

# ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA SRIWEDARI DENGAN *FIXED TIME CONTROL* DAN *DEMAND RESPONSIVE CONTROL* PADA SISTEM *CONTRA FLOW BUS LANE*

Loh Man<sup>1)</sup>, Budi Yulianto<sup>2)</sup>, Setiono<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup> Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: [lohmankh@gmail.com](mailto:lohmankh@gmail.com)

## *Abstract*

*Sriwedari 3 arms Intersections is one of intersections that will be affected by the system Contra Flow Bus Lane at Road Brijgend. Slamet Riyadi Surakarta. Therefore, it is necessary to research related traffic signal control with a special facility for public transportation at the intersection. This traffic signals are called bus priority signal control. This signalized system is one of the traffic light which is timing signals based on traffic conditions or be called Demand Responsive Control. Effectiveness of this system then compared with the Fixed Time Control to regulate the movement of traffic at Sriwedari 3 arms Intersections.*

*Traffic volume survey is conducted by traffic counting at the intersection to get the data of volume, composition and distribution of vehicles turning. This research will be used transportation simulation program or VISSIM for modeling the traffic conditions as the conditions of the field.*

*The results of this research is showed that, the performance of Sriwedari 3 arms intersection are differences between existing conditions, conditions after the application of the system Contra Flow Bus Lane under Fixed Time Control (CFBL FTC) and Demand Responsive Control (DRC). The results of existing condition are, the average of queues length is 183 meters, vehicle delay is 32 seconds, and the travel time is 125 seconds. The results of (CFBL FTC) condition are, the average of queue length is 415 meters, vehicle delay is 111 seconds and travel time is 174 seconds. The results of (DRC) condition are, the average of queues length is 386 meters, vehicle delay is 63 seconds and travel time is 163 seconds. (These results are measured for West intersection closers)*

**Keywords :** *Bus Priority, VISSIM, Contra Flow.*

## Abstrak

Simpang Tiga Sriwedari adalah salah satu simpang yang akan dipengaruhi oleh adanya sistem Contra Flow Bus Lane di Jalan Brijgend. Slamet Riyadi Kota Surakarta. Dengan kenyataan tersebut diperlukan penelitian mengenai perencanaan sinyal lampu lalu lintas dengan fasilitas khusus angkutan umum di simpang. Sinyal lampu lalu lintas tersebut lazim disebut bus priority signal control. Sistem sinyal ini merupakan salah satu sinyal lampu lalu lintas yang pengaturan waktu sinyalnya berdasarkan kondisi lalu lintas di lapangan yang selalu berubah-ubah atau biasa disebut Demand Responsive Control. Efektifitas sistem sinyal ini kemudian dibandingkan dengan sistem sinyal Fixed Time Control dalam mengatur pergerakan lalu lintas di Simpang Tiga Sriwedari.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan pencacahan lalu lintas di persimpangan untuk mendapatkan data volume, komposisi kendaraan dan distribusi pergerakan membelok kendaraan. Dalam penelitian ini menggunakan alat bantu program simulasi transportasi yaitu VISSIM untuk memodelkan kondisi lalu lintas sesuai dengan kondisi lapangan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada perbedaan kinerja simpang Tiga Sriwedari antara kondisi eksisting, kondisi setelah penerapan sistem Contra Flow Bus Lane dengan Fixed Time Control (CFBL FTC) dan Demand Responsive Control (DRC) yaitu, pada kondisi eksisting memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 183 meter, tundaan kendaraan sebesar 32 detik, dan waktu tempuh sebesar 125 detik. Kondisi (CFBL FTC) memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 415 meter, tundaan kendaraan sebesar 111 detik dan waktu tempuh sebesar 174 detik. Kondisi (DRC) memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 386 meter, tundaan kendaraan sebesar 63 detik dan waktu tempuh sebesar 163 detik. (Hasil ini diukur untuk pendekat simpang Barat )

**Kata kunci :** *Bus Priority, VISSIM, Contra Flow.*

## PENDAHULUAN

Transportasi berperan sebagai urat nadi kehidupan ekonomi, sosial budaya, dan politik, sehingga perlu diarahkan sedemikian rupa agar terwujud sebuah sistem transportasi yang handal dan berkelanjutan, yang disertai dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia. Untuk mengantisipasi permasalahan lalu lintas, seperti kemacetan, kecelakaan, polusi, dan lain sebagainya, di Kota Surakarta, maka Pemerintah Kota (Pemkot) Surakarta mencanangkan visi misi Solo Menuju Kota dengan Transportasi yang Berkelanjutan (Dishubkominformo Kota Surakarta, 2012). Salah satu program kerjanya adalah merevitalisasi angkutan umum perkotaan reguler menjadi angkutan umum yang berbasis Bus Rapid Transit (BRT) yaitu Batik Solo Trans (BST) serta merevitalisasi angkutan kota (Angkot) sebagai moda pengumpan yang terintegrasi operasionalnya dengan BST.

Dalam rangka menghasilkan kinerja angkutan umum yang terintegrasi dan handal, maka salah satu upaya manajemen dan rekayasa lalu lintas yang perlu dilakukan adalah diimplementasikannya Sistem *Contra Flow Bus Lane (CFBL)* pada ruas Jalan Brigjend. Slamet Riyadi dari Bundaran Gladag sampai dengan Simpang 4 Gendengan. Hal ini untuk mengakomodasi pergerakan rute BST Koridor 1, yaitu Bandara Adi Soemarmo - Pabelan - Jalan Brigjend. Slamet Riyadi - Jalan Jenderal Sudirman - Jalan Urip Sumoharjo - Jalan Kol. Sutarto - Jalan Ir. Sutami - Terminal Palur.

Agar penerapan Sistem *Contra Flow Bus Lane* di Jalan Brigjend. Slamet Riyadi dapat menghasilkan kinerja angkutan umum yang handal dan berkelanjutan, maka diperlukan penelitian terkait dengan perencanaan sinyal lampu lalu lintas dengan fasilitas khusus angkutan umum di simpang. Sinyal lampu lalu lintas tersebut lazim disebut bus priority signal control. Sistem sinyal ini merupakan salah satu sinyal lampu lalu lintas yang pengaturan waktu sinyalnya berdasarkan kondisi lalu lintas di lapangan yang selalu berubah-ubah atau biasa disebut *Demand Responsive Control*. Efektifitas sistem sinyal ini kemudian dibandingkan dengan sistem sinyal *Fixed Time Control* dalam mengatur pergerakan lalu lintas di Simpang Tiga Sriwedari.

Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalulintas dengan *software Vissim*, dengan rencana pengambilan data primer berupa survei yang dilaksanakan selama satu hari pada jam sibuk pagi dan sore hari. Dalam analisis ini akan menggunakan metode *Fixed Time Control* dan *Demand Responsive Control*. Setelah analisis ini dilakukan, nantinya akan dilakukan perbandingan antara hasil analisis dengan metode *Fixed Time Control* dengan *Demand Responsive Control*.

## LANDASAN TEORI

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Oleh karena itu persimpangan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadi konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Sehingga persimpangan merupakan aspek penting di dalam pengendalian lalu lintas dan juga merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah-daerah perkotaan.

*Contra flow bus lanes* merupakan lajur khusus bagi bus untuk melintas secara berlawanan arah terhadap lalu lintas umum lainnya. Pada umumnya *Contra flow bus lanes* ditempatkan pada jalan-jalan satu arah dengan menggunakan pemisah khusus kerb. Namun pada beberapa tempat terkadang pemisah lajur ini hanya menggunakan garis putih putus-putus sebagai pemisah. Sama halnya dengan *Contra flow bus lanes* lajur khusus bus ini juga diperuntukkan bagi kendaraan-kendaraan non-bus yang mempunyai tingkat okupansi yang tinggi seperti taksi, angkot ataupun kendaraan darurat (Working Group Bus Committee, 2009).

### **Vissim**

*VISSIM* adalah aplikasi untuk melakukan simulasi mikroskopis berbasis perilaku yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengoptimasi aliran lalu lintas. *VISSIM* mampu digunakan menyimulasikan kendaraan pribadi maupun transportasi umum dan menyimulasikan aliran lalu lintas multi moda serta rekayasa pedestrian.

*Vissim* digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum, seperti

- Studi koridor ruas tertentu untuk mengidentifikasi tingkat performa, *bottleneck* dan potensi peningkatan.
- Studi mengenai kontrol jalan seperti sistem *contra flow*, batas kecepatan dan pengarah rute.
- Pengembangan dan analisis dari strategi manajemen pada saat operasi tertentu dan dampak saat fase konstruksi.

- d. Studi pada simpang bersinyal dan tidak bersinyal.
- e. Analisis terhadap strategi fixed time, actuated signal control dan adaptive signal control pada sub area tertentu.
- f. Skema prioritas sinyal lampu lalu lintas untuk transportasi publik (misalnya *bus priority*) dalam lingkup transportasi multi moda.
- g. Strategi operasional dari beragam tipe kendaraan seperti *Light Rail Transit (LRT)*, trem dan bis.
- h. Investigasi pada skema pengelolaan lalu lintas termasuk studi pada kecepatan kendaraan saat bermanuver ketika pandangan terbatas.

*Vissim* telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, *Vissim* mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Jangkauan aplikasi jaringan *Vissim* yang luas juga meliputi fasilitas –fasilitas transportasi umum, sepeda hingga pejalan kaki. Selain itu *Vissim* juga bisa mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional yang unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam bisa dimasukkan pada *software Vissim*, pada umumnya antara lain tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh dan berhenti.

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *traffic counting* atau pencacahan lalu lintas. *Traffic counting* dilakukan secara manual di Simpang Tiga Sriwedari. *Traffic counting* dilakukan untuk mengidentifikasi rute mana yang sering dilalui, komposisi kendaraan yang melewati simpang tersebut, dan volume lalu lintas per satuan waktu tertentu (kend/jam). Selain itu pada saat melakukan *traffic counting* juga diidentifikasi keadaan lingkungan sekitar serta geometri jalan. Penelitian ini menggunakan alat bantu program simulasi transportasi yaitu *VISSIM*. Data input yang diperlukan oleh *VISSIM* diperoleh dari survei literatur maupun lapangan. Model *VISSIM* perlu dilakukan proses kalibrasi dan validasi untuk mendapatkan output *VISSIM* yang dapat dipertanggungjawabkan secara statistik.

### Parameter yang Digunakan dalam Vissim

#### **Vehicle Types**

Kelompok kendaraan dengan karakter teknis dan perilaku fisik berkendara yang serupa.

#### **Vehicle Classes**

Satu atau lebih jenis kendaraan digabung dalam satu kelas kendaraan. Kecepatan, evaluasi dan pemilihan rute digabung dalam satu kelas kendaraan.

#### **Vehicle Categories**

Menetapkan terlebih dahulu kategori dari kendaraan yang menyertakan interaksi kendaraan yang serupa.

#### **Vehicle Input**

Memasukkan jumlah arus lalu lintas (kend/jam) sesuai dengan hasil survei di lapangan.

#### **Vehicle Composition**

Pengaturan seberapa besar persentasi tiap-tiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas yang ada.

#### **Driving Behaviour**

Perilaku berkendara. tergantung pada jenis jaringan jalan, kategori kendaraan dan kelas kendaraan.

#### **Signal Control**

*Tool* yang digunakan untuk memodelkan suatu fase sinyal aktual di lapangan.

#### **Links and Connectors**

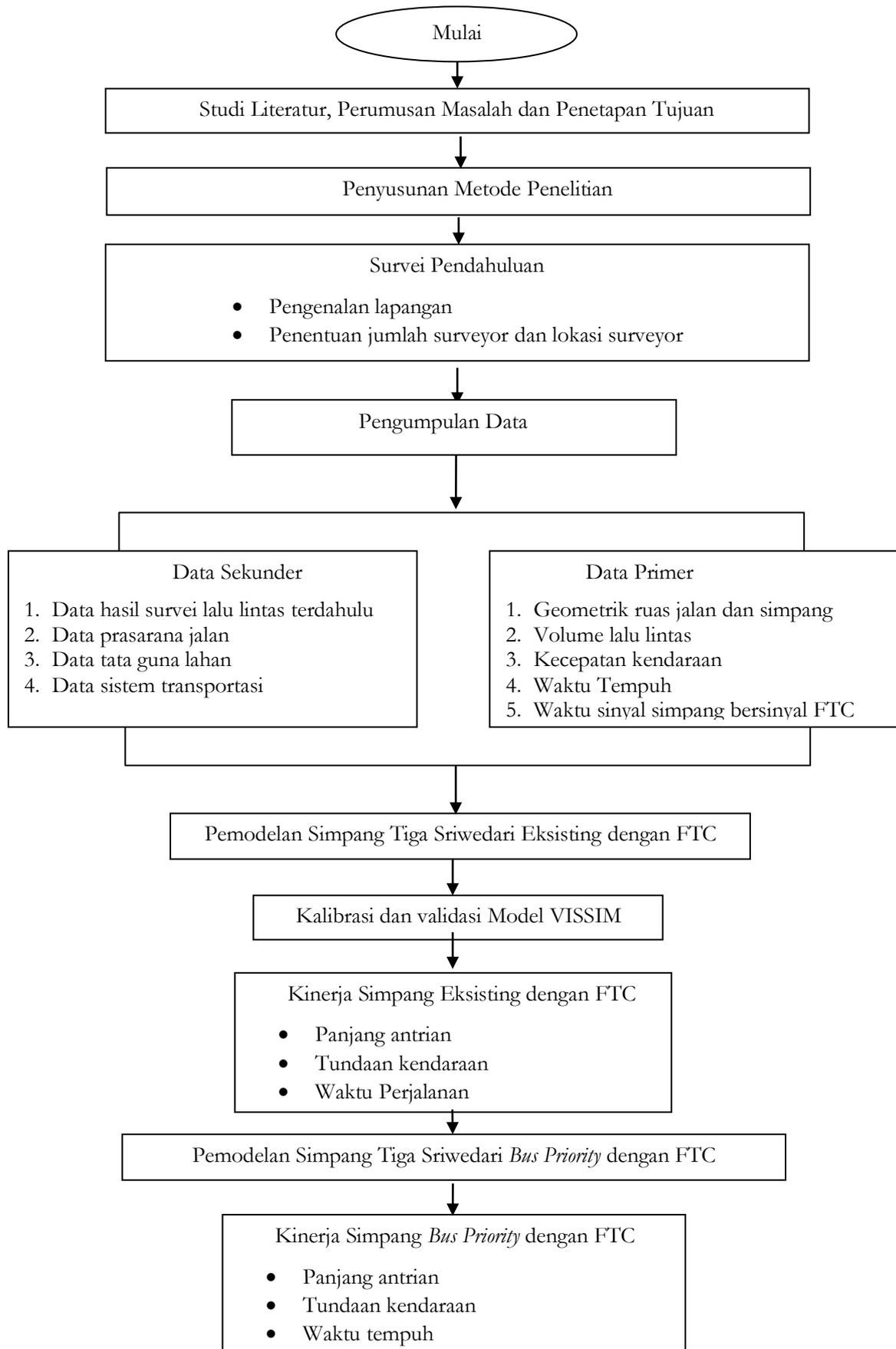
Input geometrik jaringan jalan, seperti jumlah lajur dan lebar jalan.

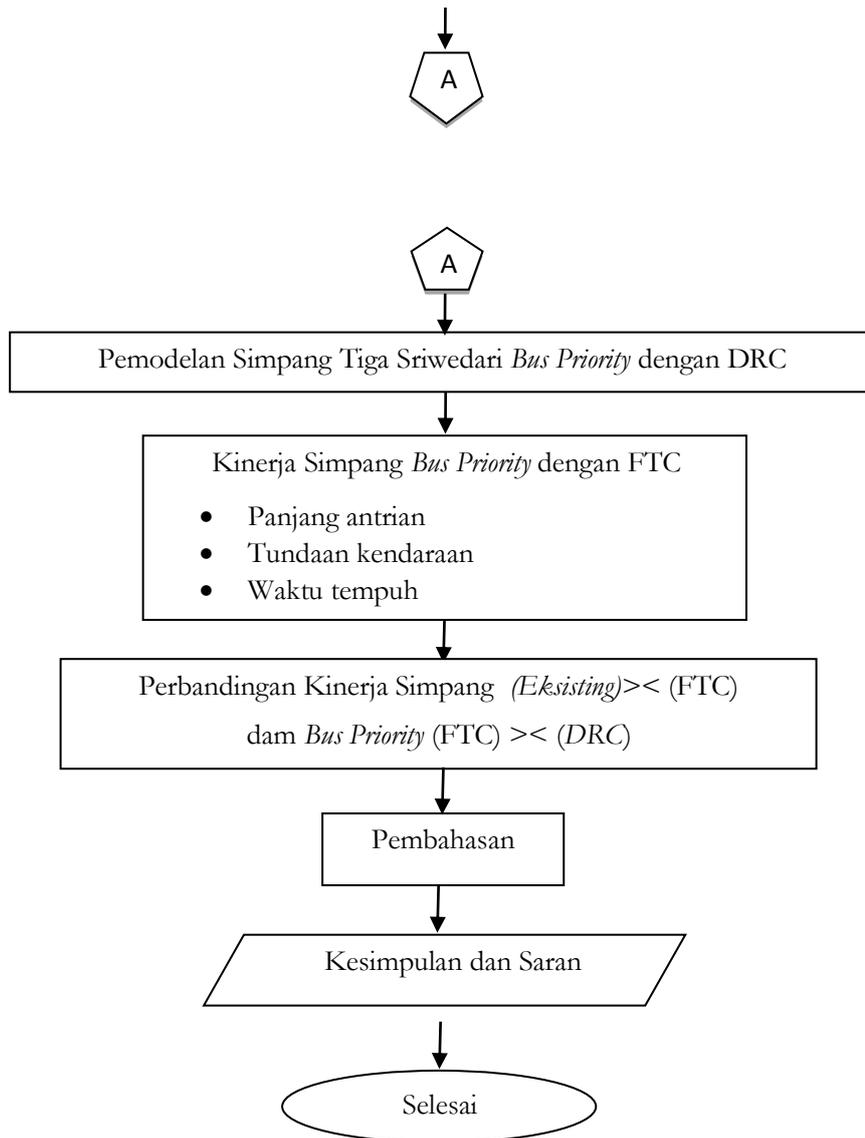
#### **Queue Counter**

Penghitung antrian, dihitung mulai dari titik *queue counter* ditetapkan hingga kendaraan terakhir yang masih berada dalam kondisi antrian.

#### **Vehicle Travel time**

Penentuan titik awal pergerakan kendaraan hingga destinasi dengan jarak tertentu untuk dihitung waktu tempuhnya, kemudian bisa dihitung juga waktu tempuh saat arus lalu lintas mengalami kemacetan sehingga didapat nilai tundaan.

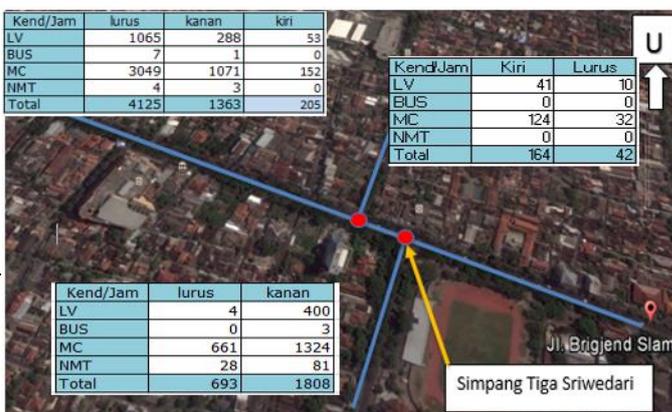




Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

## PEMBAHASAN

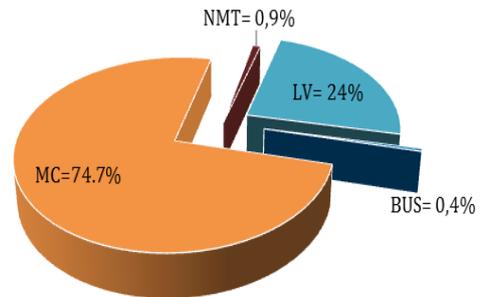
Berdasarkan hasil survei langsung di lapangan dan *traffic counting* yang dilakukan, diperoleh data-data yang cukup untuk dilakukan *input* pada software Vissim. Simulasi diawali dengan melakukan input base data berupa tipe, kelas dan kategori kendaraan, perilaku berkendara, dilanjutkan dengan membuat jaringan jalan sesuai dengan kondisi asli di lapangan, lalu bisa dilakukan input jumlah arus lalu lintas beserta komposisi kendaraannya. Setelah itu, dibuat pula *signal control*, yaitu pemodelan sinyal lalu lintas di tiap-tiap kaki simpang, dengan lama fase dan lama waktu hijau, kuning dan merah di tiap-tiap kaki simpang sesuai dengan kondisi asli, caranya dengan memilih dan klik *tool signal control*, klik edit *controller*, akan muncul kotak dialog baru. Pilih *fixed time signal*, pilih edit *signal control*, setelah itu kita bisa mengatur urutan nyala lampu, lama hijau, waktu kuning hingga *all-red*, hingga urutan urutan fase di tiap-tiap kaki simpang.



Gambar 2. Data Volume Dan Komposisi Kendaraan Di Simpang Tiga Sriwedari Pada Jam Sibuk Pagi.



Komposisi kendaraan pada Simpang Tiga Sriwedari



Gambar 3. Data Volume Dan Komposisi Kendaraan Di Simpang Tiga Sriwedari Pada Jam Sibuk Sore.

### Kalibrasi

Model yang telah diubah parameternya kemudian dilakukan run sebanyak 10 kali dengan random seed (RS) yang berbeda-beda, agar menghasilkan data keluaran model (output) yang meyakinkan dan dapat diuji secara statistik.

Untuk mengetahui apakah proses kalibrasi telah berjalan dengan baik maka dilakukan perbandingan antara volume kendaraan hasil simulasi VISSIM dibandingkan dengan volume kendaraan hasil survei di lapangan yang masuk dan keluar jaringan model. Dari hasil perbandingan tersebut akan terlihat selisih volume antara keduanya.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Volume Antara Hasil Simulasi VISSIM Dengan Data Hasil Survei Di Lapangan Pada Jam Sibuk Pagi.

Lokasi yang dibandingkan	Simulasi VISSIM												Data Observasi	Perbedaan	
	Random Seed										Rata-Rata	Standar Deviasi			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	Volume Lalu Lintas (Kend/jam)												%		
1	5674	5669	5669	5673	5674	5672	5673	5669	5664	5667	5670	3	5736	-66	-1.2%
2	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	0	206	1	0.5%
3	2392	2393	2392	2391	2392	2392	2391	2393	2391	2392	2392	1	2501	-109	-4.6%
4	859	860	864	860	854	861	854	859	857	852	858	4	898	-40	-4.7%
5	1309	1303	1325	1314	1310	1315	1318	1298	1319	1307	1312	8	1362	-50	-3.8%

Tabel 2. Hasil Perbandingan Volume Antara Hasil Simulasi VISSIM Dengan Data Hasil Survei Di Lapangan Pada Jam Sibuk Sore.

Lokasi yang dibandingkan	Simulasi VISSIM												Data Observasi	Perbedaan	
	Random Seed										Rata-Rata	Standar Deviasi			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	Volume Lalu Lintas (Kend/jam)												%		
1	5284	5283	5288	5290	5290	5289	5289	5285	5280	5283	5286	4	5322	-36	-0.7%
2	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	0	217	-2	-0.9%
3	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1935	1936	1936	0	1935	1	0.0%
4	787	785	784	778	780	787	778	778	780	783	782	4	760	22	2.8%
5	1713	1705	1721	1708	1707	1717	1716	1711	1706	1706	1711	6	1781	-70	-4.1%

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan antara volume kendaraan hasil simulasi VISSIM dengan volume kendaraan hasil survei di lapangan tidak memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu dibawah 5%. Oleh karena itu, maka model VISSIM dapat dinyatakan terkalibrasi.

### Validasi

Validasi diperlukan untuk menentukan apakah model yang dibuat sesuai dengan kondisi di lapangan. Untuk menentukan validitas sebuah model diperlukan ukuran yang dapat digunakan sebagai pembandingan antara model dengan lapangan. Di dalam penelitian ini digunakan pembandingan berupa *travel time* (Yulianto B, 2013)

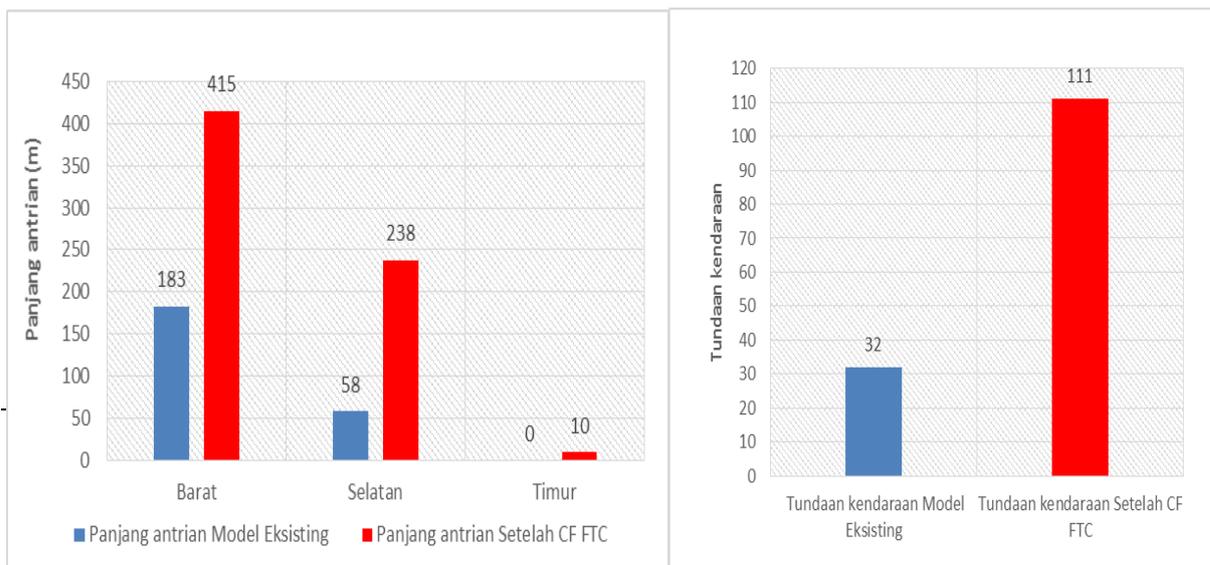
Proses run model dilakukan sebanyak 10 kali dengan *random seed* yang berbeda-beda. Setelah proses run selesai dilakukan maka VISSIM akan menghasilkan data evaluasi *travel time*. Data *travel time* hasil pemodelan ini kemudian dibandingkan dengan data *travel time* hasil survey di lapangan.

Tabel 3. Dan Tabel 4. Perbandingan Waktu Tempuh Hasil Simulasi VISSIM Deng Data Survei Di Lapangan Pada Jam Sibuk Pagi Dan Jam Sibuk Sore.

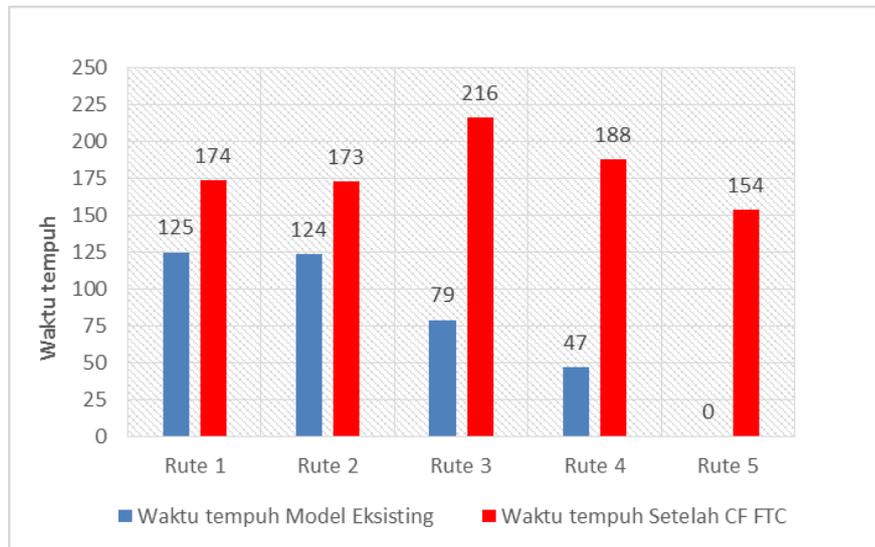
Random Seed	Simulasi VISSIM	Survei di Lapangan
1	118	113
2	117	117
3	125	120
4	114	123
5	138	128
6	129	107
7	117	125
8	120	138
9	120	104
10	123	117
Rata-Rata	122	119

Random Seed	Simulasi VISSIM	Survei di Lapangan
1	110	115
2	108	112
3	107	109
4	108	110
5	110	107
6	106	111
7	110	121
8	108	106
9	110	108
10	109	105
Rata-Rata	109	110

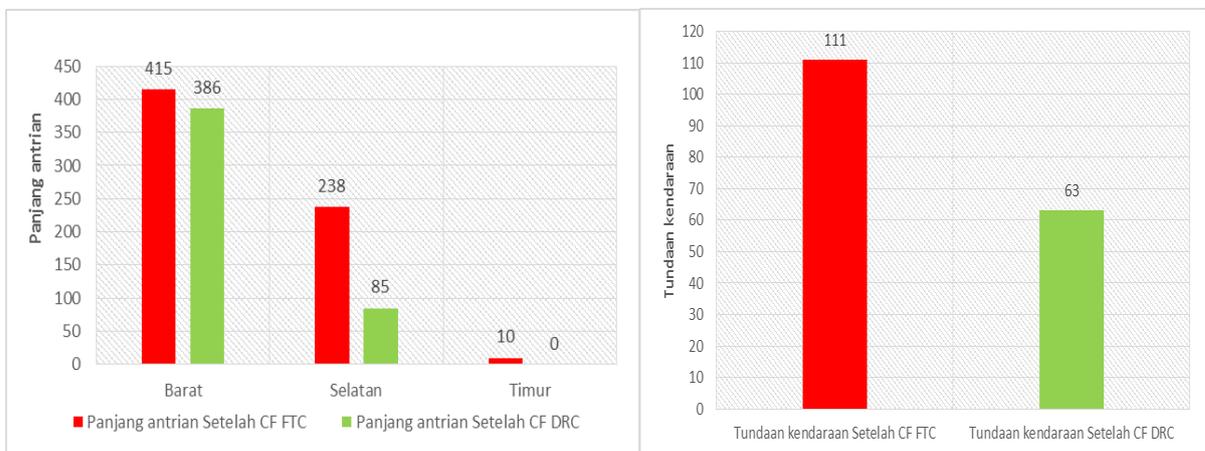
Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa perbedaan antara data *Travel Time* hasil simulasi VISSIM dengan data *Travel Time* hasil survei di lapangan pada jam sibuk pagi adalah sebesar 2%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan cukup rendah dan model dapat mempresentasikan kondisi lalu lintas di lapangan. Kemudian melakukan analisis data output untuk panjang antrian, tundaan kendaraan dan waktu tempuh untuk model eksisting, model setelah penerapan sistem *Contra Flow Bus Lane* dengan *Fixed Time (CFBL/FTC) Control* dan *Demand Responsive Control (DRC)*.



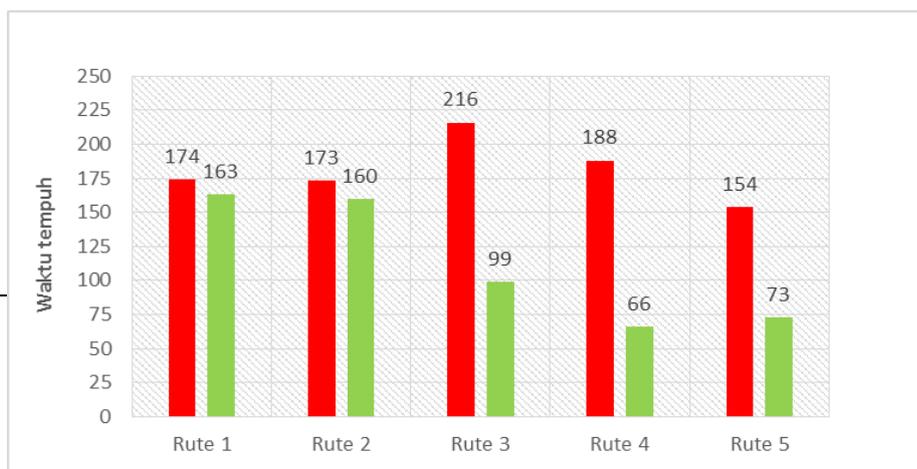
Gambar 5. Perbandingan Antara Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Kondis Eksisting Dengan Kondisi Setelah Penerapan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Pagi.



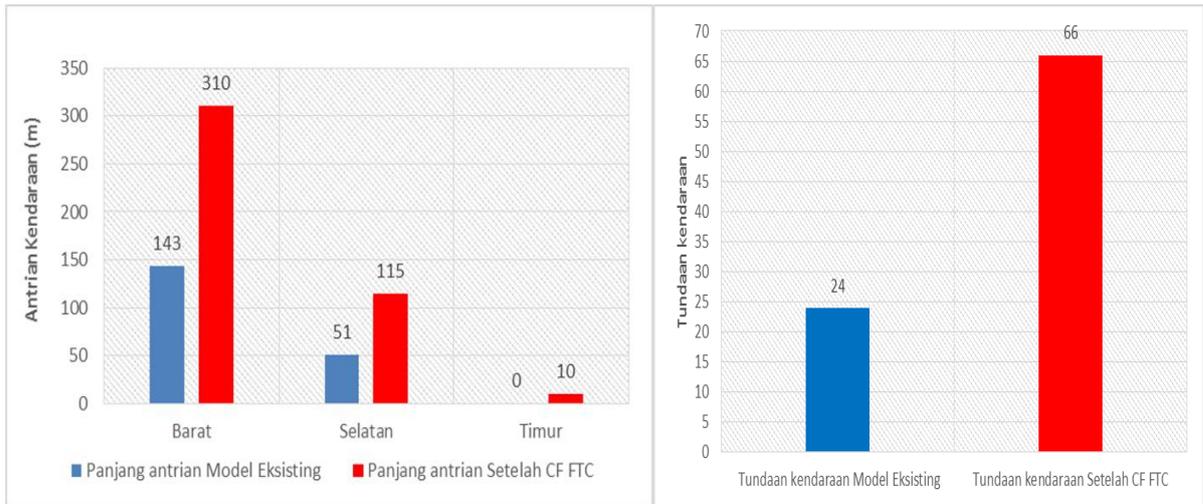
Gambar 6. Perbandingan antara waktu tempuh pada kondis eksisting dengan sistem (CFBL FTC).



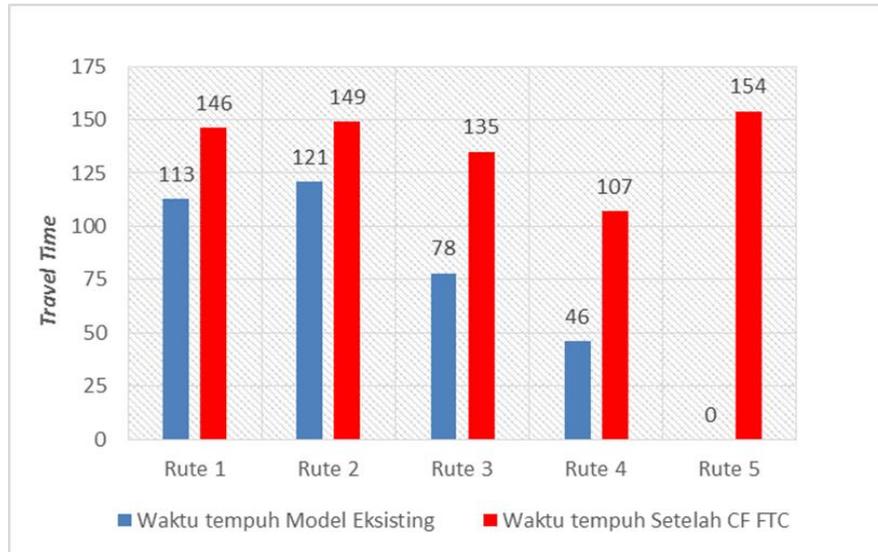
Gambar 7. Perbandingan Antara Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Sistem (CFBL FTC) Dengan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Pagi.



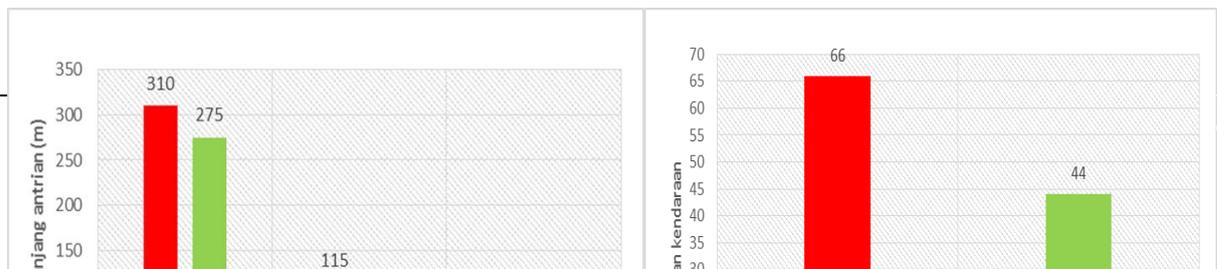
Gambar 8. Perbandingan Antara Waktu Tempuh Pada Sistem (CFBL FTC) Dengan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Pagi.



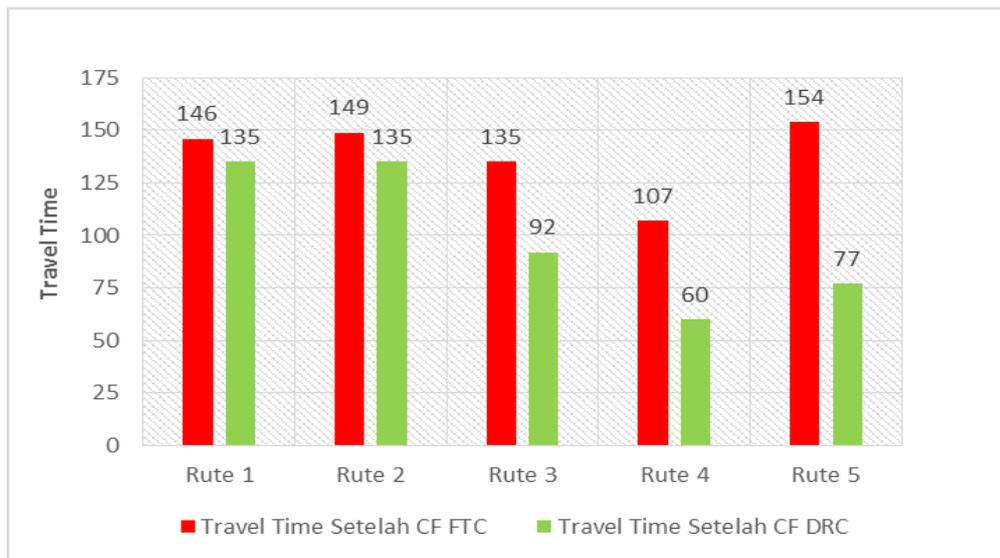
Gambar 9. Perbandingan Antara Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Kondis Eksisting Dengan Kondisi Setelah Penerapan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Sore.



Gambar 10. Perbandingan Antara Waktu Tempuh Pada Kondis Eksisting Dengan Sistem (CFBL FTC).



Gambar 11. Perbandingan Antara Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Sistem (CFBL FTC) Dengan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Sore.



Gambar 12. Perbandingan Antara Waktu Tempuh Pada Sistem (CFBL FTC) Dengan Sistem (CFBL FTC) Pada Jam Sibuk Sore.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada perbedaan kinerja simpang Tiga Sriwedari antara kondisi eksisting, kondisi setelah penerapan sistem *Contra Flow Bus Lane dengan Fixed Time Control (CFBL FTC)* dan *Demand Responsive Control (DRC)* yaitu, pada kondisi eksisting memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 183 meter, tundaan kendaraan sebesar 32 detik, dan waktu tempuh sebesar 125 detik. Kondisi (CFBL FTC) memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 415 meter, tundaan kendaraan sebesar 111 detik dan waktu tempuh sebesar 174 detik. Kondisi (DRC) memiliki nilai rata-rata untuk panjang antrian sebesar 386 meter, tundaan kendaraan sebesar 63 detik dan waktu tempuh sebesar 163 detik. (Hasil ini diukur untuk pendekatan simpang Barat pada jam sibuk pagi)

## DAFTAR PUSTAKA

- Budi Yulianto dan Setiono. 2013, Penerapan Algoritma FUZZY LOGIC Pada Pengembangan Teknologi Lampu Lalu Lintas Berbasis Demand Responsive. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTeks 7).
- Farid Al'falimi. 2014, Penelitian analisis kinerja *pedestrian crossing* pada kondisi lalu lintas *mixed traffic* di Indonesia dengan objek studi kasus berupa fasilitas *pedestrian crossing* pada ruas Jalan Kolonel Sutarto, Surakarta. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNS.
- Gregoris Theodoulou. 2003. Flow Evacuation On The Westbound I-10 Out Of The City Of New Orleans. Thesis. Louisiana State University. New Orleans.
- Indonesia. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, No. 036 /T/BM/1997, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kell and Fullerton (1991). A Framework for the Development of Traffic Control Systems.
- Niittymäki J., Kikuchi S. (1998). Application of Fuzzy Logic to the Control of a Pedestrian Crossing. Signal. Transportation Research Record No. 1651

Putri, N.H. 2015, Mikrosimulasi Mixed Traffic pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Luank Vissim. Tugas Akhir Fakultas Teknik dan Lingkungan, UGM  
Working Group Bus Committee, 2009.