

# PERHITUNGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE MKJI 1997 DAN PERANGKAT LUNAK PTV VISTRO (Studi Kasus Simping Empat Ngemplak dan Simping Tiga Gilingan Kota Surakarta)

*Calculation of Signalized Intersection Performance using HCM 1997 Method and Application PTV VISTRO Software (Ngemplak and Gilingan Intersections Case Study)*

Elsafan Gelar Geladi<sup>1</sup>, Budi Yulianto<sup>2</sup>, Edy Purwanto<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Jalan Ahmad Yani adalah salah satu jalan utama yang melayani pergerakan transportasi Kota Surakarta. Merupakan jalan arteri sehingga banyak kendaraan melewati jalan ini. Volume lalu lintas yang relatif tinggi di jalan Ahmad Yani mempengaruhi kinerja simpang di sepanjang jalan ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal di sepanjang jalan Ahmad Yani dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO. Metode MKJI 1997 adalah metode pemodelan lalu lintas berdasarkan kondisi empiris lalu lintas Indonesia. PTV VISTRO adalah perangkat lunak pemodelan lalu lintas berdasarkan kondisi empiris lalu lintas Amerika Serikat. Analisis hasil kinerja simpang bersinyal menggunakan kedua pendekatan dibandingkan dengan data lapangan. Pemodelan dilakukan untuk melihat kemiripan hasil kinerja lalu lintas antara pemodelan dengan data lapangan. Secara umum perangkat lunak PTV VISTRO menghasilkan panjang antrian kendaraan yang lebih dekat dengan data lapangan dari pada metode MKJI 1997. Perangkat lunak PTV VISTRO cenderung menghasilkan tingkat kejenuhan yang lebih rendah, tundaan dan Tingkat Layanan daripada metode MKJI 1997.

**Kata kunci** : simpang bersinyal, kinerja simpang, MKJI 1997, PTV VISTRO

## ABSTRACT

*Ahmad Yani road is one of the main city road serving the transportation movement of Surakarta City. It's on an arterial road so that many vehicles pass through this road. Relatively high traffic volume in Ahmad Yani road affects the signalized intersections performance along this road. The aim of this study is to analyze the signalized intersections performance along Ahmad Yani road by using MKJI 1997 method and PTV VISTRO software. The MKJI 1997 method is traffic modelling method based on empirical Indonesian traffic conditions. PTV VISTRO is traffic modelling software based on empirical United States America traffic conditions. Analysis of the signalized intersections performance results using both approaches is compared with the field data. Calibration and validation of models is carried out to see the similarity of traffic performance results between models with field data. In general PTV VISTRO software produces vehicle queue length closer to field data than MKJI 1997 method. PTV VISTRO software tends to produce lower degree of saturation, vehicle delay and Level of Service than MKJI 1997 method.*

**Keywords** : signalized intersection, intersection's performance, MKJI 1997, PTV VISTRO

## PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan elemen kritis pada jalan raya yang menjadi salah satu titik rawan kemacetan. Tingkat kemacetan pada persimpangan dipengaruhi oleh kapasitas jalan. Jenis simpang yang digunakan untuk meningkatkan arus lalu lintas yaitu simpang bersinyal. Untuk menghitung kapasitas jalan, beberapa negara mengeluarkan cara atau perumusan yang didasari dari hasil riset di negara tersebut yang diperbaharui dari waktu ke waktu sesuai dengan kemajuan teknologi dan perkembangan lingkungannya.

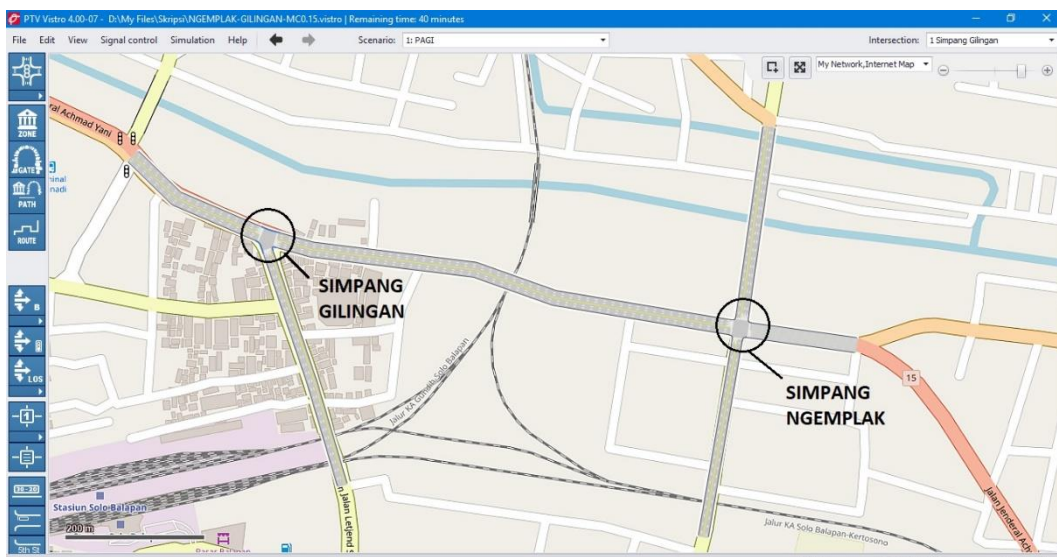
Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang di Indonesia adalah Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (MKJI, 1997). Metode ini dilihat berdasarkan data empiris kondisi lalu lintas di Indonesia. Perkembangan perangkat lunak sangat pesat sebagai bagian upaya penyelesaian masalah transportasi. Perangkat lunak yang sedang berkembang adalah PTV VISTRO (PTV AG, 2015). PTV VISTRO merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang berdasarkan metode HCM 2010. Metode ini merupakan hasil empiris dari kondisi lalu lintas di Amerika Serikat.

Simpang bersinyal yang akan diobservasi adalah Simpang Empat Ngemplak dan Simpang Tiga Gilingan. Kedua simpang tersebut dipilih oleh peneliti karena berada di Jalan Ahmad Yani, yang merupakan jalur antar provinsi dan memiliki arus yang padat. Kinerja kedua simpang bersinyal tersebut akan dianalisis menggunakan metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO. Skenario tertentu pada analisis kedua metode tersebut diperlukan agar hasil yang didapat mendekati data di lapangan. Skenario yang dimaksud adalah analisis dengan menggunakan model dasar (*Base Model*) metode tersebut, nilai konstanta pada perhitungan arus jenuh dasar (Widodo, 1997), dan Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) Sepeda Motor (MC) yang dimodifikasi (Gati, 2009). Sedangkan data di lapangan yang diukur adalah panjang antrian. Kemudian hasil analisis kedua metode tersebut yaitu derajat kejenuhan, tundaan dan panjang antrian dibandingkan satu sama lain setelah data panjang antrian hasil analisis dibandingkan dengan data panjang antrian di lapangan.

## LANDASAN TEORI

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Simpang Empat Ngemplak dan Simpang Tiga Gilingan. Survei dilakukan pada tanggal 13 September 2017. Pengambilan data dilakukan oleh surveyor - surveyor pada pagi hari dan sore hari, yaitu pada pukul 06.00 -08.00 WIB dan 16.00 – 18.00 WIB.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Prosedur Perhitungan

Prosedur perhitungan kinerja simpang bersinyal dengan metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO dibagi menjadi 3 bagian yaitu konfigurasi dasar metode tersebut (*Base Model*), nilai Konstanta pada perhitungan Arus Jenuh Dasar (Widodo, 1997) dan Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) Sepeda Motor (MC) yang dimodifikasi (Gati, 2009). Perbedaan skenario perhitungan antara metode MKJI 1997 dan PTV VISTRO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Skenario Antara Metode MKJI 1997 dan PTV VISTRO

No.	Skenario	MKJI 1997	PTV VISTRO
1	<i>Base Model</i>	- EMP MC = 0,2 - $S_0 = \text{Lebar Pendekat} \times 600$	- EMP MC = 0,2 - $S_0 = 1900$
2	Widodo (1997)	- EMP MC = 0,2 - $S_0 = \text{Lebar Pendekat} \times 775$	- EMP MC = 0,2 - $S_0 = \text{Lebar Lajur} \times 775$
3	Gati (2009)	- EMP MC = 0,15 - $S_0 = \text{Lebar Pendekat} \times 775$	- EMP MC = 0,15 - $S_0 = \text{Lebar Lajur} \times 775$

## Perbandingan

Panjang antrian kendaraan yang didapatkandari semua skenario metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO dibandingkan dengan data lapangan. Hasil kinerja simpang bersinyal dari metode MKJI 1997 dan skenario perangkat lunak PTV VISTRO dengan panjang antrian kendaraan yang paling mendekati data lapangan akan dibandingkan. Yang akan dibandingkan adalah derajat kejenuhan, panjang antrian kendaraan, tundaan dan tingkat layanan simpang atau LoS.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Perbandingan Analisis Metode MKJI 1997 dengan Data Lapangan

Perbandingan hasil metode MKJI 1997 dan data lapangan untuk kondisi jam puncak pagi dan siang hari dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *Base Model* menghasilkan nilai *saturation flow* yang relatif besar. Panjang antrian kendaraan yang dihasilkan sangat panjang dan tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan. Fenomena ini menunjukkan bahwa metode MKJI 1997 dengan nilai *default* menghasilkan ukuran lalu lintas kinerja yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Skenario-skenario tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai konstanta *saturation flow* dari 600 menjadi 775 masih menghasilkan nilai panjang antrian kendaraan yang relatif besar dibandingkan dengan data lapangan. Dengan mengubah nilai EMP untuk sepeda motor dari 0,2 menjadi 0,15 maka nilai panjang antrian kendaraan yang dihasilkan pada skenario Gati (2009) menjadi lebih dekat dengan data lapangan. Hasil uji t menunjukkan nilai  $P(two-tailed) > 0,025$ , itu berarti perbedaan skenario Gati (2009) dengan data lapangan tidak signifikan dalam kondisi jam puncak pagi dan sore (lihat Tabel 4)

Tabel 2. Rekapitulasi Kinerja Simpang Empat Ngeplak dengan MKJI 1997

		PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL									
Waktu	Pendekat	DS (Derajat Kejenuhan)			QL (Panjang Antrian) (meter)				D (Tundaan) (det/smp)		
		MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)	MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)	Lapangan	MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)
06.30-07.30	Barat	1,57	1,21	1,07	1191	690	363	101	1109,61	462,06	207,5
	Timur	1,20	0,93	0,82	464	164	133	112	433,88	73,45	60,71
	Utara	1,45	1,12	0,95	954	483	205	143	900,21	308,84	92,25
	Selatan	1,01	0,79	0,66	194	123	100	79	162,36	66,62	60,03
16.00-17.00	Barat	1,38	1,07	0,95	821	352	191	152	760,09	203,45	81,82
	Timur	1,34	1,03	0,93	702	272	167	180	687,92	155,05	74,19
	Utara	1,10	0,85	0,72	349	161	129	99	281,96	69,58	60,02
	Selatan	1,35	1,05	0,89	650	282	151	174	728,77	195,44	80,64

Tabel 3. Rekapitulasi Kinerja Simpang Tiga Gilingan dengan MKJI 1997

		PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL									
Waktu	Pendekat	DS (Derajat Kejenuhan)			QL (Panjang Antrian) (meter)				D (Tundaan) (det/smp)		
		MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)	MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)	Lapangan	MKJI (1997)	Widodo (1997)	Gati (2009)
06.30-07.30	Barat ST-1	1,06	0,82	0,72	273	106	88	65	171,57	34,20	30,72
	Barat ST-2	0,99	0,76	0,68	195	121	106	65	114,44	47,77	44,54
	Timur	1,17	0,90	0,80	509	135	107	67	364,04	42,40	32,64
	Selatan	0,61	0,47	0,41	61	57	50	30	32,03	28,45	27,30
16.00-17.00	Barat ST-1	0,76	0,59	0,52	75	69	60	53	32,56	28,24	27,30
	Barat ST-2	0,79	0,61	0,55	105	96	87	70	51,61	42,86	41,81
	Timur	0,98	0,76	0,69	157	99	88	85	78,61	30,62	28,38
	Selatan	0,56	0,44	0,37	55	52	46	30	30,42	27,61	26,59

Tabel 4. Hasil Uji T Antara Metode MKJI 1997 dengan Data Lapangan

Parameter	Pagi		Sore	
	MKJI 1997 (Gati, 2009)	Data Lapangan	MKJI 1997 (Gati, 2009)	Data Lapangan
Rata-rata	143,96	82,60	114,87	105,38
Varian	9804,86	1210,08	2738,63	3235,49
Derajat Kebebasan	7		7	
$T_{hitung}$	2,10		1,30	
Nilai P ( <i>one-tailed</i> )	0,04		0,12	
$T_{tabel}$ ( <i>one-tailed</i> )	1,89		1,89	
Nilai P ( <i>two-tailed</i> )	0,07		0,23	
$T_{tabel}$ ( <i>two-tailed</i> )	2,36		2,36	

### Perbandingan Analisis Perangkat PTV VISTRO dengan Data Lapangan

Perbandingan hasil perangkat lunak PTV VISTRO dan data lapangan untuk kondisi jam puncak pagi dan siang hari dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *Base Model* menghasilkan nilai *saturation flow* yang relatif besar, begitu pula dengan panjang antrian. Hasil perangkat lunak PTV VISTRO pada umumnya hampir sama dengan metode MKJI 1997. Tingkat kejenuhan yang lebih besar cenderung menghasilkan perbedaan persentase yang lebih besar dalam antrian panjang kendaraan antara hasil skenario dengan data lapangan. Seperti dalam kasus metode MKJI 1997, skenario Gati (2009) menunjukkan bahwa dengan mengubah EMP untuk sepeda motor dari 0,2 menjadi 0,15 menghasilkan nilai panjang antrian kendaraan yang lebih mendekati dengan data di lapangan. Hasil uji t menunjukkan perbedaan antara hasil skenario Gati (2009) dengan data lapangan tidak signifikan dalam kondisi jam puncak pagi dan puncak sore (lihat Tabel 7).

Tabel 5. Rekapitulasi Kinerja Simpang Empat Ngemplak dengan PTV VISTRO

Waktu	Pendekat	PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL									
		DS (Derajat Kejenuhan)			QL (Panjang Antrian) (meter)				D (Tundaan) (det/smp)		
		PTV VISTRO	Widodo	Gati	PTV VISTRO	Widodo	Gati	Lapangan	PTV VISTRO	Widodo	Gati
06.30- 07.30	Barat	1,12	0,85	0,75	422	191	160	101	312,55	70,49	60,23
	Timur	0,89	0,58	0,52	171	135	120	112	84,54	50,96	49,06
	Utara	1,15	1,25	1,06	440	581	285	143	353,43	529,05	225,86
	Selatan	0,76	0,83	0,71	113	121	96	79	73,12	85,88	68,92
16.00- 17.00	Barat	1,05	0,79	0,71	274	164	143	152	215,29	66,81	60,02
	Timur	1,05	0,69	0,62	304	157	140	180	209,11	56,54	53,68
	Utara	0,93	1,01	0,86	171	220	135	99	106,71	172,32	86,99
	Selatan	1,10	1,19	1,02	290	395	194	174	289,35	448,70	197,64

Tabel 6. Rekapitulasi Kinerja Simping Tiga Gilingan dengan PTV VISTRO

		PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL									
Waktu	Pendekat	DS (Derajat Kejenuhan)			QL (Panjang Antrian) (meter)				D (Tundaan) (det/smp)		
		PTV VISTRO	Widodo	Gati	PTV VISTRO	Widodo	Gati	Lapangan	PTV VISTRO	Widodo	Gati
06.30-07.30	Barat ST-1	0,98	0,80	0,71	259	141	114	65	53,71	15,62	12,49
	Barat ST-2	0,80	0,49	0,42	83	70	60	65	33,59	24,40	23,60
	Timur	0,95	0,46	0,41	132	86	77	67	50,29	21,77	21,24
	Selatan	0,78	0,54	0,47	81	67	58	30	43,62	29,66	28,06
16.00-17.00	Barat ST-1	0,79	0,65	0,58	119	97	83	53	16,40	10,91	9,74
	Barat ST-2	0,50	0,31	0,27	48	43	37	70	25,35	22,53	22,17
	Timur	0,79	0,39	0,36	90	73	67	85	30,47	21,02	20,71
	Selatan	0,70	0,49	0,42	69	60	51	30	37,79	28,50	27,25

Tabel 7. Hasil Uji T Antara PTV VISTRO dengan Data Lapangan

Parameter	Pagi		Sore	
	PTV VISTRO (Gati, 2009)	Data Lapangan	PTV VISTRO (Gati, 2009)	Data Lapangan
Rata-rata	121,28	82,60	106,27	105,38
Varian	5517,18	1210,08	2985,24	3235,49
Derajat Kebebasan	8		8	
$T_{hitung}$	2,33		0,09	
Nilai P ( <i>one-tailed</i> )	0,03		0,47	
$T_{tabel}$ ( <i>one-tailed</i> )	1,89		1,89	
Nilai P ( <i>two-tailed</i> )	0,05		0,93	
$T_{tabel}$ ( <i>two-tailed</i> )	2,36		2,36	

### Perbandingan Kinerja Simping Bersinyal Metode MKJI 1997 dengan PTV VISTRO

Hasil kinerja simping bersinyal dari metode MKJI 1997 dan skenario perangkat lunak PV VISTRO yang menghasilkan panjang antrian kendaraan yang paling dekat dengan data lapangan yaitu skenario Gati (2009) akan dibandingkan. Dalam hal ini yang dibandingkan adalah derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan dan tingkat layanan simping. Tabel 8 dan 9 menunjukkan perbandingan metode MKJI 1997 dan hasil perangkat lunak PTV VISTRO untuk kondisi jam puncak pagi dan siang hari. Secara umum, perangkat lunak PTV VISTRO menghasilkan panjang antrian kendaraan lebih dekat ke data lapangan daripada metode MKJI 1997. Perangkat lunak PTV VISTRO cenderung menghasilkan derajat kejenuhan yang lebih rendah daripada Metode MKJI 1997. Ini menyebabkan nilai tundaan dan LOS simping memiliki nilai yang rendah.

Tabel 8. Perbandingan Kinerja Simpang Empat Ngemplak antara MKJI 1997 dengan PTV VISTRO

		PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL						
Waktu	Pendekat	DS (Derajat Kejenuhan)		QL (Panjang Antrian) (meter)			D (Tundaan) (det/smp)	
		MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)	MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)	Lapangan	MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)
06.30- 07.30	Utara	1,07	0,75	363,3	160,5	101,0	207,54	60,23
	Barat	0,82	0,52	133,0	120,0	112,0	60,71	49,06
	Selatan	0,95	1,06	204,6	284,6	142,7	92,25	225,86
	Timur	0,66	0,71	99,8	96,2	78,5	60,03	68,92
	Simpang	-	0,69	-	-	-	109,56	93,25
16.00- 17.00	Utara	0,95	0,71	190,9	142,7	152,5	81,82	60,02
	Barat	0,93	0,62	166,6	139,6	180,0	74,19	53,68
	Selatan	0,72	0,86	128,9	135,3	99,2	60,02	86,99
	Timur	0,89	1,02	151,2	194,1	173,8	80,64	197,64
	Simpang	-	0,68	-	-	-	70,63	82,87

Tabel 9. Perbandingan Kinerja Simpang Tiga Gilingan antara MKJI 1997 dengan PTV VISTRO

		PARAMETER KINERJA SIMPANG BERSINYAL						
Waktu	Pendekat	DS (Derajat Kejenuhan)		QL (Panjang Antrian) (meter)			D (Tundaan) (det/smp)	
		MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)	MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)	Lapangan	MKJI 1997 (Gati, 2009)	PTV VISTRO (Gati, 2009)
06.30- 07.30	Barat ST-1	0,72	0,75	87,7	113,9	65,0	30,72	12,49
	Barat ST-2	0,68	0,52	106,2	60,5	65,0	44,54	23,60
	Timur	0,80	1,06	106,8	77,0	66,7	32,64	21,24
	Selatan	0,41	0,71	50,3	57,6	30,0	27,30	28,06
	Simpang	-	0,56	-	-	-	27,70	19,37
16.00- 17.00	Barat ST-1	0,52	0,71	60,2	83,3	52,5	27,30	9,74
	Barat ST-2	0,55	0,62	87,2	37,3	69,6	41,81	22,17
	Timur	0,69	0,86	87,6	67,4	85,5	28,38	20,71
	Selatan	0,37	1,02	46,3	50,5	30,0	26,59	27,25
	Simpang	-	0,47	-	-	-	23,39	17,78

Analisis kinerja persimpangan menggunakan metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO menunjukkan perbedaan hasil karena beberapa faktor berikut:

1. Parameter *saturation flow* yang digunakan menggunakan rumus metode MKJI 1997. Ini mungkin tidak sesuai dengan pendekatan perangkat lunak PTV VISTRO. Hal ini karena analisis pergerakan lalu lintas metode MKJI 1997 didasarkan pada lebar per pendekat, sedangkan perangkat lunak PTV VISTRO didasarkan pada lebar per lajur.
2. Faktor penyesuaian yang digunakan dalam perhitungan *saturation flow* antara metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO berbeda.
3. Perhitungan waktu sinyal antara metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO berbeda.

## KESIMPULAN

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal menunjukkan bahwa panjang antrian pada metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO berbeda dengan panjang antrian kendaraan berdasarkan data lapangan. Dengan mengubah nilai *base saturation flow* dan EMP untuk sepeda motor, pemodelan menghasilkan panjang antrian kendaraan lebih mendekati data lapangan. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pemodelan dan data di lapangan. Perangkat lunak PTV VISTRO cenderung menghasilkan derajat kejenuhan, tundaan dan LoS yang lebih rendah daripada metode MKJI 1997. Hasil yang didapat dari metode MKJI 1997 dan perangkat lunak PTV VISTRO berbeda karena perbedaan dalam hal analisis pergerakan lalu lintas jalan, faktor penyesuaian yang digunakan, *saturation flow* dan perhitungan waktu sinyal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Anonim 2. 2006. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan*. Jakarta: Kementerian Perhubungan..
- PTV. AG. 2015. *PTV. Vistro User Manual*. Germany: PTV Group
- Gati Rahayu, Sri Atmaja P. dan Ahmad Munawar. 2009. *Analisis Arus Jenub dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta*. Yogyakarta: Jurnal Ilmiah Semesta Teknik. Vol. 12, No.1: 99-108.
- Rifai, A., Sulistyono, S. dan Soetjipto, J.W.. 2014. *Simulasi Analisis Dampak Lalu Lintas Menggunakan PTV Vistro (Studi Kasus : Komplek Ruko Berjaya Batam)*, Prosiding FSTPT, Simposium Internasional FSTPT ke-17 di Universitas Jember, 24 Agustus 2014, Volume 2 Nomor 1, ISSN: 2356-0509. Jember: FSTPT Indonesia dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Hal.1508-1518.
- Sauri, S., Sulistyono, S. dan Hasanuddin, A.. 2014. *Analisis Kinerja Simpang Menggunakan Perangkat Lunak KAJI dan PTV Vistro (Studi Kasus: Simpang Bersinyal dan Tak Bersinyal Perkotaan Jember)*, Prosiding FSTPT, Simposium Internasional FSTPT ke-17 di Universitas Jember, 24 Agustus 2014, Volume 2 Nomor 1, ISSN: 2356-0509. Jember: FSTPT Indonesia dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Hal.1498-1507.
- Sulistyono, S., Iawan, J.F. dan Septiawan, D. 2015. *Traffic Impact Analysis on The Development of Jember Icon Using PTV Vistro*, Prosiding FSTPT, The 18th FSTPT Internasional Symposium di Universitas Lampung, 28 Agustus 2016, Lampung: FSTPT Indonesia dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung. Hal.876-885.
- Sulistyono, Sonya. 2016. *Perbandingan Kinerja Simpang Menggunakan PTV Vistro Dan MKJI Pada Kawasan Perkotaan Lumajang*. Jurnal. Simposium XIX FSTPT. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.