendaraan berat (*Heavy Vehicle*),

$empHV$ = Ekuivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat,

QMC = Arus lalu lintas sepeda motor, dan

$empMC$ = Ekuivalen mobil penumpang untuk sepeda motor.

Jika hanya arus lalu lintas tahunan (LHRT) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHRT sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Arus Rencana Per Jam dengan Persentase LHRT

Tipe kota dan jalan	Faktor persen K ($K \times LHRT = \text{Arus Rencana/Jam}$)
Kota-kota >1 juta penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial.	7 – 8 %
- Jalan pada daerah pemukiman.	8 – 9 %
Kota-kota \leq 1 juta penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 10 %
- Jalan pada daerah permukiman	9 – 12 %

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15% belok kanan dan 15% belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut dilarang).

Nilai-nilai normal untuk komposisi lalu lintas berikut dapat digunakan bila tidak ada taksiran yang lebih baik. Nilai-nilai komposisi lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.3 pada halaman berikutnya

Tabel 3. 3 Nilai-Nilai Komposisi Lalu Lintas

Ukuran kota Jumlah penduduk	Komposisi lalu lintas kendaraan bermotor %			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	LV	HV	MC	
>3 juta	60	4,5	35,5	0,01
1-3 juta	55,5	3,5	41	0,05
0,5-1 juta	40	3,0	57	0,14
0,1-0,5 juta	63	2,5	34,5	0,05
<1 juta	63	2,5	34,5	0,05

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

3.4 Sinyal Lalu Lintas

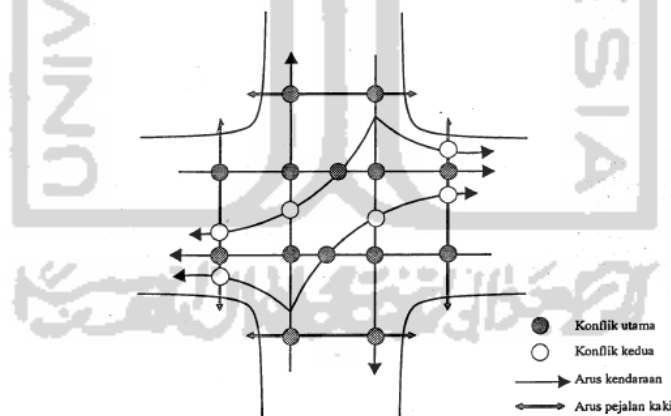
Menurut Ditjen Bina Marga (1997), lampu sinyal (pengatur) lalu lintas adalah salah satu alat (instrumen) untuk mengontrol arus lalu lintas di suatu simpang jalan, dengan suatu pertimbangan bahwa volume lalu lintas di setiap jalan yang bertemu telah mencapai suatu batas tertentu.

Fungsi dan tujuan sinyal lalu lintas yaitu:

1. Mengurangi jumlah konflik yang mungkin terjadi di suatu simpang jalan dan mengatur arus konflik secara bertahap
2. Mencegah terjadinya arus yang terus menerus melewati simpang jalan.
3. Mengurangi terjadinya kecelakaan dan tundaan lalu lintas
4. Meningkatkan kapasitas dan tingkat pelayanan simpang jalan.
5. Melaksanakan pengaturan prioritas jalan.

3.5 Phasing

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), pengaturan konflik arus lalu lintas pada suatu simpang jalan dapat dilakukan dengan perubahan atau pemisahan waktu. Pengaturan perubahan/pemisahan arus lalu lintas ini dikenal dengan istilah *phasing*. Penggunaan dan pemilihan dari fase-fase terlihat pada konflik utama pada simpang tersebut. Jika terdapat dua konflik utama maka dapat diselesaikan dengan dua fase, jika terdapat tiga konflik utama maka dapat diselesaikan dengan tiga fase, dan jika terdapat empat konflik utama pada simpang maka dapat diatasi dengan menggunakan sistem empat fase. Seperti pada Gambar 3.5 pada halaman berikutnya



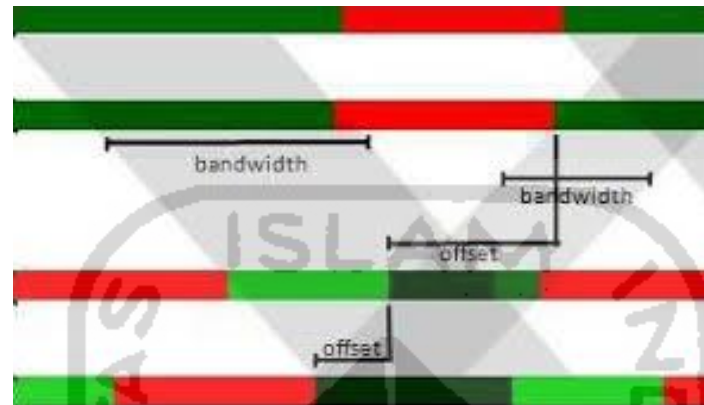
(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Gambar 3. 4 Konflik pada Persimpangan

3.6 Offset and Bandwidth

Menurut Papacostas (2005) *offset* merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang

setelahnya. Waktu *offset* dapat dihitung menggunakan diagram koordinasi. Sedangkan *Bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan parallel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan akhir (C.S. Papacostas, 2005). Diagram koordinasi *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada Gambar 3.6 di bawah ini.



(Sumber: Papacostas, 2005)

Gambar 3. 5 Diagram Koordinasi *Offset* dan *Bandwidth*

3.7 Waktu Sinyal

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap digunakan metoda Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Dengan terlebih dahulu menghitung waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase (i)

Perhitungan waktu siklus dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \quad (3.2)$$

Keterangan:

c = Waktu siklus sinyal (detik),

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik),

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S), dan

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang

menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $\Sigma(\text{FRcrit})$ mendekati atau lebih dari 1 maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif.

Untuk penentuan waktu hijau dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$g_i = (c - \text{LTI}) \times \text{FRcrit} / \Sigma(\text{FRcrit}) \quad (3.3)$$

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik).

Untuk keperluan perancangan dan simpang simetris nilai normal sebagai berikut dapat digunakan Tabel 3.4 di bawah ini

Tabel 3. 4 Nilai Normal Perancangan Simpang

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik per fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik per fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik per fase

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

3.8 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \quad (3.4)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam),

S = Arus jenuh (smp/jam hijau),

g = Waktu hijau (detik), dan

c = Waktu siklus (detik).

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_o) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \quad (3.5)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh (smp/jam hijau),

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau),

- Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota,
 Fsf = Faktor penyesuaian hambatan samping,
 Fg = Faktor penyesuaian parkir,
 Frt = Faktor penyesuaian belok kanan, dan
 Flt = Faktor penyesuaian belok kiri.

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif (W_e),

$$S_o = 600 \times W_e \quad (3.6)$$

Menurut beberapa penelitian, konstanta yang digunakan pada MKJI yaitu $600 \times W_e$ sudah tidak sesuai dengan keadaan kondisi perilaku kendaraan untuk saat ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan rumus arus jenuh dasar yang disarankan oleh Ahmad Munawar (2012), yaitu

$$S_o = 780 \times W_e \quad (3.7)$$

Rumus yang disarankan oleh Ahmad Munawar (2012) dianggap lebih mendekati dengan kondisi perilaku kendaraan saat ini.

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q/C = (Q \times C) / (S \times g) \quad (3.8)$$

Keterangan:

- DS = Derajat jenuh,
 Q = Arus lalu lintas, dan
 C = Kapasitas.

3.9 Perilaku Lalu Lintas

Menurut Ditjen Bina Marga (1997), berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana diuraikan di bawah

1. Panjang Antrian

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

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (3.9)$$

dengan:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1) + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (3.10)$$

Dan untuk NQ2 digunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (3.11)$$

Keterangan:

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya,

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah,

DS = Derajat kejenuhan,

GR = Rasio hijau,

c = Waktu siklus (det),

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S x GR), dan

Q = Arus lalu lintas pada ruas jalan.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$Q = NQMAX \times \frac{20}{W_{masuk}} \quad (3.12)$$

2. Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata kendaraan (termasuk berhenti berulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (3.13)$$

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

3. Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti Psv, yaitu kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, I dihitung sebagai berikut

$$Psv = \min(NS, 1) \quad (3.14)$$

Dimana NS adalah angka henti dari suatu pendekat.

4. Tundaan

Tundaan pada suatu dapat terjadi karena dua hal:

- a. Tundaan lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
- b. Tundaan geometri (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai berikut.

$$D = DT + DG \quad (3.15)$$

Keterangan:

D = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp),

DT = Tundaan lalu lintas, dan

DG = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^3}{(1-GR \times DS)} - \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad (3.16)$$

Keterangan:

DT = Tundaan rata-rata,

GR = Rasio Hijau (g/c),

DS = Derajat kejenuhan, dan

C = Kapasitas (smp/jam).

5. Tundaan Geometri

Untuk tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$DG = (1 - P_{sw}) \times p_r \times 6 + (P_{sv} \times 4) \quad (3.17)$$

Keterangan:

DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat (det/smp),

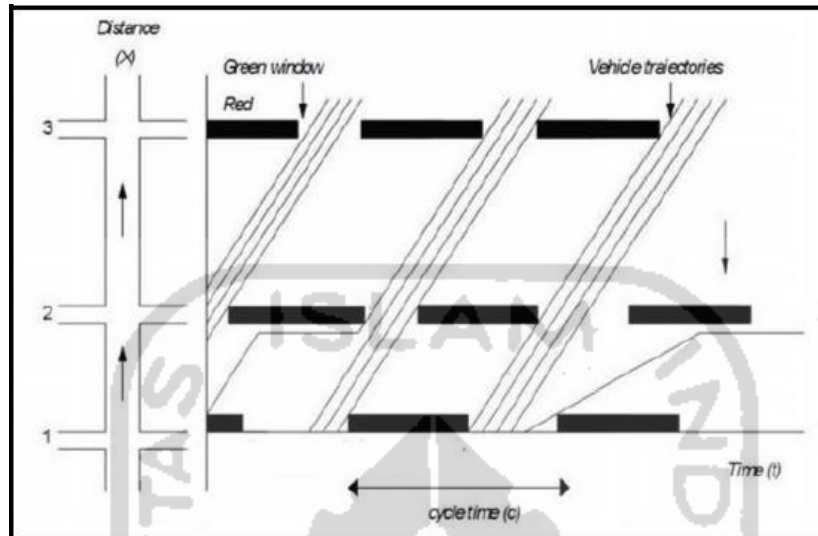
P_{sv} = Rasio Kendaraan terhenti pada suatu pendekat, dan

p_r = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat.

3.10 Koordinasi Simpang Bersinyal

Menurut Taylor dkk. (2016) koordinasi sinyal antar simpang diperlukan mengurangi tundaan (*delay*) yang dialami kendaraan dan menghindarkan dari antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang telah bergerak dari satu simpang

diharapkan tidak terhenti oleh sinyal merah pada simpang selanjutnya, sehingga dapat terus berjalan dengan kecepatan normal. Prinsip koordinasi sinyal dan *green wave* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



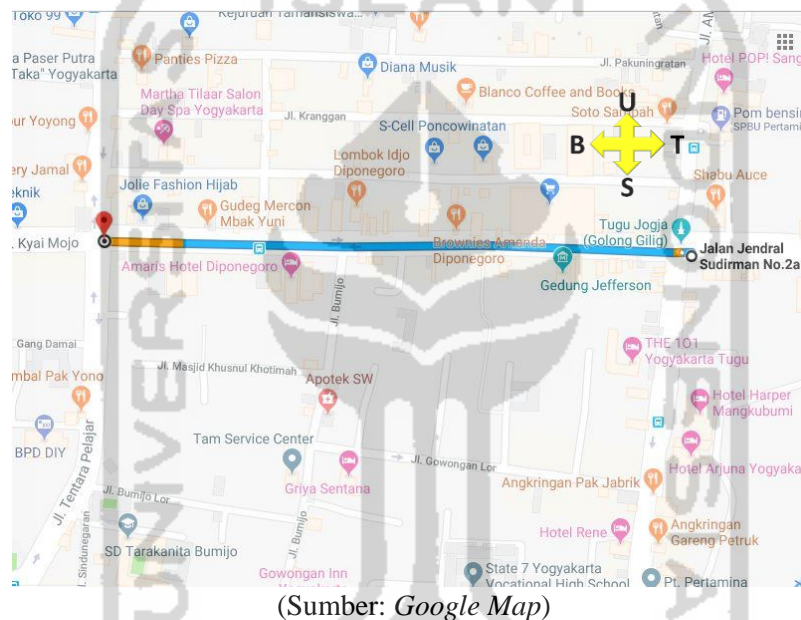
(Sumber: Taylor dkk., 1996)

Gambar 3. 6 Prinsip Koordinasi Sinyal dan *Green Wave*

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah Simpang Tugu – Simpang Pingit yang berada di Kota Yogyakarta yang ramai dikunjungi oleh para wisatawan dan masyarakat Kota Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Simpang Tugu – Simpang Pingit

4.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada pagi jam 08.00 – 10.00 WIB , 11.00 – 13.00 WIB untuk siang, 15.00 – 17.00 WIB untuk sore. Penelitian ini berlangsung selama 1 hari yaitu pada hari Senin.

4.3 Metode Penelitian

Secara garis besar, metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengkoordinasian sinyal antar simpang adalah:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan berupa studi kepustakaan mengenai hal-hal tentang pengkoordinasian sinyal antar simpang yang diperoleh dari berbagai literatur.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini berupa survei di lokasi-lokasi penelitian. Survei yang dilakukan adalah survei kondisi lingkungan, geometri jalan, volume kendaraan yang melewati simpang, waktu sinyal tiap simpang dan waktu tempuh antar simpang.

3. Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan dari hasil data survei yang didapat di lapangan. Perhitungan dimulai dengan menentukan jam puncak dari setiap waktu survei pada setiap simpang, kemudian dilakukan perhitungan derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan pada setiap simpang di jam puncak.

4. Tahap Perencanaan

Pada tahap ini direncanakan *cycle time* baru berdasarkan kondisi terjenuh. Perencanaan didasarkan teori MKJI. Setelah diperoleh *cycle time* dilakukan perencanaan koordinasi sinyal antar simpang dengan memperhatikan *offset time*.

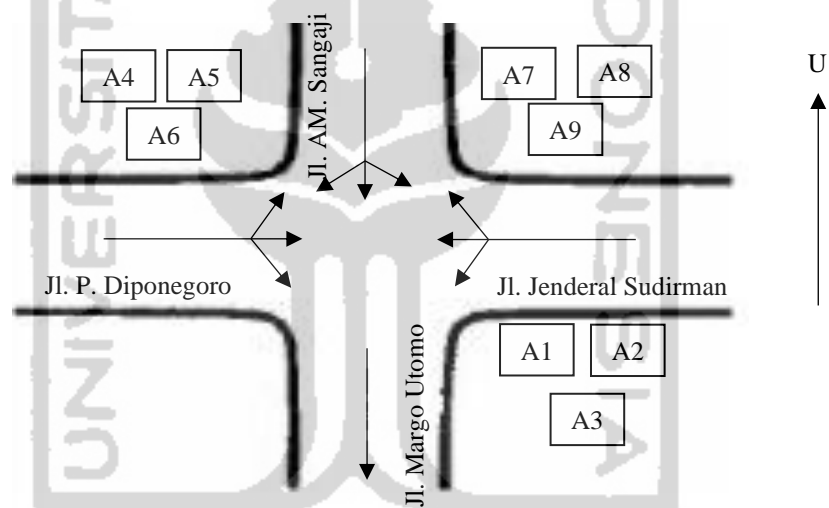
4.4 Metode Survei

Metode yang digunakan untuk memperoleh volume kendaraan adalah dengan menggunakan *surveyor* yang mencatat volume secara manual. *Surveyor* ditempatkan pada masing-masing lengan simpang untuk mencatat volume masing-masing pergerakan. Tim survei dipersiapkan pada 8 titik dengan 3 titik pada Simpang Tugu dan 4 titik pada Simpang Pingit Adapun rinciannya adalah sebagai berikut.

1. Simpang Tugu – Jalan Diponegoro

- a. *Surveyor* A.1 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat timur jenis *light vehicle* (LV) dan *heavy vehicle* (HV)
- b. *Surveyor* A.2 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat timur jenis *motorcycle* (MC) dan *unmotorized* (UM)
- c. *Surveyor* A.3 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat timur

- d. *Surveyor* A.4 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekatan barat jenis *light vehicle* (LV) dan *heavy vehicle* (HV)
- e. *Surveyor* A.5 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekatan barat jenis *motorcycle* (MC) dan *unmotorized* (UM)
- f. *Surveyor* A.6 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekatan barat, mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kanan dari pendekatan barat
- g. *Surveyor* A.7 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kiri dari pendekatan utara
- h. *Surveyor* A.8 mencatat seluruh jenis kendaraan yang lurus dari pendekatan utara
- i. *Surveyor* A.9 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kanan dari pendekatan utara

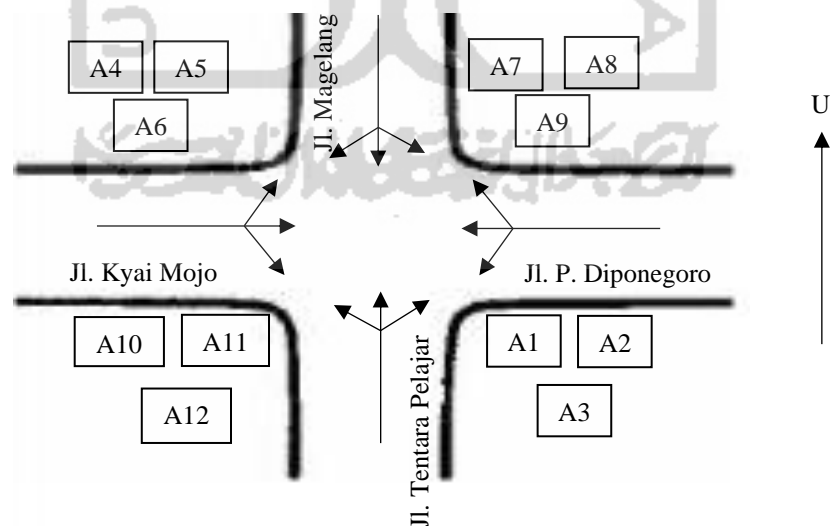


Gambar 4. 2 Posisi *Surveyor* pada Simpang Tugu

2. Simpang Pingit – Jalan Kyai Mojo

- a. *Surveyor* A.1 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekatan timur jenis *light vehicle* (LV) dan *heavy vehicle* (HV).
- b. *Surveyor* A.2 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekatan timur jenis *motorcycle* (MC) dan *unmotorized* (UM).
- c. *Surveyor* A.3 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekatan timur.

- d. *Surveyor* A.4 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat barat jenis *light vehicle* (LV) dan *heavy vehicle* (HV).
- e. *Surveyor* A.5 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat barat jenis *motorcycle* (MC) dan *unmotorized* (UM).
- f. *Surveyor* A.6 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat barat, mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kanan dari pendekat barat.
- g. *Surveyor* A.7 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kiri dari pendekat utara.
- h. *Surveyor* A.8 mencatat seluruh jenis kendaraan yang lurus dari pendekat utara.
- i. *Surveyor* A.9 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kanan dari pendekat utara.
- j. *Surveyor* A.10 mencatat seluruh jenis kendaraan yang lurus dari pendekat selatan.
- k. *Surveyor* A.11 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kiri dari pendekat selatan.
- l. *Surveyor* A.12 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok ke kanan dari pendekat selatan.



Gambar 4. 3 Posisi *Surveyor* pada Simpang Pingit

4.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur dan survei langsung di lokasi survei.

1. Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data-data yang diperoleh langsung dari survei lapangan.

Data itu meliputi:

- a. Volume kendaraan yang melewati tiap lengan simpang
- b. Jumlah fase dan waktu sinyal pada masing-masing simpang
- c. Kondisi lingkungan dan geometri tiap simpang.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait, dari bantuan media internet dan dari penelitian yang telah dilakukan. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah jumlah penduduk Kota Yogyakarta dan jarak antar simpang.

4.6 Metode Perencanaan Waktu Siklus Baru

Untuk mendapatkan *cycle time* baru, akan dilakukan beberapa perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerja simpang yang didasarkan pada *cycle time* yang berbeda-beda. Kinerja terbaik akan dipilih, untuk selanjutnya *cycle time* terpilih digunakan dalam mengkoordinasikan simpang. Dalam kasus ini sedikitnya akan dilakukan dua perencanaan, yaitu:

1. Perencanaan waktu siklus Simpang I, kemudian simpang II direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang I.
2. Perencanaan waktu siklus Simpang II, kemudian simpang I direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang II.
3. Dari waktu siklus masing-masing simpang, diambil rata-rata dari keduanya dan waktu siklus rata-rata tersebut direncanakan pada semua simpang.

Perencanaan terbaik akan dipilih menggunakan metode pembobotan pada tiga jenis kinerja simpang, yaitu Derajat Kejenuhan (DS), Panjang Antrian (QL), dan Tundaan (*Delay*). Adapun pembobotannya adalah 0,5 untuk DS, 0,2 untuk QL, dan 0,3 untuk *Delay*.

Nilai ketiga kinerja diambil dari rata-rata kinerja pada arus maksimum atau arus-arus besar (*mayor*) pada setiap simpangnya. Kinerja dengan nilai terkecil atau kinerja terbaik akan mendapat prioritas utama yang ditandai oleh nominal angka kecil. Hasil pemilihan merupakan jumlah bobot ketiga kinerja setelah dikalikan dengan angka prioritas.

Perencanaan terpilih merupakan perencanaan yang memiliki nilai hasil pemilihan yang terkecil.

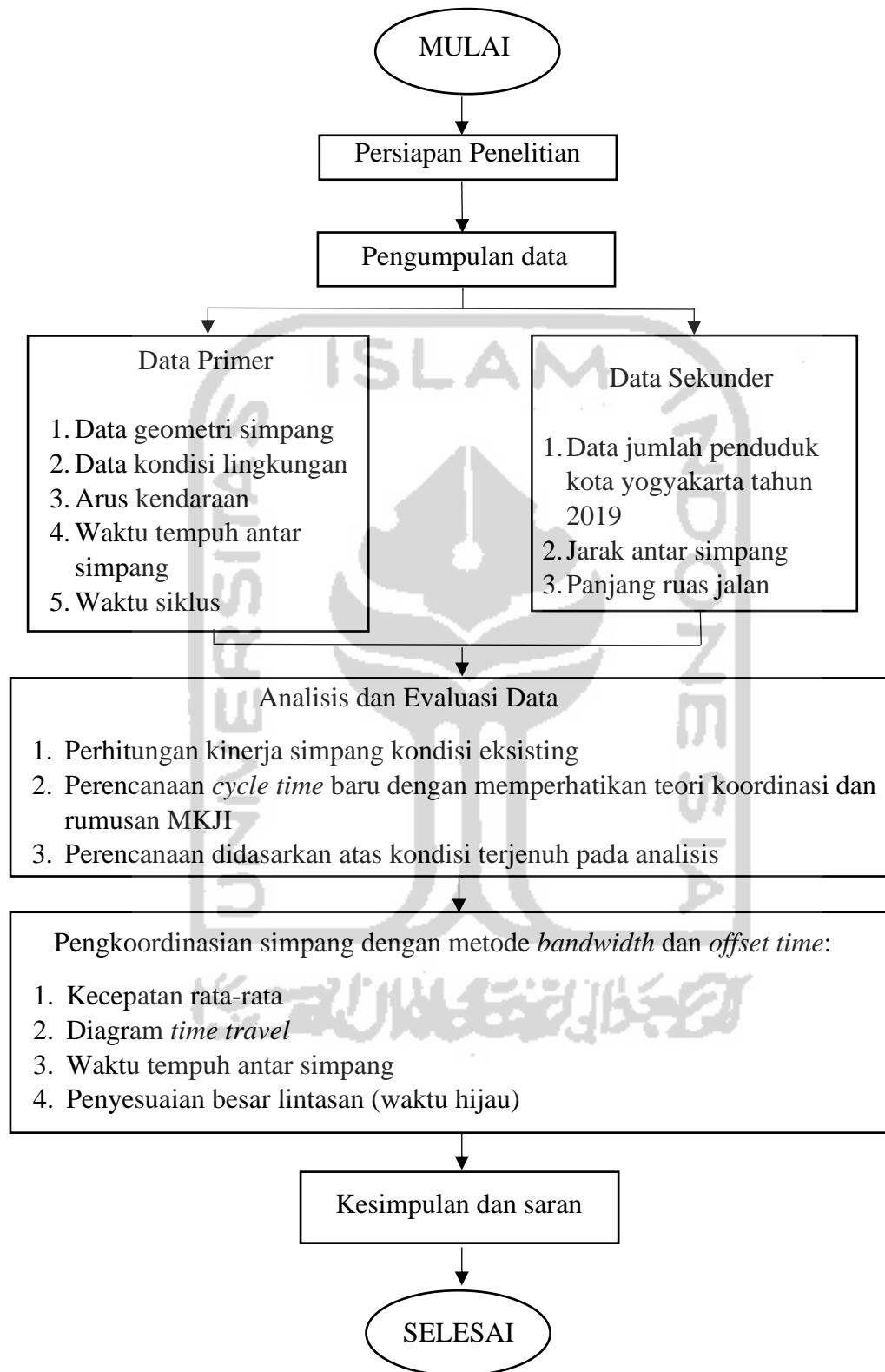
4.7 Metode Pengkoordinasian Simpang

Data yang perlu diketahui sebelum mengkoordinasikan sinyal semua simpang adalah waktu tempuh dari simpang hulu menuju simpang hilir dan waktu sinyal perencanaan. Waktu tempuh didapatkan dari pembagian jarak ruas jalan dengan kecepatan rencana yang telah ditentukan. Waktu tempuh ini digunakan untuk membentuk lintasan aliran iring-iringan (*platoon*) kendaraan.

Adapun urutan tahap pengkoordinasian sinyal antar simpang ini adalah:

1. Menyiapkan diagram ruang dan waktu untuk pengkoordinasian. Sumbu x untuk waktu dan sumbu y untuk jarak antar simpang
2. Membentuk lintasan dari hulu ke hilir dengan kemiringan berdasar waktu tempuh kendaraan.
3. Meletakkan waktu sinyal semua simpang pada diagram
4. Menyesuaikan waktu hijau pada lintasan *platoon* yang telah dibuat dengan cara menggeser secara horizontal sampai waktu hijau berada pada lintasan yang tepat.
5. Penyesuain berlaku sama untuk semua simpang dan juga arah arus sebaliknya.

4.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. 4 Diagram Alir (*flowchart*) Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

5.1.1 Geometrik Simpang

Data geometrik simpang digunakan dalam perhitungan kinerja simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Adapun data tiap pendekat pada setiap simpang yang dipakai adalah lebar efektif (W_e).

Berikut lebar efektif kondisi eksisting pada setiap simpang yang didasarkan pada masing-masing pendekatnya, dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini untuk mengetahui lebar masuk dan lebar keluar setiap pendekat pada keempat simpang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini. Sedangkan untuk jarak antar simpang, didapatkan total jarak dari Simpang Tugu ke Simpang Pingit sebesar 700 meter.

Tabel 5. 1 Lebar Efektif Semua Pendekat

Simpang	Pendekat	Lebar Efektif (W_e) (m)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	13
	Jl. Margo Utomo	6
	Jl. Diponegoro	11
	Jl. AM Sangaji	8
Pingit	Jl. Diponegoro	8,5
	Jl. Tentara pelajar	5,5
	Jl. Kyai Mojo	8
	Jl. Magelang	8,5

Lebar efektif pada Tabel 5.1 digunakan untuk menghitung kinerja pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit.

5.1.2 Tata Guna Lahan

Survei tata guna lahan dilakukan untuk mengetahui tipe lingkungan jalan dan kondisi hambatan samping pada tiap simpang. Selanjutnya, data dipakai sebagai masukan dalam perhitungan MKJI. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Tata Guna Lahan Semua Simpang

Simpang	Pendekat	Gambaran Umum Lapangan	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. Margo Utomo	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. Diponegoro	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. AM Sangaji	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
Pingit	Jl. Diponegoro	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. Tentara Pelajar	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. Kyai Mojo	Pelayanan Umum, Toko	Com	R
	Jl. Magelang	Pelayanan Umum, Toko	Com	R

COM: Komersial

T: Tinggi

RES: Pemukiman

R: Rendah

Tata guna lahan semua simpang pada Tabel 5.2 didapatkan dari kondisi lapangan pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit.

5.1.3 Waktu Sinyal dan Fase Pergerakan

Terdapat dua simpang yang akan dikoordinasikan dalam perencanaan ini. Pada kondisi eksisting, kedua simpang memiliki bentuk fase serta waktu sinyal yang berbeda-beda.

5.1.4 Volume Simpang

Survei volume simpang dilakukan dalam satu hari pada Senin, 18 Maret 2019. Data yang diambil adalah pagi, siang, dan sore. Survei dilaksanakan serentak pada

kedua simpang untuk mendapatkan kondisi yang sama. Hasil survei volume simpang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.5 Volume Puncak Simpang

Volume puncak adalah volume yang digunakan dalam perhitungan menggunakan MKJI 1997 untuk menentukan kinerja pada simpang. Data volume puncak didapat dari mencari titik puncak pada volume kendaraan yang telah di survei dalam perjam. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 5. 3 Volume Jam Sibuk Simpang Tugu

Waktu	SIMPANG TUGU				Total
	Volume				
	Jl. Jenderal Sudirman	Jl. Margo Utomo	Jl. Diponegoro	Jl. AM Sangaji	
08.00-09.00	1543	0	729,6	675,2	2947,8
08.15-09.15	1619,2	0	754,2	723,2	3096,6
08.30-09.30	1760,6	0	795,4	828	3384
08.45-09.45	1893	0	824,2	861,6	3578,8
09.00-10.00	2014,2	0	832,8	881,2	3728,2
11.00-12.00	2066,4	0	852,8	856,8	3776
11.15-12.15	2088	0	853	860,8	3801,8
11.30-12.30	2090,2	0	874,2	856,8	3821,2
11.45-12.45	2097,8	0	860	880,2	3838
12.00-13.00	2180,2	0	854,8	907,4	3942,4
15.00-16.00	2275,6	0	939,6	1055,6	4270,8
15.15-16.15	2250,8	0	902,4	1050	4203,2
15.30-16.30	2214,4	0	890,2	1065	4169,6
15.45-16.45	2215,4	0	873,4	1058	4146,8
16.00-17.00	2166,6	0	921,6	1044	4132,2

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat pada ruas Jl. Margo Utomo tidak ada nilai kendaraan dikarenakan ruas Jl. Margo Utomo merupakan jalan satu arah dan tidak ada lampu lalu lintas

Tabel 5. 4 Volume Puncak Simpang Pingit

Waktu	SIMPANG PINGIT				
	Volume				Total
	Jl. Diponegoro	Jl. Tentara Pelajar	Jl. Kyai Mojo	Jl. Magelang	
08.00-09.00	1007	469,4	936,6	1193,2	3606,2
08.15-09.15	1049,2	460,8	992,4	1171,4	3673,8
08.30-09.30	982,2	488,6	1055,8	1181,4	3708
08.45-09.45	928	502,2	1042,2	1213,6	3686
09.00-10.00	902,4	492,2	1064,8	1168,4	3627,8
11.00-12.00	968,8	506	1128,8	1178,4	3782
11.15-12.15	967	532,2	1130,2	1212,4	3841,8
11.30-12.30	974	562,6	1160	1229,6	3926,2
11.45-12.45	1042,8	571,6	1211,2	1282,4	4108
12.00-13.00	1036,2	572,6	1279,4	1346	4234,2
15.00-16.00	1203,6	481,8	1169	1364,4	4218,8
15.15-16.15	1203	495	1186,2	1372,4	4256,6
15.30-16.30	1217	496,2	1264,2	1377	4354,4
15.45-16.45	1258,4	496,2	1281,8	1390	4426,4
16.00-17.00	1348	552,2	1317,6	1405,2	4623

Dari Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 akan dicari volume terbesar dan terkecil dari Simpang Tugu dan Simpang Pingit. Volume puncak harus memiliki waktu yang sama pada setiap kondisinya, volume terbesar akan menjadi waktu sibuk (*peak hour*) dan volume terkecil akan menjadi waktu tidak sibuk (*off peak hour*). Berikut adalah tabel penentuan *off peak hour* dan *peak hour*, dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5. 5 Penentuan *Off Peak Hour* dan *Peak Hour*

Waktu	Simpang Tugu	Simpang Pingit	Total
	Total Volume	Total Volume	
08.00-09.00	2947,8	3606,2	6554
08.15-09.15	3096,6	3673,8	6770,4
08.30-09.30	3384	3708	7092
08.45-09.45	3578,8	3686	7264,8
09.00-10.00	3728,2	3627,8	7356
11.00-12.00	3776	3782	7558
11.15-12.15	3801,8	3841,8	7643,6
11.30-12.30	3821,2	3926,2	7747,4
11.45-12.45	3838	4108	7946
12.00-13.00	3942,4	4234,2	8176,6
15.00-16.00	4270,8	4218,8	8489,6
15.15-16.15	4203,2	4256,6	8459,8
15.30-16.30	4169,6	4354,4	8524
15.45-16.45	4146,8	4426,4	8573,2
16.00-17.00	4132,2	4623	8755,2
	Max		8755,2
	Min		6554

Dari Tabel 5.5 didapatkan waktu pada kondisi *off peak hour* adalah pada jam 08.00–09.00 dan waktu pada kondisi *peak hour* adalah pada jam 16.00-17.00. volume pada jam 08.00-09.00 akan digunakan dalam perhitungan kondisi *off peak hour* dan volume pada jam 16.00-17.00 akan digunakan dalam perhitungan kondisi *peak hour*. Rekapitulasi volume pada kondisi *off peak hour* dan kondisi *peak hour* dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Volume Kondisi *Off Peak Hour* dan Kondisi *Peak Hour* pada Simpang Tugu

Kondisi	Waktu	Volume			
		Jl. Jenderal Sudirman	Jl. Margo Utomo	Jl. Diponegoro	Jl. AM Sangaji
<i>Off Peak Hour</i>	08.00-09.00	1543	0	729,6	675,2
<i>Peak Hour</i>	16.00-17.00	2166,6	0	921,6	1044

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Volume Kondisi *Off Peak Hour* dan Kondisi *Peak Hour* pada Simpang Pingit

Kondisi	Waktu	Volume			
		Jl. Diponegoro	Jl. Tentara Pelajar	Jl. Kyai Mojo	Jl. Magelang
<i>Off Peak Hour</i>	08.00-09.00	1007	469,4	936,6	1193,2
<i>Peak Hour</i>	16.00-17.00	1348	552,2	1317,6	1405,2

Pada perhitungan kondisi *off peak hour* dan *peak hour* akan menggunakan volume pada Tabel 5.6 untuk Simpang Tugu dan Tabel 5.7 untuk Simpang Pingit.

5.1.5 Data Sekunder

Data sekunder dalam hal ini adalah jumlah penduduk Kota Yogyakarta. Data ini didapat dari Pusat Badan Statistik (BPS). Untuk tahun 2018, diperoleh data jumlah penduduk Yogyakarta sebesar 3.762.167 jiwa. Data ini digunakan sebagai masukan dalam perhitungan MKJI 1997.

5.2 Analisis dan Pembahasan

5.2.1 Analisis Koordinasi Eksisting

Syarat koordinasi simpang adalah waktu siklus yang sama pada semua simpang tersebut. Dari data simpang yang didapat pada kondisi eksisting didapat waktu siklus pada Simpang Tugu 101 detik dan Simpang Pingit 241 detik. Dari data ini dapat diartikan bahwa kedua simpang tersebut tidak terkoordinasi karena waktu siklus yang berbeda-beda.

Untuk itu akan dilakukan pembuktian melalui diagram aliran. Untuk membuat diagram tersebut, terlebih dahulu harus diketahui kecepatan *platoon* pada ruas tersebut. Sehingga waktu dari Simpang Tugu ke Simpang Pingit dapat diketahui.

Dalam penelitian ini, akan digunakan kecepatan rencana sesuai dengan hasil survei yaitu 36 km/jam. Hasil data survei kecepatan dapat dilihat pada Lampiran.

Waktu tempuh dari Barat ke Timur

$$t = \frac{\text{Jarak}(S)}{\text{Kecepatan}(v)} = \frac{0,7 \text{ km}}{36 \text{ km}} = 0,0194 \text{ jam} = 70 \text{ detik}$$

Waktu tempuh dari Timur ke Barat

$$t = \frac{\text{Jarak(S)}}{\text{Kecepatan (v)}} = \frac{0,7 \text{ km}}{36 \text{ km}} = 0,0194 \text{ jam} = 70 \text{ detik}$$

Dengan menggunakan kecepatan tersebut serta *cycle time* yang telah diketahui maka diagram koordinasi dapat disusun.

Kedua simpang mempunyai waktu siklus berbeda-beda dan tidak sebanding. Hal ini menyebabkan selisih nyala sinyal hijau dari Simpang Tugu ke Simpang Pingit tidak tetap. Hubungan sinyal kedua simpang pun menjadi acak. Sehingga tidak terjadi koordinasi sinyal antar simpang.

5.2.2 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Terdapat tiga kinerja simpang yang dihitung dalam hal ini yaitu pada saat pagi, siang, dan sore. Waktu yang memiliki kinerja terjenuh akan digunakan sebagai dasar untuk merencanakan *cycle time* baru yang lebih baik.

Kinerja simpang dihitung dengan menggunakan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Contoh perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

1. Simpang Tugu

a. Pendekat Timur

1) Perhitungan arus jenuh (S)

Untuk menghitung arus jenuh, diperlukan angka derajat jenuh dasar (S_0) dan faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Untuk angka pengaruh pada simpang akan mengikuti tabel yang ada pada MKJI 1997. Berikut data yang akan digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

Lebar efektif (W_e) = 13 m

F_{cs} = 1,05

F_{sf} = 0,95

F_g = 1

F_p = 1

F_{lt} = 0,96

F_{rt} = 1,08

Pada perhitungan arus jenuh dasar menggunakan rumus (3.7) yaitu:

$$\begin{aligned} S_o &= W_e \times 780 \\ &= 13 \times 780 = 10.140 \text{ smp/jam hijau} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh akan menggunakan rumus (3.5) yaitu:

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{lt} \times F_{rt} \\ &= 10.140 \times 1,05 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,96 \times 1,08 \\ &= 10.391 \text{ smp/jam hijau} \end{aligned}$$

2) Perhitungan rasio arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 1.543/10.391 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

3) Perhitungan kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas (C) menggunakan rumus (3.4). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} C &= (S/c) \times g \\ &= (10.391/101) \times 30 \\ &= 3.087 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Perhitungan derajat jenuh (DS)

Derajat jenuh adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas. Perhitungan derajat jenuh (DS) menggunakan rumus (3.8).

Berikut adalah perhitungan derajat jenuh.

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 1.543/3.087 \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

5) Perhitungan rasio hijau (GR)

Perhitungan rasio hijau (GR) adalah perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus. Perhitungan rasio hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} GR &= g/c \\ &= 30/101 \end{aligned}$$

$$= 0,30$$

6) Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

Pada perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ) memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) yang dapat dihitung dengan rumus (3.10) dan memerlukan angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) yang dapat dihitung dengan rumus (3.11). Berikut adalah perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ). Karena didapatkan DS sebesar 0,5. Maka $NQ1 = 0$

$$NQ1 = 0$$

$$\begin{aligned} NQ2 &= C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 3.087 \times \frac{1-0,30}{1-0,30 \times 0,50} \times \frac{1.543}{3600} \\ &= 35,74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NQ &= NQ1 + NQ2 \\ &= 0 + 35,74 \\ &= 35,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada perhitungan jumlah panjang antrian (NQ) pada semua lengan, didapatkan NQ_{max} sebesar 35,74. Angka NQ_{max} ini diambil dari angka NQ terbesar dari semua lengan di simpang yang ditinjau.

7) Perhitungan panjang antrian (QL)

Pada perhitungan panjang antrian (QL) akan menggunakan rumus (3.12). Perhitungan panjang antrian dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} QL &= NQ_{max} \times 20 / We \\ &= 35,74 \times 20 / 13 \\ &= 54,98 \text{ m} \end{aligned}$$

8) Perhitungan angka henti (NS)

Pada perhitungan angka henti (NS) akan menggunakan rumus (3.13). Perhitungan angka henti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times NQ \times 3600 / (Q \times c) \\ &= 0,9 \times 35,74 \times 3600 / (1.543 \times 101) \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

9) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

Pada perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv) akan menggunakan rumus (3.14). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} Nsv &= Q \times NS \\ &= 1.5435 \times 0,74 \\ &= 1.146,4 \end{aligned}$$

10) Perhitungan tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

Pada perhitungan tundaan lalu lintas rata-rata (DT) akan menggunakan rumus (3.16). Perhitungan tundaan lalu lintas rata-rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A &= 0,5 \times (1 - GR)^2 / (1 - GR \times DS) \\ &= 0,5 \times (1 - 0,3)^2 / (1 - 0,3 \times 0,5) \\ &= 0,3 \\ DT &= c \times A + (NQ1 \times 3600 / C) \\ &= 101 \times 0,3 + (0 \times 3600 / 3.087) \\ &= 29,31 \text{ detik} \end{aligned}$$

11) Perhitungan tundaan geometrik (DG)

Pada perhitungan tundaan geometrik (DG) akan menggunakan rumus (3.17). Perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} DG &= (1-NS) \times Pr \times 6 + (NS \times 4) \\ &= (1-0,74) \times 0,44 \times 6 + (0,74 \times 4) \\ &= 3,42 \text{ detik} \end{aligned}$$

12) Perhitungan tundaan rata-rata (Delay)

Pada perhitungan tundaan rata-rata (Delay) akan menggunakan rumus (3.15). Perhitungan tundaan rata-rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Tundaan rata-rata} &= DT + DG \\ &= 29,31 + 3,42 \\ &= 32,73 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Pada semua pendekat akan menggunakan perhitungan yang sama pada perhitungan pendekat Timur.

2. Simpang Pingit

Pada Simpang Pingit, perhitungan kinerja simpang akan menggunakan perhitungan yang sama pada perhitungan di Simpang Tugu.

Untuk rangkuman hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.9 untuk kondisi *off peak hour* dan Tabel 5.8 untuk kondisi *peak hour*.

Tabel 5. 8 Kinerja Simpang pada Kondisi Off Peak Hour

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	1543	3087	101	30	0,50	55	33
	Jl. Margo Utomo	0	0	101	0	0,00	0	0
	Jl. Diponegoro	729,6	2405	101	26	0,30	65	33
	Jl. AM Sangaji	675,2	1643	101	27	0,41	89	33
Pingit	Jl. Diponegoro	1007	1716	241	60	0,59	185	84
	Jl. Tentara Pelajar	469,4	925	241	46	0,51	286	91
	Jl. Kyai Mojo	936,6	1398	241	60	0,67	196	86
	Jl. Magelang	1193,2	1425	241	51	0,84	185	100
Rata-rata						0,48	133	58

Tabel 5.9 Kinerja Simpang pada Kondisi Peak Hour

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	2166,6	3005	101	30	0,72	85	36
	Jl. Margo Utomo	0	0	101	0	0,00	0	0
	Jl. Diponegoro	921,6	2315	101	26	0,40	100	34
	Jl. AM Sangaji	1044	1628	101	27	0,64	138	37
Pingit	Jl. Diponegoro	1348	1678	241	60	0,80	253	92
	Jl. Tentara Pelajar	552,2	869	241	46	0,64	391	95
	Jl. Kyai Mojo	1317,6	1396	241	60	0,94	269	110
	Jl. Magelang	1405,2	1428	241	51	0,98	253	134
Rata-rata						0,64	186	67

Pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 adalah kinerja simpang saat *off peak hour* dan *peak hour* pada kondisi *eksisting*.

5.2.3 Perencanaan Waktu Siklus Baru Kondisi Peak Hour

Terdapat empat perencanaan waktu siklus baru dalam hal ini. Setiap perencanaan sebelumnya didasarkan pada waktu siklus salah satu simpang yang telah dihitung. Kemudian simpang lain mengikuti waktu siklus tersebut agar didapatkan waktu siklus yang sama.

Pada perencanaan I akan direncanakan waktu siklus pada Simpang Tugu, kemudian Simpang Pingit akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu. Begitu pula dengan perencanaan II dan III. Untuk perencanaan III digunakan waktu siklus yang sama untuk semua simpang, yang didapatkan dari waktu siklus rata-rata pada perencanaan sebelumnya. Perencanaan IV dicoba untuk menggunakan waktu

siklus maksimum yang ditetapkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997).

Adapun waktu siklus yang akan dipilih untuk merancang koordinasi sinyal adalah waktu siklus yang memiliki kinerja simpang rata-rata yang paling baik dari setiap perencanaan.

1. Perencanaan I

Pada perencanaan ini, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang Tugu, yang terlebih dahulu akan direncanakan.

Untuk perhitungan kinerja simpang dan perencanaan waktu siklus baru akan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Berikut adalah perhitungan kinerja simpang dan perencanaan waktu siklus baru. Perhitungan ini adalah perhitungan pada Simpang Tugu dengan pendekat Timur. Pada semua simpang dan semua lengan akan menggunakan perhitungan yang sama.

a. Perhitungan kinerja simpang

Perhitungan kinerja simpang akan mengikuti perhitungan pada kondisi eksisting.

b. Perencanaan waktu siklus baru

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau akan menggunakan rumus (3.2) dan rumus (3.3). Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} c &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \\ &= (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,49) \\ &= 63 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_i &= (c - LTI) \times FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit}) \\ &= (63 - 18) \times 0,21 / (0,49) \\ &= 20 \text{ detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk ringkasan kinerja simpang dan perencanaan waktu siklus terkoordinasi dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11.

Tabel 5. 10 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi

Simpang Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	Jl. Margo Utomo	Jl. Diponegoro	Jl. AM Sangaji
Q	2166,6	0	921,6	1044
S	10117,70	4668,30	8993,40	6088,58
FR	0,21	0,00	0,10	0,17
Frcrit	0,21	0,00	0,10	0,17
Σ Frcrit				0,49
LTI(detik)				18
Cycle Time				63
Greentime	20	0	9	16

Tabel 5. 11 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi (Lanjutan)

Simpang Pingit	Jl. Diponegoro	Jl. Tentara Pelajar	Jl. Kyai Mojo	Jl. Magelang
Q	1348	552,2	1317,6	1405,2
S	6740,89	4552,35	5608,12	6745,96
FR	0,20	0,12	0,23	0,21
Frcrit	0,20	0,12	0,23	0,21
Σ Frcrit				0,76
LTI(detik)				24
Cycle Time				63
Greentime	10	6	12	10

Untuk ringkasan hasil perhitungan kinerja simpang dan waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5. 12 Kinerja Simbang Perencanaan I

Simbang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	2166,6	3161	63	20	0,69	52	23
	Jl. Margo Utomo	0	0	63	0	0,00	112	0
	Jl. Diponegoro	921,6	1344	63	9	0,69	61	31
	Jl. AM Sangaji	1044	1523	63	16	0,69	84	26
Pingit	Jl. Diponegoro	1348	1086	63	10	1,24	388	486
	Jl. Tentara Pelajar	552,2	445	63	6	1,24	600	494
	Jl. Kyai Mojo	1317,6	1062	63	12	1,24	413	494
	Jl. Magelang	1405,2	1132	63	10	1,24	388	485
Rata- rata						0,88	262	255

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan waktu siklus terbaik untuk Simbang Tugu sebesar 63 detik, selanjutnya waktu siklus pada Simbang Pingit akan mengikuti waktu siklus pada Simbang Tugu sebesar 63 detik.

2. Perencanaan II

Pada perencanaan II, waktu siklus dan waktu hijau semua simbang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simbang Pingit, yang terlebih dahulu akan direncanakan. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau tipikal dengan perencanaan II. Perhitungan kinerja simbang dan waktu siklus baru mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Kinerja Simpang Perencanaan II

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	2166,6	3980	174	68	0,54	125	44
	Jl. Margo Utomo	0	0	174	0	0,00	270	0
	Jl. Diponegoro	921,6	1693	174	33	0,54	147	68
	Jl. AM Sangaji	1044	1918	174	55	0,54	202	53
Pingit	Jl. Diponegoro	1348	1520	174	39	0,89	162	77
	Jl. Tentara Pelajar	552,2	623	174	24	0,89	251	96
	Jl. Kyai Mojo	1317,6	1486	174	46	0,89	172	73
	Jl. Magelang	1405,2	1585	174	41	0,89	162	76
Rata- rata						0,65	187	61

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan waktu siklus terbaik untuk Simpang Pingit sebesar 174 detik, selanjutnya waktu siklus pada Simpang Tugu akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu sebesar 174 detik.

3. Perencanaan III

Pada perencanaan III, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah rata-rata dari waktu siklus kedua perencanaan sebelumnya. Dari perhitungan, didapatkan rata-rata waktu siklus adalah 118 detik. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau, tipikal dengan perencanaan I. Perhitungan kinerja simpang dan waktu hijau mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.14 di bawah ini.

Tabel 5. 14 Kinerja Simpang Perencanaan III

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	2166,6	3764	118	44	0,58	88	33
	Jl. Margo Utomo	0	0	118	0	0,00	190	0
	Jl. Diponegoro	921,6	1601	118	21	0,58	104	49
	Jl. AM Sangaji	1044	1814	118	35	0,58	143	39
Pingit	Jl. Diponegoro	1348	1406	118	25	0,96	128	73
	Jl. Tentara Pelajar	552,2	576	118	15	0,96	198	99
	Jl. Kyai Mojo	1317,6	1374	118	29	0,96	136	71
	Jl. Magelang	1405,2	1465	118	26	0,96	128	71
Rata- rata						0,70	139	54

Dengan menggunakan perhitungan rata-rata dari kedua siklus perencanaan pada perencanaan I dan perencanaan II, didapatkan waktu siklus untuk kedua simpang yaitu 118 detik.

4. Perencanaan IV

Pada perencanaan VI, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah waktu maksimum yang ditentukan oleh MKJI yaitu 130 detik. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau, tipikal dengan perencanaan I. Perhitungan kinerja simpang dan waktu hijau mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5. 15 Kinerja Simpang Perencanaan IV

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	2166,6	3824	130	49	0,57	95	35
	Jl. Margo Utomo	0	0	130	0	0,00	206	0
	Jl. Diponegoro	921,6	1627	130	24	0,57	113	52
	Jl. AM Sangaji	1044	1843	130	39	0,57	155	41
Pingit	Jl. Diponegoro	1348	1438	130	28	0,94	132	70
	Jl. Tentara Pelajar	552,2	589	130	17	0,94	204	93
	Jl. Kyai Mojo	1317,6	1405	130	33	0,94	140	67
	Jl. Magelang	1405,2	1499	130	29	0,94	132	69
Rata-rata						0,68	147	54

Dengan menggunakan waktu siklus terbesar yang disarankan oleh MKJI, digunakan waktu siklus untuk kedua simpang sebesar 130 detik.

5.2.4 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Kondisi *Peak Hour*

Setelah didapatkan kinerja rata-rata semua simpang pada setiap perencanaan, maka pemilihan kinerja terbaik dilakukan dengan penilaian khusus, adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penilaian adalah:

- Bobot untuk kinerja Derajat Kejenuhan (DS), Panjang Antrian (QL), dan Tundaan (*Delay*) tidaklah sama. Dalam hal ini DS diberi bobot 0,5: QL memiliki bobot 0,2: dan bobot 0,3 untuk *Delay*.
- Untuk tingkat penilaian, akan diurutkan kinerja dari terkecil hingga kinerja terbesar dengan sebuah bilangan real. Kinerja terkecil akan mendapatkan angka atau bilangan kecil, dan berurutan seterusnya.
- Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan tingkat penilaian.

5. Hasil penilaian terkecil adalah perencanaan terpilih yang akan digunakan untuk melakukan koordinasi.

Lebih jelasnya, perhitungan penilaian semua perencanaan dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5. 16 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik

Perencanaan	Nilai Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan (TP DSx0,5)+(TPx0,2)+(TP Delayx0,3)
	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)	
	0,5	0,2	0,3				
I	0,88	262	255	4	4	4	4,0
II	0,65	187	61	1	3	3	2,0
III	0,70	139	54	3	1	2	2,3
IV	0,68	147	54	2	2	1	1,7

Dari Tabel 5.16 didapatkan perencanaan kinerja yang paling baik adalah pada perencanaan ke IV karena memiliki nilai yang paling kecil. Oleh karena itu, perencanaan IV akan digunakan dalam perencanaan koordinasi antar sinyal pada kondisi *peak hour*.

5.2.5 Koordinasi Antar Sinyal pada Kondisi *Peak Hour*

Koordinasi sinyal dilakukan dengan menggunakan waktu siklus dan waktu hijau dari perencanaan dengan kinerja terbaik. Setelah melalui proses pembobotan tiap kinerja pada semua perencanaan, terpilihlah perencanaan IV karena memiliki kinerja simpang rata-rata yang lebih baik daripada perencanaan lainnya.

Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata – rata sebesar 36 km/jam. Kecepatan ini didapatkan dari hasil survei lapangan. Hasil data survei kecepatan dapat dilihat pada Lampiran.

Dengan kecepatan yang sama, maka waktu *platoon* untuk berjalan dari Timur ke Barat dan sebaliknya juga sama.

Waktu tempuh dari Timur ke Barat

$$t = \frac{\text{Jarak}(S)}{\text{Kecepatan}(v)} = \frac{0,70 \text{ km}}{36 \text{ km}} = 0,01944 \text{ jam} = 70 \text{ detik}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu *offset* untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Setelah lintasan didapat, maka waktu hijau tiap simpangnya menyesuaikan dengan lintasan dengan menggeser secara horizontal.

Selain itu, terdapat kesulitan untuk mengkoordinasikan sinyal pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit jika menggunakan pergerakan fase eksisting, untuk itu, direncanakan pergerakan baru pada fase Simpang Pingit. Lebih jelasnya, perubahan dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18.

Tabel 5. 17 Perubahan Fase pada Simpang Tugu

Fase	Pergerakan Eksisting	Pergerakan Rencana
1		
2		
3		

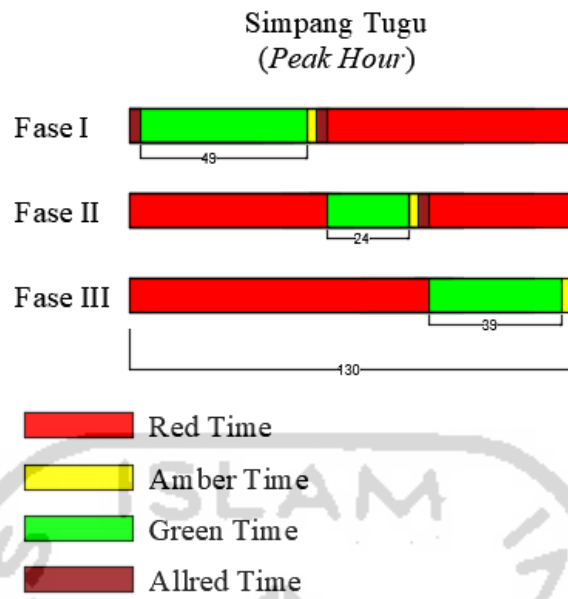
Pada Tabel 5.17, dapat dilihat tidak adanya perubahan fase pada Simpang Tugu, fase yang digunakan dalam perencanaan adalah tetap menggunakan pergerakan fase pada kondisi eksisting

Tabel 5. 18 Perubahan Fase pada Simpang Pingit

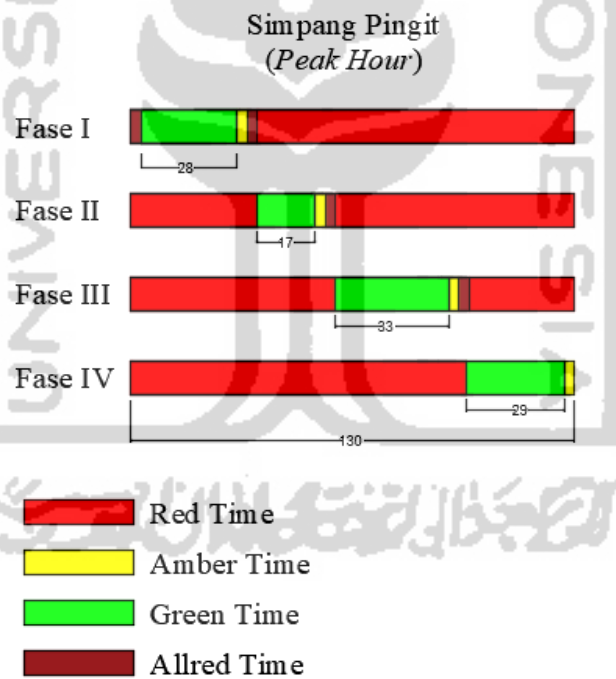
Fase	Pergerakan Eksisting	Pergerakan Rencana
1		
2		
3		
4		

Pada Tabel 5.18, dapat dilihat bahwa adanya perubahan fase pada Simpang Pingit. Perubahan pergerakan fase ini bertujuan untuk mempermudah dalam tahap mengkoordinasikan kedua simpang. Pergerakan fase yang digunakan dalam perencanaan adalah pergerakan fase yang telah direncanakan.

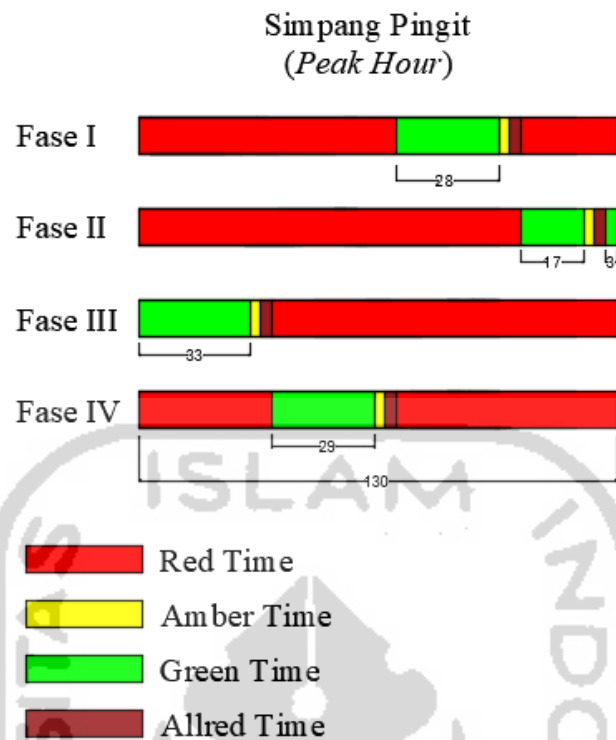
Berikut adalah diagram fase Simpang Tugu dan Simpang Pingit pada kondisi *peak Hour*. Terdapat perubahan pada fase Simpang pingit dikarenakan sulitnya untuk mengkoordinasikan dengan fase eksisting. Diagram fase eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2. Untuk diagram fase perubahan pada Simpang Pingit dapat dilihat pada Gambar 5.3



Gambar 5. 1 Diagram Fase Simpang Tugu Kondisi *Peak Hour*



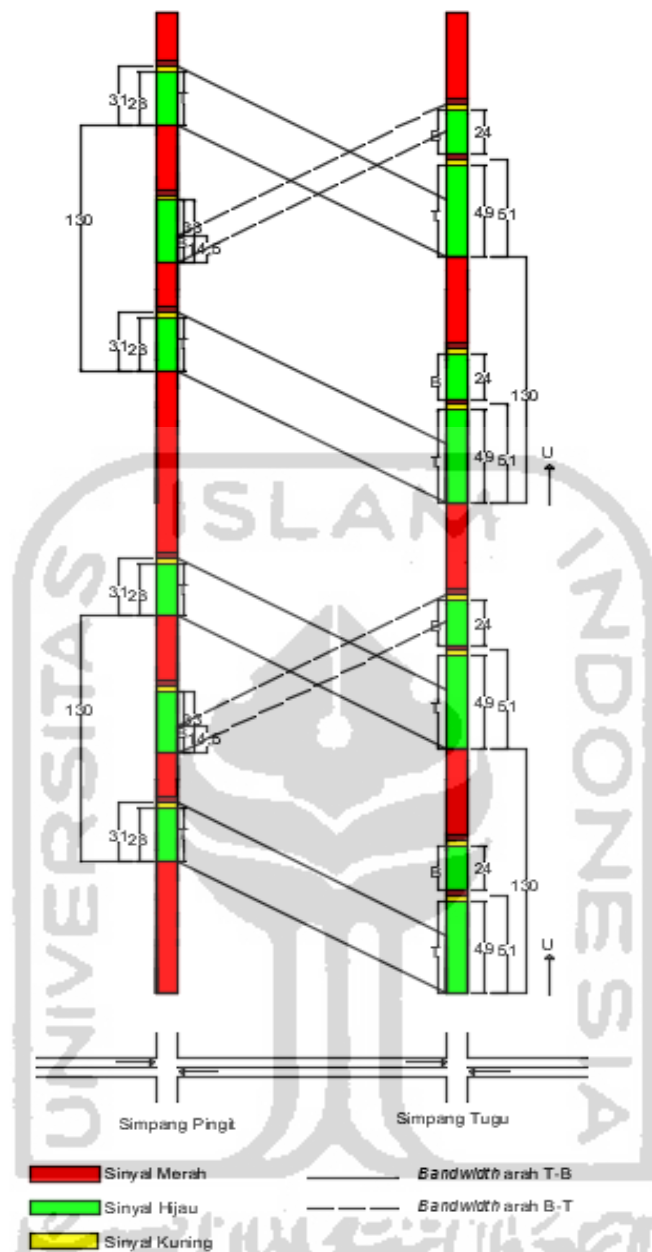
Gambar 5. 2 Diagram Fase Simpang Pingit Kondisi *Peak Hour*



Gambar 5.3 Diagram Fase Simpang Pingit yang Telah dirubah

Besarnya lintasan adalah *bandwidth*, dimana syarat *bandwidth* adalah tidak boleh menyentuh sinyal merah untuk mendapatkan arus yang tidak terputus. Jika dalam diagram, terdapat lintasan yang mengenai sinyal merah, maka dilakukan pergeseran waktu siklus kembali sampai menemukan posisi yang tepat atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat *bandwidth* pun terpenuhi.

Berikut diagram koordinasi sinyal untuk arus Timur-Barat dan arus Barat-Timur pada kondisi *peak hour* dengan waktu siklus baru dapat dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5. 4 Diagram Aliran Koordinasi pada Kondisi *Peak Hour*

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa simpang sudah terkoordinasi. Waktu *offset* yang digunakan adalah 70 detik, sehingga didapat *bandwidth* pada arah Timur sebesar 31 detik dan didapat *bandwidth* pada arah Barat sebesar 14,5 detik. Perencanaan koordinasi ini dapat digunakan dalam kondisi *peak hour*.

5.2.6 Perencanaan Waktu Siklus Baru Kondisi *Off Peak Hour*

Terdapat empat perencanaan waktu siklus baru dalam hal ini. Setiap perencanaan sebelumnya didasarkan pada waktu siklus salah satu simpang yang telah dihitung. Kemudian simpang lain mengikuti waktu siklus tersebut agar didapatkan waktu siklus yang sama.

Pada perencanaan I akan direncanakan waktu siklus pada Simpang Tugu, kemudian Simpang Pingit akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu. Begitu pula dengan perencanaan II dan III. Untuk perencanaan III digunakan waktu siklus yang sama untuk semua simpang, yang didapatkan dari waktu siklus rata-rata pada perencanaan sebelumnya. Perencanaan IV dicoba untuk menggunakan waktu siklus maksimum yang ditetapkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Bina Marga 1997).

Adapun waktu siklus yang akan dipilih untuk merancang koordinasi sinyal adalah waktu siklus yang memiliki kinerja simpang rata-rata yang paling baik dari setiap perencanaan

2. Perencanaan I

Pada perencanaan ini, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang Tugu, yang terlebih dahulu akan direncanakan.

Untuk perhitungan kinerja simpang dan perencanaan waktu siklus baru akan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Berikut adalah perhitungan kinerja simpang dan perencanaan waktu siklus baru. Perhitungan ini adalah perhitungan pada Simpang Tugu dengan pendekatan Timur. Pada semua simpang dan semua lengan akan menggunakan perhitungan yang sama.

a. Perhitungan kinerja simpang

Perhitungan kinerja simpang akan mengikuti perhitungan pada kondisi eksisting.

c. Perencanaan waktu siklus baru

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau akan menggunakan rumus (3.2) dan rumus (3.3). Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit})$$

$$= (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,34)$$

= 49 detik

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit})$$

$$= (49 - 18) \times 0,15 / (0,34)$$

= 14 detik

Selanjutnya, perhitungan penentuan waktu siklus dan waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5. 19 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi

Simpang Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	Jl. Margo Utomo	Jl. Diponegoro	Jl. AM Sangaji
Q	1543	0	729,6	675,2
S	10117,70	4668,30	8993,40	6088,58
FR	0,15	0,00	0,08	0,11
Frcrit	0,15	0,00	0,08	0,11
$\Sigma Frcrit$				0,34
LTI(detik)				18
<i>Cycle Time</i>				49
<i>Greentime</i>	14	0	7	10

Tabel 5. 20 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi (Lanjutan)

Simpang Pingit	Jl. Diponegoro	Jl. Tentara Pelajar	Jl. Kyai Mojo	Jl. Magelang
Q	1007	469,4	936,6	1193,2
S	6740,89	4552,35	5608,12	6745,96
FR	0,15	0,10	0,17	0,18
Frcrit	0,15	0,10	0,17	0,18
$\Sigma Frcrit$				0,60
LTI(detik)				24
<i>Cycle Time</i>				49
<i>Greentime</i>	6	4	7	7

Untuk ringkasan hasil perhitungan kinerja simpang dan waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5. 21 Kinerja Simpang Perencanaan I

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	1543	2827	49	14	0,55	28	19
	Jl. Margo Utomo	0	0	49	0	0,00	60	0
	Jl. Diponegoro	729,6	1337	49	7	0,55	33	23
	Jl. AM Sangaji	675,2	1237	49	10	0,55	45	21
Pingit	Jl. Diponegoro	1007	858	49	6	1,17	255	363
	Jl. Tentara Pelajar	469,4	400	49	4	1,17	394	373
	Jl. Kyai Mojo	936,6	798	49	7	1,17	271	373
	Jl. Magelang	1193,2	1017	49	7	1,17	255	360
Rata-rata						0,79	168	192

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan waktu siklus terbaik untuk Simpang Tugu sebesar 49 detik, selanjutnya waktu siklus pada Simpang Pingit akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu sebesar 49 detik.

2. Perencanaan II

Pada perencanaan II, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang Pingit, yang terlebih dahulu akan direncanakan. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau tipikal dengan perencanaan II. Perhitungan kinerja simpang dan waktu siklus baru mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5. 22 Kinerja Simpang Perencanaan II

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	1543	3685	102	37	0,42	50	27
	Jl. Margo Utomo	0	0	102	0	0,00	108	0
	Jl. Diponegoro	729,6	1742	102	20	0,42	59	39
	Jl. AM Sangaji	675,2	1613	102	27	0,42	81	34
Pingit	Jl. Diponegoro	1007	1290	102	19	0,78	77	46
	Jl. Tentara Pelajar	469,4	601	102	13	0,78	120	54
	Jl. Kyai Mojo	936,6	1199	102	22	0,78	82	45
	Jl. Magelang	1193,2	1528	102	23	0,78	77	44
Rata-rata						0,55	82	36

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan waktu siklus terbaik untuk Simpang Pingit sebesar 102 detik, selanjutnya waktu siklus pada Simpang Tugu akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu sebesar 102 detik.

3. Perencanaan III

Pada perencanaan III, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah rata-rata dari waktu siklus kedua perencanaan sebelumnya. Dari perhitungan, didapatkan rata-rata waktu siklus adalah 75 detik. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau, tipikal dengan perencanaan I. Perhitungan kinerja simpang dan waktu hijau mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Kinerja Simpang Perencanaan III

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	1543	3407	75	25	0,45	39	23
	Jl. Margo Utomo	0	0	75	0	0,00	84	0
	Jl. Diponegoro	729,6	1611	75	13	0,45	46	31
	Jl. AM Sangaji	675,2	1491	75	18	0,45	63	27
Pingit	Jl. Diponegoro	1007	1150	75	13	0,88	64	44
	Jl. Tentara Pelajar	469,4	536	75	9	0,88	99	56
	Jl. Kyai Mojo	936,6	1069	75	14	0,88	68	43
	Jl. Magelang	1193,2	1362	75	15	0,88	64	41
Rata-rata						0,61	66	33

Dengan menggunakan perhitungan rata-rata dari kedua siklus perencanaan pada perencanaan I dan perencanaan II, didapatkan waktu siklus untuk kedua simpang yaitu 75 detik.

4. Perencanaan IV

Pada perencanaan VI, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah waktu maksimum yang ditentukan oleh MKJI yaitu 130 detik. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau, tipikal dengan perencanaan I. Perhitungan kinerja simpang dan waktu hijau mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.24

Tabel 5. 24 Kinerja Simpang Perencanaan IV

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	1543	3858	130	50	0,40	63	33
	Jl. Margo Utomo	0	0	130	0	0,00	136	0
	Jl. Diponegoro	729,6	1824	130	26	0,40	74	49
	Jl. AM Sangaji	675,2	1688	130	36	0,40	102	41
Pingit	Jl. Diponegoro	1007	1377	130	27	0,73	95	54
	Jl. Tentara Pelajar	469,4	642	130	18	0,73	147	62
	Jl. Kyai Mojo	936,6	1281	130	30	0,73	101	52
	Jl. Magelang	1193,2	1631	130	31	0,73	95	51
Rata-rata						0,52	102	43

Dengan menggunakan waktu siklus terbesar yang disarankan oleh MKJI, digunakan waktu siklus untuk kedua simpang sebesar 130 detik.

5.2.7 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Kondisi *Off Peak Hour*

Setelah didapatkan rata-rata semua simpang pada setiap perencanaan, maka pemilihan kinerja terbaik dilakukan dengan penilaian khusus, adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penilaian adalah:

1. Bobot untuk kinerja Derajat Kejenuhan (DS), Panjang Antrian (QL), dan Tundaan (*Delay*) tidaklah sama. Dalam hal ini DS diberi bobot 0,5; QL memiliki bobot 0,2; dan bobot 0,3 untuk *Delay*.
2. Untuk tingkat penilaian, akan diurutkan kinerja dari terkecil hingga kinerja terbesar dengan sebuah bilangan real. Kinerja terkecil akan mendapatkan angka atau bilangan kecil, dan berurutan seterusnya.

3. Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan tingkat penilaian.
4. Hasil penilaian terkecil adalah perencanaan terpilih yang akan digunakan untuk melakukan koordinasi.

Lebih jelasnya, perhitungan penilaian semua perencanaan dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut.

Tabel 5.25 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik

Perencanaan	Nilai Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan (TP $DS \times 0,5 + (TP \times 0,2) + (TP \text{ Delay} \times 0,3)$)
	DS	QL (m)	Tunda an (dtk)	DS	QL (m)	Tunda an (dtk)	
	0,5	0,2	0,3				
I	0,79	168	192	4	4	4	4,0
II	0,55	82	36	2	2	2	2,0
III	0,61	66	33	3	1	1	2,0
IV	0,52	102	43	1	3	3	2,0

Dari Tabel 5.25 didapatkan nilai hasil pemilihan pada perencanaan II, III, dan IV mempunyai nilai yang sama, oleh karena itu akan diambil perencanaan yang memiliki nilai tundaan yang paling kecil yaitu perencanaan III. Oleh karena itu, perencanaan III akan digunakan dalam perencanaan koordinasi antar sinyal pada kondisi *off peak*.

5.2.8 Koordinasi Antar Sinyal pada Kondisi *Off Peak Hour*

Koordinasi sinyal dilakukan dengan menggunakan waktu siklus dan waktu hijau dari perencanaan dengan kinerja terbaik. Setelah melalui proses pembobotan tiap kinerja pada semua perencanaan, terpilihlah perencanaan III karena memiliki kinerja simpang rata-rata yang lebih baik daripada perencanaan lainnya.

Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata – rata sebesar 42 km/jam. Kecepatan ini dipilih karena sesuai dengan kecepatan pada lapangan. Hasil data survei kecepatan dapat dilihat pada Lampiran.

Dengan kecepatan yang sama, maka waktu *platoon* untuk berjalan dari Timur ke Barat dan sebaliknya juga sama.

Waktu tempuh dari Timur ke Barat

$$t = \frac{\text{Jarak}(S)}{\text{Kecepatan}(v)} = \frac{0,7 \text{ km}}{42 \text{ km/jam}} = 0,0167 \text{ jam} = 60 \text{ detik}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu *offset* untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Setelah lintasan didapat, maka waktu hijau tiap simpangnya menyesuaikan dengan lintasan dengan menggeser secara horizontal.

Selain itu, terdapat kesulitan untuk mengkoordinasikan sinyal pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit jika menggunakan pergerakan fase eksisting, untuk itu, direncanakan pergerakan baru pada fase pada Simpang Pingit. Lebih jelasnya, perubahan dapat dilihat pada Tabel 5.26 dan Tabel 5.27

Tabel 5. 26 Perubahan Fase pada Simpang Tugu

Fase	Pergerakan Eksisting	Pergerakan Rencana
1		
2		
3		

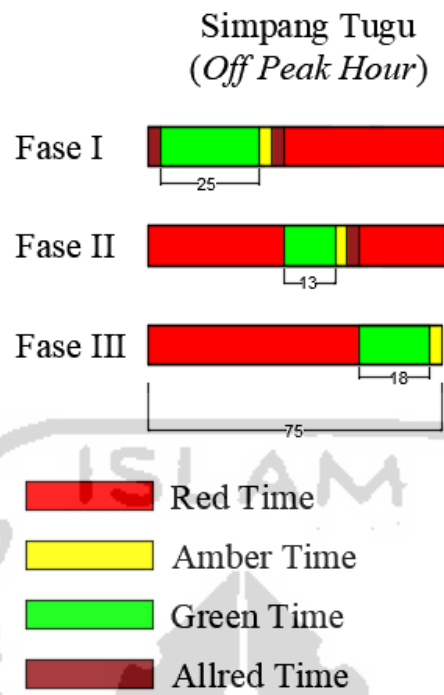
Pada Tabel 5.26, dapat dilihat tidak adanya perubahan fase pada Simpang Tugu, fase yang digunakan dalam perencanaan adalah tetap menggunakan pergerakan fase pada kondisi eksisting

Tabel 5. 27 Perubahan Fase pada Simpang Pingit

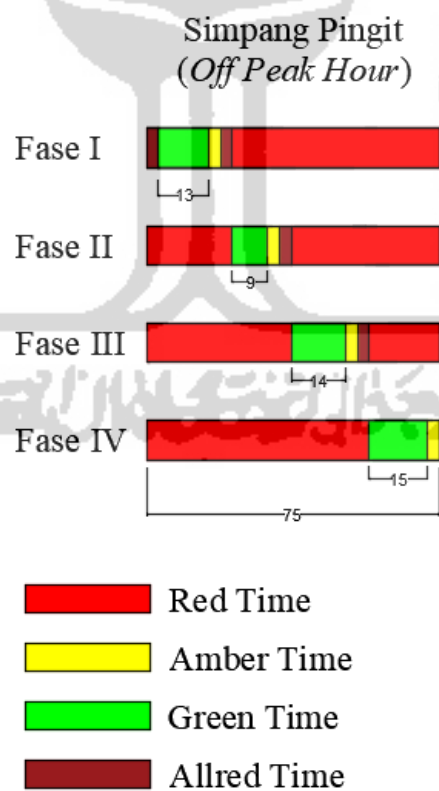
Fase	Pergerakan Eksisting	Pergerakan Rencana
1		
2		
3		
4		

Pada Tabel 5.27, dapat dilihat bahwa adanya perubahan fase pada Simpang Pingit. Perubahan pergerakan fase ini bertujuan untuk mempermudah dalam tahap mengkoordinasikan kedua simpang. Pergerakan fase yang digunakan dalam perencanaan adalah pergerakan fase yang telah direncanakan.

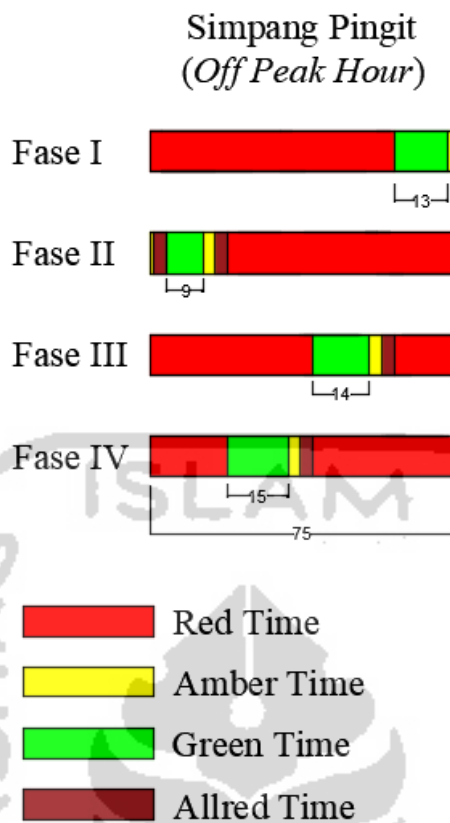
Berikut adalah diagram fase Simpang Tugu dan Simpang Pingit pada kondisi *off peak our*. Terdapat perubahan pada fase Simpang pingit dikarenakan sulitnya untuk mengkoordinasikan dengan fase eksisting. Diagram fase eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6. Untuk diagram fase perubahan pada Simpang Pingit dapat dilihat pada Gambar 5.7



Gambar 5. 5 Diagram Fase Simpang Tugu kondisi *Off Peak Hour*



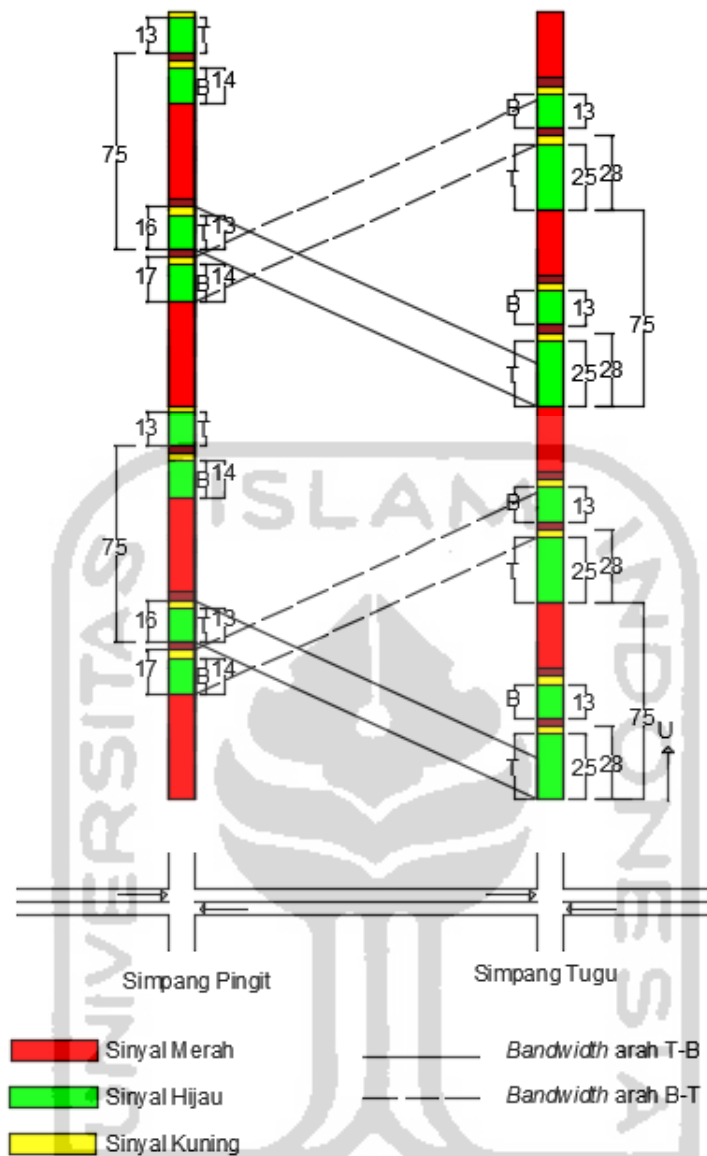
Gambar 5. 6 Diagram Fase Simpang Pingit kondisi *Off Peak Hour*



Gambar 5. 7 Diagram Fase Simpang Pingit yang Telah dirubah

Besarnya lintasan adalah *bandwidth*, dimana syarat *bandwidth* adalah tidak boleh menyentuh sinyal merah untuk mendapatkan arus yang tidak terputus. Jika dalam diagram, terdapat lintasan yang mengenai sinyal merah, maka dilakukan pergeseran waktu siklus kembali sampai menemukan posisi yang tepat atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat *bandwidth* pun terpenuhi.

Berikut diagram koordinasi sinyal untuk arus Timur-Barat dan arus Barat-Timur pada kondisi *off peak hour* dengan waktu siklus baru.



Gambar 5. 8 Diagram Aliran Koordinasi pada Kondisi *Off Peak Hour*

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa simpang sudah terkoordinasi. Waktu *offset* yang digunakan adalah 40 detik, sehingga didapat *bandwidth* pada arah Timur sebesar 16 detik dan didapat *bandwidth* pada arah Barat sebesar 17 detik. Perencanaan koordinasi ini dapat digunakan dalam kondisi *off peak hour*.

5.3 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Perencanaan

Dari analisis di atas, didapatkan perencanaan terbaik untuk koordinasi Simpang Tugu dan Simpang Pingit pada dua kondisi, yaitu kondisi saat *peak hour* dan *off peak hour*.

5.3.1 Koordinasi pada Kondisi *Peak Hour*

Dari analisis di atas, didapatkan perencanaan terbaik untuk koordinasi pada kondisi *peak hour*. Pada kondisi eksisting dapat dilihat bahwa kedua simpang belum terkoordinasi, hal tersebut dapat dilihat pada waktu siklus yang berbeda pada kedua simpang, waktu siklus pada Simpang Tugu adalah 101 detik dan pada Simpang Pingit adalah 241 detik. Pada perencanaan koordinasi, waktu siklus dibuat sama dan didapatkan perencanaan waktu siklus terbaik pada kondisi *peak hour* yaitu 130 detik pada kedua simpang. Berikut adalah perbandingan pada saat eksisting dan pada saat sudah dikoordinasikan, perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5.28

Tabel 5. 28 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Koordinasi

Simpang	Lengan	Waktu Siklus		Derajat Jenuh		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	101	130	0,72	0,57	36	35
	Jl. Margo Utomo	101	130	0	0	0	0
	Jl. Diponegoro	101	130	0,40	0,57	34	52
	Jl. AM Sangaji	101	130	0,64	0,57	37	41
Pingit	Jl. Diponegoro	241	130	0,80	0,94	92	70
	Jl. Tentara Pelajar	241	130	0,64	0,94	95	93
	Jl. Kyai Mojo	241	130	0,94	0,94	110	67
	Jl. Magelang	241	130	0,98	0,94	134	69
Rata-rata				0,64	0,68	67	54

Pada Tabel 5.28 dapat dilihat bahwa kinerja simpang pada saat sudah dikoordinasikan mempunyai kinerja yang lebih baik daripada sebelum dikoordinasikan. Oleh karena itu, pada kondisi *peak hour* dapat digunakan skema koordinasi seperti perencanaan tersebut.

5.3.2 Koordinasi pada Kondisi Off Peak Hour

Dari analisis di atas, didapatkan perencanaan terbaik untuk koordinasi pada kondisi *off peak hour*. Pada kondisi eksisting dapat dilihat bahwa kedua simpang belum terkoordinasi, hal tersebut dapat dilihat pada waktu siklus yang berbeda pada kedua simpang, waktu siklus pada Simpang Tugu adalah 101 detik dan pada Simpang Pingit adalah 241 detik. Pada perencanaan koordinasi, waktu siklus dibuat sama dan didapatkan perencanaan waktu siklus terbaik pada kondisi *off peak hour* yaitu 75 detik pada kedua simpang. Berikut adalah perbandingan pada saat eksisting dan pada saat sudah dikoordinasikan, perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5.43

Tabel 5. 29 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Koordinasi

Simpang	Lengan	Waktu Siklus		Derajat Jenuh		Tundaan	
		Eksi sting	Perencanaan	Eksi sting	Perencanaan	Eksi sting	Perencanaan
Tugu	Jl. Jenderal Sudirman	101	75	0,50	0,45	33	23
	Jl. Margo Utomo	101	75	0,00	0,00	0	0
	Jl. Diponegoro	101	75	0,30	0,45	34	31
	Jl. AM Sangaji	101	75	0,41	0,45	34	27
Pingit	Jl. Diponegoro	241	75	0,59	0,88	84	44
	Jl. Tentara Pelajar	241	75	0,51	0,88	91	56
	Jl. Kyai Mojo	241	75	0,67	0,88	86	43
	Jl. Magelang	241	75	0,84	0,88	100	41
Rata-rata				0,48	0,61	58	33

Pada Tabel 5.29 dapat dilihat bahwa kinerja simpang pada saat sudah dikoordinasikan mempunyai kinerja yang lebih baik daripada sebelum dikoordinasikan. Oleh karena itu, pada kondisi *off peak hour* dapat digunakan skema koordinasi seperti perencanaan tersebut.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari analisis dan perencanaan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Sekaligus untuk menjawab permasalahan di awal, disimpulkan bahwa:

1. Sebelum dilakukan koordinasi simpang, didapatkan derajat jenuh rata-rata dan tundaan rata-rata pada kondisi eksisting di Simpang Tugu dan Simpang Pingit, perhitungan menggunakan MKJI 1997. Pada kondisi *off peak hour* derajat jenuh rata-rata sebesar 0,48 dan tundaan rata-rata sebesar 58 detik, Pada kondisi *peak hour* derajat jenuh rata-rata sebesar 0,64 dan tundaan rata-rata sebesar 67 detik.
2. Setelah dikoordinasikan, didapatkan derajat jenuh rata-rata dan tundaan rata-rata di Simpang Tugu dan Simpang Pingit pada arus utama, perhitungan menggunakan MKJI 1997 dan menggunakan waktu siklus baru yang telah dipilih pada dua kondisi yaitu pada kondisi *peak hour* dan kondisi *off peak hour*. Pada kondisi *peak hour* nilai derajat jenuh rata-rata sebesar 0,68 dan tundaan rata-rata sebesar 54 detik. Pada kondisi *off peak hour* nilai derajat jenuh rata-rata sebesar 0,61 dan tundaan rata-rata sebesar 33 detik.
3. Dari perencanaan koordinasi simpang, dapat diambil kesimpulan bahwa simpang bisa menjadi lebih optimal karena dapat menurunkan tundaan yang terjadi pada kondisi *peak hour* dan kondisi *off peak hour*. Pada kondisi *peak hour* tundaan rata-rata turun menjadi 54 detik dari 67 detik. Pada kondisi *off peak hour* tundaan rata-rata turun menjadi 33 detik dari 58 detik.
4. Koordinasi kedua simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama terlebih dahulu. Dari empat perencanaan dipilih waktu siklus dengan kinerja terbaik pada tiap kondisinya. Pada kondisi *peak hour* didapat waktu siklus terbaik yaitu 130 detik dan pada kondisi *off peak hour* didapat waktu siklus terbaik yaitu 75 detik. Koordinasi sinyal dilakukan dengan menggunakan waktu *offset* yang telah didapat dari kecepatan rata-rata di lapangan. Dari waktu *offset* dan waktu siklus tersebut akan terbentuk lintasan-lintasan aliran dari kedua

simpang. Dari lintasan ini akan didapatkan *bandwidth*, yang mana memiliki syarat bahwa lintasan tidak boleh terkena sinyal merah.

6.2 Saran

Dari kesimpulan yang disebutkan sebelumnya, terdapat saran yang penulis usulkan yaitu:

1. Analisis tiap kondisi didapatkan skema koordinasi yang telah diperhitungkan, pada saat kondisi *peak hour* dapat digunakan pengaturan waktu siklus sebesar 130 detik pada tiap simpang agar dapat terkoordinasi dan pada saat kondisi *off peak* dapat digunakan pengaturan waktu siklus sebesar 75 detik pada tiap simpang agar dapat terkoordinasi. Dengan mengkoordinasikan kedua simpang tersebut, maka akan mendapatkan kinerja simpang yang lebih baik.
2. Pengaturan koordinasi simpang yang dinamis pada Simpang Tugu dan Simpang Pingit.



DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- Hastuti, 2004. *Analisis dan Optimalisasi Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Tegalyoso)*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hobbs, 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Julianto, 2005. *Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Bangkong Kota Semarang*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Negeri Semarang.
- Munawar, 2004. *Manajemen Lalulintas Perkotaan*. Beta Offset, Yogyakarta
- Papacostas, C.S and Prevedouros, 2005. *Transportation Engineering and Planing*. Singapura:Prentice Hall Inc
- Prasetyo, 2014. *Optimasi Kinerja Simpang Bersinyal Berhimpit (Studi Kasus Simpang DR. Rajiman Laweyan, Surakarta)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prayoga, 2014. *Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang pada Ruas Jalan Z.A Pagar Alam*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Lampung.
- Shane, Mc. W.R and Roess, 1990. *Traffic Engineering*. New Jersey:Printice Hall Inc
- Suryono, 2005. *Evaluasi Simpang Stagger Tak Bersinyal dengan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus Simpang Stagger Jalan Slamet Riyadi Sukoharjo-Jl. Dr. Rajiman-Jl. Transito-Jl. Joko Tingkir)*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Zain, 2010. *Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN 1

Data Volume Sim pang



Tabel Lampiran 1.1 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi		Tugu		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	08.00-08.15	133	26,6	86	1	1,2	220	113,8
		08.15-08.30	125	25	89	2	2,4	216	116,4
		08.30-08.45	147	29,4	76	2	2,4	225	107,8
		08.45-09.00	150	30	72	1	1,2	223	103,2
		09.00-09.15	225	45	63	0	0	288	108
		09.15-09.30	267	53,4	87	1	1,2	355	141,6
		09.30-09.45	190	38	81	0	0	271	119
		09.45-10.00	215	43	71	0	0	286	114
	Lurus	08.00-08.15	452	90,4	63	1	1,2	516	154,6
		08.15-08.30	443	88,6	87	1	1,2	531	176,8
		08.30-08.45	443	88,6	81	1	1,2	525	170,8
		08.45-09.00	444	88,8	71	1	1,2	516	161
		09.00-09.15	394	78,8	139	0	0	533	217,8
		09.15-09.30	473	94,6	153	1	1,2	627	248,8
		09.30-09.45	400	80	180	1	1,2	581	261,2
		09.45-10.00	432	86,4	152	1	1,2	585	239,6
	Kanan	08.00-08.15	233	46,6	61	1	1,2	295	108,8
		08.15-08.30	215	43	67	1	1,2	283	111,2
		08.30-08.45	253	50,6	56	1	1,2	310	107,8
		08.45-09.00	227	45,4	63	2	2,4	292	110,8
		09.00-09.15	308	61,6	66	0	0	374	127,6
		09.15-09.30	282	56,4	99	0	0	381	155,4
		09.30-09.45	308	61,6	77	0	0	385	138,6
		09.45-10.00	332	66,4	75	1	1,2	408	142,6

Tabel Lampiran 1.2 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi	Tugu		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	08.00-08.15	63	12,6	13	1	1,2	77	26,8
		08.15-08.30	52	10,4	16	0	0	68	26,4
		08.30-08.45	74	14,8	19	0	0	93	33,8
		08.45-09.00	69	13,8	11	0	0	80	24,8
		09.00-09.15	70	14	14	0	0	84	28
		09.15-09.30	84	16,8	19	0	0	103	35,8
		09.30-09.45	78	15,6	25	2	2,4	105	43
	09.45-10.00	78	15,6	26	1	1,2	105	42,8	
	Lurus	08.00-08.15	180	36	38	0	0	218	74
		08.15-08.30	176	35,2	32	1	1,2	209	68,4
		08.30-08.45	141	28,2	32	0	0	173	60,2
		08.45-09.00	196	39,2	37	0	0	233	76,2
		09.00-09.15	252	50,4	31	1	1,2	284	82,6
		09.15-09.30	189	37,8	32	2	2,4	223	72,2
		09.30-09.45	186	37,2	35	1	1,2	222	73,4
	09.45-10.00	165	33	34	0	0	199	67	
	Kanan	08.00-08.15	49	9,8	80	1	1,2	130	91
		08.15-08.30	52	10,4	70	0	0	122	80,4
		08.30-08.45	46	9,2	71	0	0	117	80,2
		08.45-09.00	42	8,4	79	0	0	121	87,4
		09.00-09.15	48	9,6	95	1	1,2	144	105,8
		09.15-09.30	37	7,4	101	0	0	138	108,4
		09.30-09.45	47	9,4	76	1	1,2	124	86,6
	09.45-10.00	36	7,2	80	0	0	116	87,2	

Tabel Lampiran 1.3 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi	Tugu		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	08.00-08.15	183	36,6	28	1	1,2	212	65,8
		08.15-08.30	172	34,4	30	0	0	202	64,4
		08.30-08.45	186	37,2	38	0	0	224	75,2
		08.45-09.00	199	39,8	34	0	0	233	73,8
		09.00-09.15	201	40,2	41	1	1,2	243	82,4
		09.15-09.30	240	48	53	1	1,2	294	102,2
		09.30-09.45	185	37	39	1	1,2	225	77,2
		09.45-10.00	196	39,2	50	0	0	246	89,2
	Lurus	08.00-08.15	133	26,6	33	0	0	166	59,6
		08.15-08.30	128	25,6	29	0	0	157	54,6
		08.30-08.45	151	30,2	32	0	0	183	62,2
		08.45-09.00	142	28,4	39	2	2,4	183	69,8
		09.00-09.15	137	27,4	43	1	1,2	181	71,6
		09.15-09.30	161	32,2	64	0	0	225	96,2
		09.30-09.45	182	36,4	36	2	2,4	220	74,8
		09.45-10.00	187	37,4	47	1	1,2	235	85,6
	Kanan	08.00-08.15	97	19,4	14	0	0	111	33,4
		08.15-08.30	81	16,2	12	0	0	93	28,2
		08.30-08.45	84	16,8	16	0	0	100	32,8
		08.45-09.00	127	25,4	30	0	0	157	55,4
		09.00-09.15	128	25,6	26	1	1,2	155	52,8
		09.15-09.30	138	27,6	26	0	0	164	53,6
		09.30-09.45	114	22,8	29	0	0	143	51,8
		09.45-10.00	104	20,8	23	0	0	127	43,8

Tabel Lampiran 1.4 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Tugu		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	11.00-11.15	233	46,6	82	3	3,6	318	132,2
		11.15-11.30	284	56,8	89	5	6	378	151,8
		11.30-11.45	278	55,6	80	6	7,2	364	142,8
		11.45-12.00	202	40,4	67	3	3,6	272	111
		12.00-12.15	193	38,6	96	7	8,4	296	143
		12.15-12.30	285	57	96	4	4,8	385	157,8
		12.30-12.45	267	53,4	90	3	3,6	360	147
		12.45-13.00	279	55,8	103	1	1,2	383	160
	Lurus	11.00-11.15	487	97,4	159	1	1,2	647	257,6
		11.15-11.30	478	95,6	140	3	3,6	621	239,2
		11.30-11.45	451	90,2	142	2	2,4	595	234,6
		11.45-12.00	439	87,8	150	0	0	589	237,8
		12.00-12.15	440	88	149	2	2,4	591	239,4
		12.15-12.30	486	97,2	140	0	0	626	237,2
		12.30-12.45	451	90,2	150	2	2,4	603	242,6
		12.45-13.00	493	98,6	148	1	1,2	642	247,8
	Kanan	11.00-11.15	270	54	72	1	1,2	343	127,2
		11.15-11.30	243	48,6	100	3	3,6	346	152,2
		11.30-11.45	283	56,6	101	2	2,4	386	160
		11.45-12.00	235	47	73	0	0	308	120
		12.00-12.15	261	52,2	104	0	0	365	156,2
		12.15-12.30	301	60,2	89	1	1,2	391	150,4
		12.30-12.45	291	58,2	96	1	1,2	388	155,4
		12.45-13.00	271	54,2	88	1	1,2	360	143,4

Tabel Lampiran 1.5 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Tugu				18 Maret 2019		
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	11.00-11.15	76	15,2	22	2	2,4	100	39,6
		11.15-11.30	66	13,2	27	1	1,2	94	41,4
		11.30-11.45	67	13,4	24	1	1,2	92	38,6
		11.45-12.00	86	17,2	22	1	1,2	109	40,4
		12.00-12.15	78	15,6	20	0	0	98	35,6
		12.15-12.30	78	15,6	22	3	3,6	103	41,2
		12.30-12.45	79	15,8	12	0	0	91	27,8
		12.45-13.00	81	16,2	13	0	0	94	29,2
	Lurus	11.00-11.15	137	27,4	68	1	1,2	206	96,6
		11.15-11.30	100	20	36	1	1,2	137	57,2
		11.30-11.45	103	20,6	54	1	1,2	158	75,8
		11.45-12.00	112	22,4	53	2	2,4	167	77,8
		12.00-12.15	130	26	75	1	1,2	206	102,2
		12.15-12.30	166	33,2	55	0	0	221	88,2
		12.30-12.45	153	30,6	57	3	3,6	213	91,2
		12.45-13.00	123	24,6	62	1	1,2	186	87,8
	Kanan	11.00-11.15	50	10	73	2	2,4	125	85,4
		11.15-11.30	43	8,6	92	1	1,2	136	101,8
		11.30-11.45	56	11,2	87	0	0	143	98,2
		11.45-12.00	60	12	88	0	0	148	100
		12.00-12.15	54	10,8	72	1	1,2	127	84
		12.15-12.30	39	7,8	82	2	2,4	123	92,2
		12.30-12.45	45	9	68	2	2,4	115	79,4
		12.45-13.00	52	10,4	82	3	3,6	137	96

Tabel Lampiran 1.6 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Tugu		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	11.00-11.15	135	27	32	1	1,2	168	60,2
		11.15-11.30	168	33,6	58	2	2,4	228	94
		11.30-11.45	170	34	51	1	1,2	222	86,2
		11.45-12.00	153	30,6	42	2	2,4	197	75
		12.00-12.15	173	34,6	42	1	1,2	216	77,8
		12.15-12.30	194	38,8	40	0	0	234	78,8
		12.30-12.45	226	45,2	56	1	1,2	283	102,4
		12.45-13.00	210	42	44	1	1,2	255	87,2
	Lurus	11.00-11.15	179	35,8	55	3	3,6	237	94,4
		11.15-11.30	139	27,8	42	2	2,4	183	72,2
		11.30-11.45	171	34,2	55	1	1,2	227	90,4
		11.45-12.00	162	32,4	47	0	0	209	79,4
		12.00-12.15	172	34,4	51	1	1,2	224	86,6
		12.15-12.30	165	33	41	1	1,2	207	75,2
		12.30-12.45	191	38,2	52	2	2,4	245	92,6
		12.45-13.00	148	29,6	53	1	1,2	202	83,8
	Kanan	11.00-11.15	119	23,8	26	1	1,2	146	51
		11.15-11.30	122	24,4	25	1	1,2	148	50,6
		11.30-11.45	101	20,2	32	1	1,2	134	53,4
		11.45-12.00	113	22,6	25	2	2,4	140	50
		12.00-12.15	111	22,2	23	0	0	134	45,2
		12.15-12.30	118	23,6	34	1	1,2	153	58,8
		12.30-12.45	146	29,2	28	1	1,2	175	58,4
		12.45-13.00	123	24,6	36	0	0	159	60,6

Tabel Lampiran 1.7 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore		Tugu		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	15.00-15.15	289	57,8	109	3	3,6	401	170,4
		15.15-15.30	307	61,4	98	3	3,6	408	163
		15.30-15.45	311	62,2	93	4	4,8	408	160
		15.45-16.00	345	69	107	2	2,4	454	178,4
		16.00-16.15	358	71,6	91	1	1,2	450	163,8
		16.15-16.30	344	68,8	97	2	2,4	443	168,2
		16.30-16.45	375	75	117	3	3,6	495	195,6
		16.45-17.00	418	83,6	91	3	3,6	512	178,2
	Lurus	15.00-15.15	526	105,2	173	3	3,6	702	281,8
		15.15-15.30	489	97,8	170	2	2,4	661	270,2
		15.30-15.45	526	105,2	182	3	3,6	711	290,8
		15.45-16.00	492	98,4	172	3	3,6	667	274
		16.00-16.15	417	83,4	175	2	2,4	594	260,8
		16.15-16.30	480	96	124	2	2,4	606	222,4
		16.30-16.45	554	110,8	150	2	2,4	706	263,2
		16.45-17.00	547	109,4	126	3	3,6	676	239
	Kanan	15.00-15.15	182	36,4	84	2	2,4	268	122,8
		15.15-15.30	153	30,6	82	3	3,6	238	116,2
		15.30-15.45	153	30,6	97	2	2,4	252	130
		15.45-16.00	202	40,4	74	3	3,6	279	118
		16.00-16.15	171	34,2	89	2	2,4	262	125,6
		16.15-16.30	239	47,8	71	3	3,6	313	122,4
		16.30-16.45	219	43,8	78	1	1,2	298	123
		16.45-17.00	177	35,4	69	0	0	246	104,4

Tabel Lampiran 1.8 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore	Tugu				18 Maret 2019		
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	15.00-15.15	84	16,8	16	0	0	100	32,8
		15.15-15.30	66	13,2	13	0	0	79	26,2
		15.30-15.45	74	14,8	12	0	0	86	26,8
		15.45-16.00	75	15	15	0	0	90	30
		16.00-16.15	76	15,2	7	1	1,2	84	23,4
		16.15-16.30	68	13,6	11	0	0	79	24,6
		16.30-16.45	72	14,4	6	0	0	78	20,4
		16.45-17.00	66	13,2	9	1	1,2	76	23,4
	Lurus	15.00-15.15	222	44,4	94	1	1,2	317	139,6
		15.15-15.30	217	43,4	86	1	1,2	304	130,6
		15.30-15.45	226	45,2	66	1	1,2	293	112,4
		15.45-16.00	184	36,8	43	1	1,2	228	81
		16.00-16.15	188	37,6	64	0	0	252	101,6
		16.15-16.30	240	48	63	0	0	303	111
		16.30-16.45	187	37,4	63	1	1,2	251	101,6
		16.45-17.00	184	36,8	62	1	1,2	247	100
	Kanan	15.00-15.15	46	9,2	78	1	1,2	125	88,4
		15.15-15.30	48	9,6	92	2	2,4	142	104
		15.30-15.45	46	9,2	87	0	0	133	96,2
		15.45-16.00	43	8,6	63	0	0	106	71,6
		16.00-16.15	52	10,4	87	1	1,2	140	98,6
		16.15-16.30	43	8,6	102	2	2,4	147	113
		16.30-16.45	33	6,6	90	0	0	123	96,6
		16.45-17.00	32	6,4	101	0	0	133	107,4

Tabel Lampiran 1.9 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Tugu pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore	Tugu				18 Maret 2019		
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	15.00-15.15	220	44	66	2	2,4	288	112,4
		15.15-15.30	178	35,6	48	3	3,6	229	87,2
		15.30-15.45	217	43,4	46	2	2,4	265	91,8
		15.45-16.00	240	48	46	0	0	286	94
		16.00-16.15	228	45,6	47	1	1,2	276	93,8
		16.15-16.30	211	42,2	31	3	3,6	245	76,8
		16.30-16.45	183	36,6	41	1	1,2	225	78,8
		16.45-17.00	214	42,8	57	1	1,2	272	101
	Lurus	15.00-15.15	230	46	64	1	1,2	295	111,2
		15.15-15.30	221	44,2	57	1	1,2	279	102,4
		15.30-15.45	266	53,2	58	1	1,2	325	112,4
		15.45-16.00	287	57,4	44	2	2,4	333	103,8
		16.00-16.15	320	64	56	3	3,6	379	123,6
		16.15-16.30	308	61,6	57	1	1,2	366	119,8
		16.30-16.45	364	72,8	52	1	1,2	417	126
		16.45-17.00	238	47,6	41	0	0	279	88,6
	Kanan	15.00-15.15	200	40	27	0	0	227	67
		15.15-15.30	189	37,8	22	0	0	211	59,8
		15.30-15.45	176	35,2	21	0	0	197	56,2
		15.45-16.00	177	35,4	22	0	0	199	57,4
		16.00-16.15	208	41,6	26	0	0	234	67,6
		16.15-16.30	219	43,8	24	0	0	243	67,8
		16.30-16.45	173	34,6	14	0	0	187	48,6
		16.45-17.00	168	33,6	18	0	0	186	51,6

Tabel Lampiran 1.10 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	08.00-08.15	126	25,2	28	2	2,4	156	55,6
		08.15-08.30	131	26,2	30	3	3,6	164	59,8
		08.30-08.45	138	27,6	33	1	1,2	172	61,8
		08.45-09.00	121	24,2	28	0	0	149	52,2
		09.00-09.15	136	27,2	34	0	0	170	61,2
		09.15-09.30	130	26	22	2	2,4	154	50,4
		09.30-09.45	119	23,8	33	3	3,6	155	60,4
	09.45-10.00	117	23,4	35	1	1,2	153	59,6	
	Lurus	08.00-08.15	216	43,2	48	1	1,2	265	92,4
		08.15-08.30	232	46,4	66	1	1,2	299	113,6
		08.30-08.45	213	42,6	72	1	1,2	286	115,8
		08.45-09.00	223	44,6	70	1	1,2	294	115,8
		09.00-09.15	252	50,4	86	1	1,2	339	137,6
		09.15-09.30	189	37,8	58	1	1,2	248	97
		09.30-09.45	186	37,2	46	0	0	232	83,2
	09.45-10.00	165	33	67	1	1,2	233	101,2	
	Kanan	08.00-08.15	117	23,4	56	0	0	173	79,4
		08.15-08.30	123	24,6	63	0	0	186	87,6
		08.30-08.45	112	22,4	51	1	1,2	164	74,6
		08.45-09.00	116	23,2	74	1	1,2	191	98,4
		09.00-09.15	108	21,6	48	1	1,2	157	70,8
		09.15-09.30	81	16,2	28	2	2,4	111	46,6
		09.30-09.45	76	15,2	38	1	1,2	115	54,4
	09.45-10.00	85	17	63	0	0	148	80	

Tabel Lampiran 1.11 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi	Pingit		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
SELATAN	Kiri	08.00-08.15	17	3,4	3	2	0,4	22	6,8
		08.15-08.30	15	3	7	3	0,6	25	10,6
		08.30-08.45	11	2,2	5	0	0	16	7,2
		08.45-09.00	13	2,6	5	1	0,2	19	7,8
		09.00-09.15	5	1	4	2	0,4	11	5,4
		09.15-09.30	12	2,4	5	1	0,2	18	7,6
		09.30-09.45	9	1,8	3	0	0	12	4,8
		09.45-10.00	6	1,2	1	2	0,4	9	2,6
	Lurus	08.00-08.15	72	14,4	28	1	0,2	101	42,6
		08.15-08.30	66	13,2	33	2	0,4	101	46,6
		08.30-08.45	70	14	27	1	0,2	98	41,2
		08.45-09.00	68	13,6	32	1	0,2	101	45,8
		09.00-09.15	63	12,6	24	2	0,4	89	37
		09.15-09.30	102	20,4	43	1	0,2	146	63,6
		09.30-09.45	86	17,2	41	2	0,4	129	58,6
		09.45-10.00	75	15	38	3	0,6	116	53,6
	Kanan	08.00-08.15	193	38,6	28	2	0,4	223	67
		08.15-08.30	153	30,6	32	1	0,2	186	62,8
		08.30-08.45	188	37,6	27	1	0,2	216	64,8
		08.45-09.00	211	42,2	24	0	0	235	66,2
		09.00-09.15	131	26,2	39	1	0,2	171	65,4
		09.15-09.30	161	32,2	44	2	0,4	207	76,6
		09.30-09.45	112	22,4	41	0	0	153	63,4
		09.45-10.00	118	23,6	30	0	0	148	53,6

Tabel Lampiran 1.12 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi	Pingit	18 Maret 2019					
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	08.00-08.15	273	54,6	96	1	1,2	370	151,8
		08.15-08.30	139	27,8	98	1	1,2	238	127
		08.30-08.45	344	68,8	71	2	2,4	417	142,2
		08.45-09.00	343	68,6	124	0	0	467	192,6
		09.00-09.15	321	64,2	133	1	1,2	455	198,4
		09.15-09.30	300	60	102	1	1,2	403	163,2
		09.30-09.45	288	57,6	93	0	0	381	150,6
		09.45-10.00	292	58,4	96	1	1,2	389	155,6
	Lurus	08.00-08.15	168	33,6	38	1	1,2	207	72,8
		08.15-08.30	124	24,8	36	0	0	160	60,8
		08.30-08.45	158	31,6	47	0	0	205	78,6
		08.45-09.00	166	33,2	39	1	1,2	206	73,4
		09.00-09.15	179	35,8	48	1	1,2	228	85
		09.15-09.30	192	38,4	49	2	2,4	243	89,8
		09.30-09.45	113	22,6	36	2	2,4	151	61
		09.45-10.00	236	47,2	78	0	0	314	125,2
	Kanan	08.00-08.15	13	2,6	8	1	1,2	22	11,8
		08.15-08.30	10	2	3	1	1,2	14	6,2
		08.30-08.45	9	1,8	5	2	2,4	16	9,2
		08.45-09.00	16	3,2	7	0	0	23	10,2
		09.00-09.15	14	2,8	6	0	0	20	8,8
		09.15-09.30	11	2,2	1	1	1,2	13	4,4
		09.30-09.45	8	1,6	2	1	1,2	11	4,8
		09.45-10.00	30	6	12	0	0	42	18

Tabel Lampiran 1.13 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Pagi Hari (08.00-10.00)

Senin		Pagi		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	08.00-08.15	151	30,2	61	2	2,4	214	93,6
		08.15-08.30	136	27,2	56	1	1,2	193	84,4
		08.30-08.45	163	32,6	71	0	0	234	103,6
		08.45-09.00	159	31,8	63	2	2,4	224	97,2
		09.00-09.15	172	34,4	52	0	0	224	86,4
		09.15-09.30	167	33,4	66	1	1,2	234	100,6
		09.30-09.45	142	28,4	57	1	1,2	200	86,6
		09.45-10.00	134	26,8	61	2	2,4	197	90,2
	Lurus	08.00-08.15	205	41	63	1	1,2	269	105,2
		08.15-08.30	183	36,6	54	1	1,2	238	91,8
		08.30-08.45	192	38,4	58	2	2,4	252	98,8
		08.45-09.00	200	40	52	1	1,2	253	93,2
		09.00-09.15	245	49	63	0	0	308	112
		09.15-09.30	128	25,6	64	1	1,2	193	90,8
		09.30-09.45	196	39,2	83	2	2,4	281	124,6
		09.45-10.00	146	29,2	62	0	0	208	91,2
	Kanan	08.00-08.15	183	36,6	63	2	2,4	248	102
		08.15-08.30	192	38,4	57	1	1,2	250	96,6
		08.30-08.45	212	42,4	55	0	0	267	97,4
		08.45-09.00	251	50,2	78	1	1,2	330	129,4
		09.00-09.15	166	33,2	45	2	2,4	213	80,6
		09.15-09.30	176	35,2	55	1	1,2	232	91,4
		09.30-09.45	177	35,4	83	2	2,4	262	120,8
		09.45-10.00	169	33,8	57	2	2,4	228	93,2

Tabel Lampiran 1.14 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Pingit		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	11.00-11.15	100	20	25	1	1,2	126	46,2
		11.15-11.30	127	25,4	29	1	1,2	157	55,6
		11.30-11.45	134	26,8	51	1	1,2	186	79
		11.45-12.00	115	23	36	0	0	151	59
		12.00-12.15	110	22	26	1	1,2	137	49,2
		12.15-12.30	111	22,2	24	2	2,4	137	48,6
		12.30-12.45	129	25,8	38	0	0	167	63,8
		12.45-13.00	135	27	42	1	1,2	178	70,2
	Lurus	11.00-11.15	202	40,4	68	2	2,4	272	110,8
		11.15-11.30	176	35,2	83	1	1,2	260	119,4
		11.30-11.45	181	36,2	65	1	1,2	247	102,4
		11.45-12.00	166	33,2	75	3	3,6	244	111,8
		12.00-12.15	163	32,6	87	2	2,4	252	122
		12.15-12.30	252	50,4	90	0	0	342	140,4
		12.30-12.45	294	58,8	108	2	2,4	404	169,2
		12.45-13.00	240	48	83	1	1,2	324	132,2
	Kanan	11.00-11.15	49	9,8	60	1	1,2	110	71
		11.15-11.30	73	14,6	50	2	2,4	125	67
		11.30-11.45	81	16,2	34	0	0	115	50,2
		11.45-12.00	87	17,4	79	0	0	166	96,4
		12.00-12.15	73	14,6	38	2	2,4	113	55
		12.15-12.30	80	16	44	0	0	124	60
		12.30-12.45	91	18,2	48	1	1,2	140	67,4
		12.45-13.00	74	14,8	41	2	2,4	117	58,2

Tabel Lampiran 1.15 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Pingit		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
SELATAN	Kiri	11.00-11.15	19	3,8	4	0	0	23	7,8
		11.15-11.30	16	3,2	8	0	0	24	11,2
		11.30-11.45	7	1,4	3	0	0	10	4,4
		11.45-12.00	11	2,2	4	2	0,4	17	6,6
		12.00-12.15	9	1,8	10	2	0,4	21	12,2
		12.15-12.30	23	4,6	4	2	0,4	29	9
		12.30-12.45	13	2,6	4	1	0,2	18	6,8
		12.45-13.00	6	1,2	5	2	0,4	13	6,6
	Lurus	11.00-11.15	80	16	53	1	0,2	134	69,2
		11.15-11.30	47	9,4	24	1	0,2	72	33,6
		11.30-11.45	87	17,4	46	1	0,2	134	63,6
		11.45-12.00	88	17,6	35	2	0,4	125	53
		12.00-12.15	119	23,8	64	1	0,2	184	88
		12.15-12.30	74	14,8	42	0	0	116	56,8
		12.30-12.45	77	15,4	37	3	0,6	117	53
		12.45-13.00	79	15,8	50	0	0	129	65,8
	Kanan	11.00-11.15	108	21,6	37	2	0,4	147	59
		11.15-11.30	101	20,2	31	2	0,4	134	51,6
		11.30-11.45	102	20,4	47	0	0	149	67,4
		11.45-12.00	112	22,4	56	1	0,2	169	78,6
		12.00-12.15	84	16,8	45	1	0,2	130	62
		12.15-12.30	99	19,8	41	1	0,2	141	61
		12.30-12.45	156	31,2	53	2	0,4	211	84,6
		12.45-13.00	127	25,4	41	2	0,4	170	66,8

Tabel Lampiran 1.16 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang	Pingit		18 Maret 2019				
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	11.00-11.15	253	50,6	126	0	0	379	176,6
		11.15-11.30	252	50,4	92	0	0	344	142,4
		11.30-11.45	292	58,4	120	0	0	412	178,4
		11.45-12.00	312	62,4	110	1	1,2	423	173,6
		12.00-12.15	303	60,6	142	1	1,2	446	203,8
		12.15-12.30	276	55,2	106	1	1,2	383	162,4
		12.30-12.45	412	82,4	141	2	2,4	555	225,8
		12.45-13.00	498	99,6	126	3	3,6	627	229,2
	Lurus	11.00-11.15	217	43,4	66	1	1,2	284	110,6
		11.15-11.30	172	34,4	49	1	1,2	222	84,6
		11.30-11.45	171	34,2	64	0	0	235	98,2
		11.45-12.00	195	39	70	2	2,4	267	111,4
		12.00-12.15	137	27,4	59	0	0	196	86,4
		12.15-12.30	160	32	54	1	1,2	215	87,2
		12.30-12.45	194	38,8	53	1	1,2	248	93
		12.45-13.00	247	49,4	62	0	0	309	111,4
	Kanan	11.00-11.15	29	5,8	9	3	3,6	41	18,4
		11.15-11.30	12	2,4	9	2	2,4	23	13,8
		11.30-11.45	11	2,2	6	1	1,2	18	9,4
		11.45-12.00	16	3,2	7	1	1,2	24	11,4
		12.00-12.15	17	3,4	11	2	2,4	30	16,8
		12.15-12.30	29	5,8	14	1	1,2	44	21
		12.30-12.45	24	4,8	10	3	3,6	37	18,4
		12.45-13.00	38	7,6	14	2	2,4	54	24

Tabel Lampiran 1.17 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Siang Hari (11.00-13.00)

Senin		Siang		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	11.00-11.15	165	33	75	1	1,2	241	109,2
		11.15-11.30	154	30,8	69	1	1,2	224	101
		11.30-11.45	125	25	57	2	2,4	184	84,4
		11.45-12.00	137	27,4	59	0	0	196	86,4
		12.00-12.15	128	25,6	68	0	0	196	93,6
		12.15-12.30	133	26,6	52	0	0	185	78,6
		12.30-12.45	141	28,2	60	1	1,2	202	89,4
		12.45-13.00	165	33	77	1	1,2	243	111,2
	Lurus	11.00-11.15	120	24	70	1	1,2	191	95,2
		11.15-11.30	124	24,8	74	2	2,4	200	101,2
		11.30-11.45	138	27,6	65	1	1,2	204	93,8
		11.45-12.00	180	36	98	0	0	278	134
		12.00-12.15	200	40	78	0	0	278	118
		12.15-12.30	207	41,4	87	1	1,2	295	129,6
		12.30-12.45	190	38	112	1	1,2	303	151,2
		12.45-13.00	154	30,8	69	1	1,2	224	101
	Kanan	11.00-11.15	156	31,2	64	1	1,2	221	96,4
		11.15-11.30	153	30,6	73	0	0	226	103,6
		11.30-11.45	136	27,2	73	2	2,4	211	102,6
		11.45-12.00	137	27,4	42	1	1,2	180	70,6
		12.00-12.15	235	47	75	1	1,2	311	123,2
		12.15-12.30	202	40,4	72	2	2,4	276	114,8
		12.30-12.45	144	28,8	63	1	1,2	208	93
		12.45-13.00	211	42,2	99	1	1,2	311	142,4

Tabel Lampiran 1.18 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
TIMUR	Kiri	15.00-15.15	142	28,4	37	1	1,2	180	66,6
		15.15-15.30	131	26,2	38	1	1,2	170	65,4
		15.30-15.45	136	27,2	30	1	1,2	167	58,4
		15.45-16.00	134	26,8	34	0	0	168	60,8
		16.00-16.15	129	25,8	33	1	1,2	163	60
		16.15-16.30	149	29,8	32	1	1,2	182	63
		16.30-16.45	122	24,4	27	0	0	149	51,4
	16.45-17.00	107	21,4	23	2	2,4	132	46,8	
	Lurus	15.00-15.15	198	39,6	97	1	1,2	296	137,8
		15.15-15.30	308	61,6	97	2	2,4	407	161
		15.30-15.45	295	59	99	2	2,4	396	160,4
		15.45-16.00	323	64,6	90	3	3,6	416	158,2
		16.00-16.15	464	92,8	17	1	1,2	482	111
		16.15-16.30	348	69,6	90	0	0	438	159,6
		16.30-16.45	337	67,4	82	0	0	419	149,4
	16.45-17.00	465	93	110	1	1,2	576	204,2	
	Kanan	15.00-15.15	49	9,8	63	2	2,4	114	75,2
		15.15-15.30	56	11,2	75	3	3,6	134	89,8
		15.30-15.45	53	10,6	77	1	1,2	131	88,8
		15.45-16.00	45	9	71	1	1,2	117	81,2
		16.00-16.15	63	12,6	93	2	2,4	158	108
		16.15-16.30	47	9,4	97	1	1,2	145	107,6
		16.30-16.45	66	13,2	135	0	0	201	148,2
	16.45-17.00	54	10,8	128	0	0	182	138,8	

Tabel Lampiran 1.19 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore	Pingit				18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP	
			MC	SMP	LV	HV	SMP			
SELATAN	Kiri	15.00-15.15	7	1,4	3	1	0,2	11	4,6	
		15.15-15.30	10	2	2	1	0,2	13	4,2	
		15.30-15.45	8	1,6	4	1	0,2	13	5,8	
		15.45-16.00	13	2,6	2	2	0,4	17	5	
		16.00-16.15	2	0,4	2	2	0,4	6	2,8	
		16.15-16.30	11	2,2	1	0	0	12	3,2	
		16.30-16.45	6	1,2	3	1	0,2	10	4,4	
	16.45-17.00	3	0,6	2	2	0,4	7	3		
	Lurus	15.00-15.15	98	19,6	52	0	0	150	71,6	
		15.15-15.30	82	16,4	46	0	0	128	62,4	
		15.30-15.45	101	20,2	48	1	0,2	150	68,4	
		15.45-16.00	75	15	24	1	0,2	100	39,2	
		16.00-16.15	122	24,4	62	1	0,2	185	86,6	
		16.15-16.30	107	21,4	56	2	0,4	165	77,8	
		16.30-16.45	101	20,2	48	2	0,4	151	68,6	
	16.45-17.00	114	22,8	61	0	0	175	83,8		
	Kanan	15.00-15.15	116	23,2	38	1	0,2	155	61,4	
		15.15-15.30	107	21,4	37	2	0,4	146	58,8	
		15.30-15.45	96	19,2	26	0	0	122	45,2	
		15.45-16.00	101	20,2	35	0	0	136	55,2	
		16.00-16.15	126	25,2	36	1	0,2	163	61,4	
		16.15-16.30	102	20,4	25	1	0,2	128	45,6	
		16.30-16.45	96	19,2	27	1	0,2	124	46,4	
	16.45-17.00	127	25,4	43	1	0,2	171	68,6		

Tabel Lampiran 1.20 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
BARAT	Kiri	15.00-15.15	295	59	120	2	2,4	417	181,4
		15.15-15.30	399	79,8	101	0	0	500	180,8
		15.30-15.45	426	85,2	115	0	0	541	200,2
		15.45-16.00	414	82,8	111	0	0	525	193,8
		16.00-16.15	480	96	118	1	1,2	599	215,2
		16.15-16.30	572	114,4	131	2	2,4	705	247,8
		16.30-16.45	528	105,6	96	2	2,4	626	204
		16.45-17.00	513	102,6	128	2	2,4	643	233
	Lurus	15.00-15.15	181	36,2	57	3	3,6	241	96,8
		15.15-15.30	163	32,6	52	1	1,2	216	85,8
		15.30-15.45	171	34,2	55	0	0	226	89,2
		15.45-16.00	168	33,6	42	2	2,4	212	78
		16.00-16.15	197	39,4	49	1	1,2	247	89,6
		16.15-16.30	190	38	57	2	2,4	249	97,4
		16.30-16.45	249	49,8	52	2	2,4	303	104,2
		16.45-17.00	205	41	29	0	0	234	70
	Kanan	15.00-15.15	25	5	17	1	1,2	43	23,2
		15.15-15.30	21	4,2	11	2	2,4	34	17,6
		15.30-15.45	15	3	9	2	2,4	26	14,4
		15.45-16.00	17	3,4	2	2	2,4	21	7,8
		16.00-16.15	13	2,6	10	1	1,2	24	13,8
		16.15-16.30	14	2,8	13	1	1,2	28	17
		16.30-16.45	16	3,2	10	0	0	26	13,2
		16.45-17.00	17	3,4	9	0	0	26	12,4

Tabel Lampiran 1.21 Formulir Survei Volume Lalu lintas di Simpang Pingit pada Sore Hari (15.00-17.00)

Senin		Sore		Pingit		18 Maret 2019			
LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN					JML	SMP
			MC	SMP	LV	HV	SMP		
UTARA	Kiri	15.00-15.15	119	23,8	57	1	1,2	177	82
		15.15-15.30	131	26,2	55	1	1,2	187	82,4
		15.30-15.45	150	30	54	1	1,2	205	85,2
		15.45-16.00	133	26,6	49	1	1,2	183	76,8
		16.00-16.15	165	33	59	1	1,2	225	93,2
		16.15-16.30	160	28,8	53	0	0	197	81,8
		16.30-16.45	144	30,6	63	1	1,2	217	94,8
	16.45-17.00	153	37,4	46	0	0	233	83,4	
	Lurus	15.00-15.15	187	46,4	72	0	0	304	118,4
		15.15-15.30	232	56,6	76	1	1,2	360	133,8
		15.30-15.45	283	31	86	1	1,2	242	118,2
		15.45-16.00	155	54	72	2	2,4	344	128,4
		16.00-16.15	270	47,6	85	2	2,4	325	135
		16.15-16.30	238	36,4	81	1	1,2	264	118,6
		16.30-16.45	182	60	73	3	3,6	376	136,6
	16.45-17.00	300	50,2	90	1	1,2	342	141,4	
	Kanan	15.00-15.15	251	53	80	0	0	345	133
		15.15-15.30	265	55,8	91	1	1,2	371	148
		15.30-15.45	279	49,4	78	2	2,4	327	129,8
		15.45-16.00	247	49,4	79	0	0	367	128,4
		16.00-16.15	288	57,6	52	3	3,6	343	113,2
		16.15-16.30	461	92,2	75	1	1,2	537	168,4
		16.30-16.45	332	66,4	46	2	2,4	380	114,8
	16.45-17.00	274	54,8	68	1	1,2	343	124	



LAMPIRAN 2

Data Kecepatan Kendaraan

Tabel Lampiran 2.1 Formulir Survei Kecepatan pada Ruas Jalan Diponegoro pada Pagi Hari

Tanggal	18 Maret 2019	
Sesi	Pagi	
Panjang (m)	20	
No	Jenis Kendaraan: Mobil (LV)	
	Waktu (detik)	Kecepatan(Km/jam)
1	1,5	48,00
2	1,77	40,68
3	2,02	35,64
4	1,63	44,17
5	1,54	46,75
6	1,98	36,36
7	1,84	39,13
8	1,78	40,45
9	1,93	37,31
10	2,34	30,77
11	1,88	38,30
12	1,84	39,13
13	1,76	40,91
14	1,65	43,64
15	1,69	42,60
16	1,56	46,15
17	1,87	38,50
18	1,37	52,55
19	1,76	40,91
20	1,65	43,64
21	1,92	37,50
22	1,33	54,14
23	1,58	45,57
24	1,23	58,54
25	1,98	36,36
26	1,77	40,68
27	1,67	43,11
28	1,93	37,31
29	1,54	46,75
30	2,23	32,29
Rata-rata		41,93
		42

Tabel Lampiran 2.2 Formulir Survei Kecepatan pada Ruas Jalan Diponegoro pada Sore Hari

Tanggal	18 Maret 2019	
Sesi	Sore	
Panjang (m)	20	
No	Jenis Kendaraan: Mobil (LV)	
	Waktu (detik)	Kecepatan(Km/jam)
1	1,78	40,45
2	1,68	42,86
3	2,32	31,03
4	2,12	33,96
5	2,54	28,35
6	1,76	40,91
7	1,89	38,10
8	2,45	29,39
9	2,34	30,77
10	2,21	32,58
11	1,96	36,73
12	1,76	40,91
13	1,88	38,30
14	2,41	29,88
15	2,87	25,09
16	2,45	29,39
17	2,51	28,69
18	2,21	32,58
19	1,76	40,91
20	2,32	31,03
21	1,78	40,45
22	1,93	37,31
23	1,88	38,30
24	2,05	35,12
25	2,12	33,96
26	1,65	43,64
27	2,13	33,80
28	1,89	38,10
29	1,87	38,50
30	1,92	37,50
Rata-rata		35,29
		36