

PEMODELAN SIMPANG TAK BERSINYAL MENJADI SIMPANG BERSINYAL MENGUNAKAN SOFTWARE VISSIM

(Studi Kasus: Persimpangan Jalan Wates Km 5, sebelah Barat Pasar Gamping, Sleman,
Yogyakarta)

Kurniawan Alfitri², Wahyu Widodo³, Muchlisin⁴

INTISARI

Salah satu dampak dari jumlah penduduk yang semakin bertambah disetiap tahunnya maka bertambah juga kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi. Di kota Yogyakarta, terdapat beberapa persimpangan yang tidak memiliki sinyal. Salah satunya adalah pada persimpangan antara jalan Wates Km 5 barat pasar Gamping dengan jalan Gunung Gamping, Sleman. Pada simpang ini sering terjadi antrian kendaraan pada saat jam sibuk, dan juga pada daerah persimpangan ini adalah akses terdekat dengan sekolah, pasar, universitas, pusat kesehatan dan kantor. Sehingga pada jam sibuk akan menimbulkan ketidaknyamanan pengguna jalan akibat tundaan yang terjadi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi pemodelan bagaimana persimpangan pada saat kondisi eksisting dan pemodelan apabila sudah diberikan APILL. Software yang digunakan dalam pemodelan ini menggunakan *software* PTV. VISSIM 9.0 *Student Version*. Serta mengevaluasi persimpangan tersebut setelah dilakukannya pemodelan, agar dapat diketahui persimpangan tersebut perlu atau tidak diberikannya persinyalan/APILL.

Dari hasil simulasi di persimpangan barat Pasar Gamping, Sleman, pada kondisi eksisting didapatkan nilai panjang antrian rata – rata sebesar 16,63 meter dengan tingkat LOS B. Pada simulasi pemberian APILL dengan skenario 1 yaitu persinyalan 3 fase tanpa LTOR didapatkan panjang antrian rata – rata sebesar 72,36 meter dengan tingkat LOS F. Pada skenario 2 yaitu dengan persinyalan 2 fase tanpa LTOR didapatkan panjang antrian rata – rata sebesar 35,3 meter dengan tingkat LOS D. Dengan menggunakan skenario 2, persimpangan 2 fase membuat konflik area yang tinggi di persimpangan tersebut menjadi lebih rendah, namun dari segi tundaan kendaraan yang terjadi menjadi semakin tinggi. Sehingga memberikan kesimpulan bahwa simpang tersebut tidak perlu dilakukan pemasangan APILL. Saran yang dapat diberikan adalah persimpangan tersebut sebaiknya diberikan *Warning Light*/lampu peringatan berwarna kuning serta *Rumble Strip*/pita penggaduh pada ruas jalan mayor.

Kata Kunci : Konflik Area , Pemodelan, Simpang, Tingkat Pelayanan Jalan, VISSIM 9.0.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

² Dosen Pembimbing Tugas Akhir 1

³ Dosen Pembimbing Tugas Akhir 2

I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Persimpangan merupakan tempat pertemuan ruas-ruas jalan dan tempat terjadinya konflik lalu lintas, persimpangan berfungsi sebagai tempat kendaraan melakukan perubahan arah pergerakan arah arus lalu lintas. Salah satu simpang yang pada waktu-waktu tertentu mengalami penumpukan kendaraan yaitu di persimpangan Jl. Wates Km 5, sebelah Barat Pasar Gamping Sleman. Simpang tak bersinyal Jl. Wates Km 5 sebelah barat pasar Gamping ini akan dimodelkan menjadi simpang bersinyal dengan menggunakan *software* VISSIM 9. *Software* VISSIM 9 dapat memudahkan dalam menganalisis simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk simulasi 2D dan 3D. Apabila kinerja simpang tersebut tidak memenuhi ketentuan yang ada dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia maka perlu adanya peningkatan pelayanan pada simpang. Diharapkan peningkatan pelayanan tersebut dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan di simpang tak bersinyal Jl. Wates Km 5 sebelah barat pasar Gamping tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka perumusan masalah yang diperlukan untuk penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proporsi dan fluktuasi pada persimpangan tersebut?
2. Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal pada kondisi eksisting?
3. Bagaimana model persimpangan setelah diberikan persinyalan?
4. Bagaimana kinerja simpang setelah diberi persinyalan?
5. Bagaimana evaluasi dari simpang tersebut setelah diberikan persinyalan?

C. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja persimpangan tersebut yang saat ini menimbulkan banyak masalah seperti penumpukan kendaraan di jam-jam tertentu bahkan hingga beresiko terjadinya kecelakaan. Serta memiliki tujuan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui proporsi dan fluktuasi volume kendaraan.
2. Mengetahui kinerja simpang tak bersinyal pada kondisi eksisting.
3. Membuat model simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal.
4. Mengetahui kinerja simpang setelah diberikan sinyal.
5. Mengevaluasi simpang tersebut setelah diberikan persinyalan.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana tingkat kepadatan pada persimpangan, dan panjang antrian kendaraan di setiap lengan persimpangan tersebut.
2. Dapat dijadikan rujukan kepada pihak terkait apabila kondisi persimpangan tersebut memerlukan APILL untuk mengurai kepadatan yang terjadi.
3. Dapat dijadikan rujukan kepada orang lain apabila akan dilaksanakan penelitian yang sama di tempat lain.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini difokuskan pada persimpangan tak bersinyal Jl. Wates Km 5 sebelah barat pasar Gamping.
2. Pengambilan data dilakukan pada jam - jam sibuk dengan durasi pengambilan data selama 6 jam, yaitu pukul 06.00-08.00 pagi, pukul 12.00-14.00 siang, dan pukul 16.00-18.00 sore.

F. Batasan Masalah

Penelitian tentang Pemodelan simpang tak bersinyal pada Jl. Wates Km 5 sebelah barat pasar Gamping menjadi simpang bersinyal dengan menggunakan *software* VISSIM belum pernah dilakukan sebelumnya. Data-data dan analisis yang dilakukan diambil secara manual oleh penyusun di lapangan.

II TINJAUAN PUSTAKA

Baihaqi (2014) melakukan analisis kinerja simpang tak bersinyal 4 lengan di Jalan Wates Km 5 sebelah barat pasar gamping dan dapat diambil kesimpulan bahwa derajat kejenuhan simpang secara umum telah melebihi dari nilai yang ditetapkan dalam MKJI, yaitu 0,8. Jika nilai dari derajat kejenuhan sudah melebihi dari batas normal maka nilai tundaan dan peluang antrian yang terjadi pun secara langsung akan melebihi dari nilai batasnya.

Haryadi (2016) melakukan pemodelan pada simpang bersinyal dan berdasarkan hasil evaluasi kinerja simpang pada simpang bersinyal Pingit Yogyakarta berdasarkan MKJI 1997, dapat disimpulkan bahwa solusi terbaik dari jalan tersebut adalah dengan melakukan pelebaran jalan untuk lengan Utara dan Timur yang menghasilkan nilai derajat kejenuhan dan tundaan lebih rendah dari kondisi eksisting.

Pada penelitian sebelumnya dijadikan panduan serta tolakukur dalam pemodelan simpang tak bersinyal Jl Wates Km 5 sebelah barat pasar Gamping menjadi simpang bersinyal dengan menggunakan *software* Vissim.

III LANDASAN TEORI

A. Persimpangan Jalan

Menurut C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall (2015), persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya yang berpencar, bergabung, bersilangan dan berpotongan, termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan.

B. Simpang tak Bersinyal

Pengaturan pergerakan pada simpang tak bersinyal pada MKJI (1997) dilakukan secara komprehensif dimana kinerja yang dihasilkan sebagai acuan penentuan dan prosedur pergerakan yang akan ditetapkan dengan memperhatikan besarnya parameter tundaan, kapasitas, derajat kejenuhan, peluang antrian dan kondisi geometrik yang ada pada simpang yang ditinjau.

C. Simpang tak Bersinyal

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

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

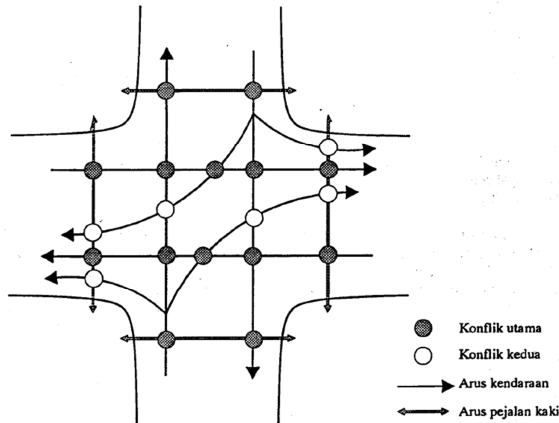
D. Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. Kemacetan akan menimbulkan berbagai dampak negatif, baik bagi pengemudinya sendiri maupun ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan.

E. Konflik Persimpangan dan Penentuan Fase

Pada umumnya pengaturan lalu lintas dengan menggunakan sinyal digunakan untuk beberapa tujuan, yang antara lain adalah :

1. Menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan menjaga kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak.
2. Memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong jalan utama.
3. Mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pertemuan kendaraan yang berlawanan arah atau konflik. Perbandingan antara jumlah konflik yang terjadi pada simpang dengan lampu lalu-lintas adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Konflik Utama dan Kedua pada Simpang dengan 4 Lengan
(Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*)

F. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas

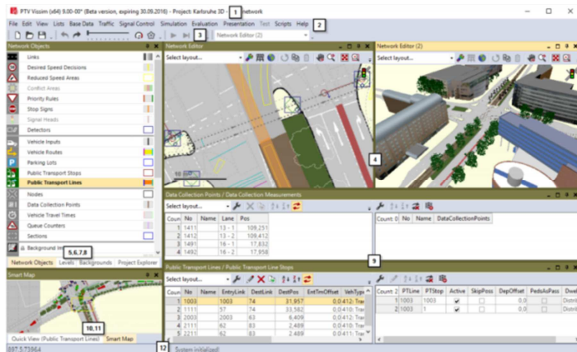
Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. 62 tahun 1993, Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), adalah perangkat peralatan teknis yang menggunakan isyarat lampu untuk mengatur lalu lintas orang dan atau kendaraan di persimpangan atau ruas jalan.

G. PTV. Vissim

PTV VISSIM adalah program simulasi mikroskopis terkemuka untuk pemodelan transportasi multimoda operasi dan dimiliki oleh *Vision Traffic Suite Software*.

Realistis dan akurat dalam setiap detail, VISSIM menciptakan kondisi terbaik untuk menguji skenario lalu lintas yang berbeda sebelum realisasinya.

VISSIM sekarang sedang digunakan di seluruh dunia oleh sektor publik, perusahaan konsultasi dan universitas.



Gambar 3.2 Tampilan *User Interface* PTV. VISSIM 9.0

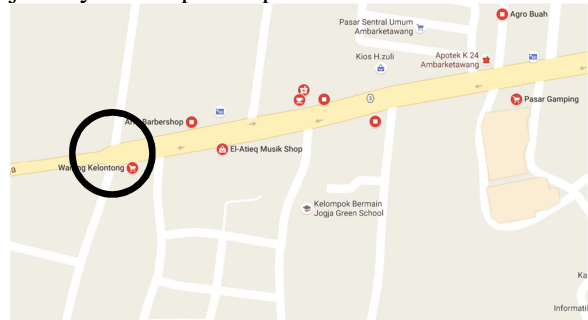
IV METODE PENELITIAN

A. Kerangka Umum Pendekatan

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan dilakukan pemodelan lalu lintas dengan sistem komputer.

B. Penentuan Daerah Studi

Penelitian ini dilaksanakan pada persimpangan tak bersinyal Jl. Wates km 5 sebelah barat pasar Gamping dengan Jl. Delingsari. Detail lokasi penelitian ini lebih jelasnya ditampilkan pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

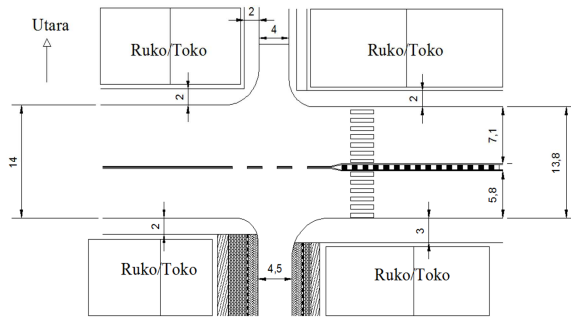
C. Pengumpulan Data

Pelaksanaan survey dilakukan pada waktu yang telah ditentukan yaitu pada hari Selasa pukul 05.00 – 08.00 WIB, pukul 12.00 – 14.00 WIB, dan pukul 16.00 – 18.00 WIB. Pada saat pelaksanaan ini, surveyor mencatat jumlah kendaraan yang melewati persimpangan. Perhitungan jumlah kendaraan dikategorikan sesuai dengan jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (LV), Kendaraan berat (HV), Sepeda motor (MC), dan kendaraan tak bermotor (UM).

V ANALISIS DATA

A. Data Masukan

Dari hasil survei kondisi lingkungan dan geometrik persimpangan yang dilakukan dengan pengamatan secara visual dan pengukuran menggunakan alat ukur panjang. Kondisi geometrik simpang dapat dilihat pada **Gambar 5.1**



Gambar 5.1 Kondisi Geometrik Simpang

- Lebar lengan A atau lengan utara: 3.7 m
- Lebar lengan B atau lengan timur: 13.8 m
- Lebar lengan C atau lengan selatan : 4.5 m
- Lebar lengan D atau lengan barat : 14 m

B. Data Lalu Lintas

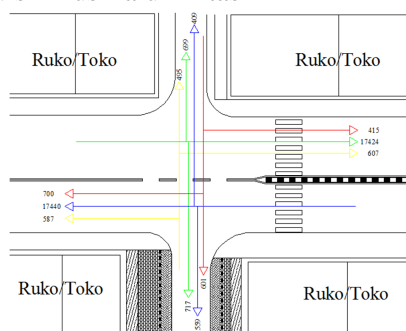
1. Kondisi Volume Jam Puncak (VJP)

Tabel 5.1 Data Lalu Lintas Wilayah Penelitian Pada Jam Puncak

Interval	Lengan	HV	LV	MC	UM
06.30 – 07.30	B - T	87	461	4632	12
	B - U	0	9	158	0
	B - S	1	21	197	2
	U - T	1	4	44	1
	U - B	0	22	139	0
	U - S	0	1	114	7
	T - B	89	412	2342	22
	T - U	3	12	61	2
	T - S	1	25	228	8
	S - B	3	13	125	3
	S - U	4	10	55	14
	S - T	1	10	119	9

Sumber : Hasil Rekap Data Survei Volume Kendaraan

2. Kondisi Arus Lalu Lintas



Gambar 5.2 Kondisi Lalu Lintas Jam Puncak

3. Pemodelan dengan Menggunakan *Software* Vissim

a. Parameter Masukan PTV Vissim

- Jaringan Jalan
- Konflik Area dan Prioritas Jalan
- Rute Perjalanan
- Jenis dan Volume Kendaraan
- Perilaku Pengemudi
- Konfigurasi Pemrosesan

b. Hasil Pemrosesan dengan Menggunakan Vissim

- Kondisi Eksisting
- Kondisi diberikan Persinyalan

Dari data yang diperoleh, diketahui arus mayor memiliki lalulintas sebesar 38248 kendaraan dan arus minor sebesar 3405 kendaraan. Artinya menurut G.R. Wells (1979), persimpangan tersebut membutuhkan Traffic Signal.

c. Penentuan Waktu Siklus APILL

Berdasarkan MKJI (1997), batasan waktu siklus minimal pada suatu simpang yang diberikan APILL adalah 40 detik dan maksimum adalah 130 detik. Dari perhitungan diatas, hasil waktu siklus untuk kedua model fase tersebut melebihi dari batasan maksimum, maka akan berpengaruh pada lamanya tundaan yang akan dihasilkan. Sehingga hal tersebut akan membuat keadaan lalu lintas tersebut menjadi lebih parah. Dengan hasil tersebut maka penentuan waktu siklus dilakukan dengan cara *Trial and Error*, sehingga didapatkan waktu siklus pada 3 fase = 75 detik sedangkan pada 2 fase = 40 detik.

d. Hasil Pemodelan dengan Penambahan APILL

- Skenario 1 - Persinyalan 3 fase tanpa LTOR

Pada skenario ini, setiap pengemudi yang ingin berjalan ke kiri harus menunggu lampu isyarat menjadi hijau. Lalu lintas dari arah Utara dan Selatan hijau bersamaan, sedangkan lalu lintas dari arah Barat dan Timur memulai lampu hijau secara bergantian setelah dari arah Utara dan Selatan selesai.

Waktu Siklus 75 Detik						
Utara						
Hijau	Kuning	Allred	Merah			
10	2	3	60			
Timur						
Merah		Hijau	Kuning	Allred	Merah	
30		20	2	3	20	
Selatan						
Hijau	Kuning	Allred	Merah			
10	2	3	60			
Barat						
Merah			Hijau	Kuning	Allred	
40			30	2	3	

Gambar 5.3 Diagram Phase Untuk 3 Fase

- Skenario 2 - Persinyalan 2 fase tanpa LTOR

Pada skenario ini, setiap pengemudi yang ingin berjalan ke kiri harus menunggu lampu isyarat menjadi hijau. Serta lalu lintas dari arah Utara dan Selatan berjalan bersamaan, setelah dari arah Utara dan Selatan selesai maka dilanjutkan dengan lalu lintas dari arah Barat dan Timur yang berjalan bersamaan. Skenario ini memang akan menimbulkan konflik di persimpangannya, namun terjadinya konflik tidak terlalu signifikan serta dengan skenario ini akan mengurangi waktu tundaan.

Waktu Siklus 40 Detik						
Utara						
Hijau	Kuning	Allred	Merah			
10	2	3	25			
Timur						
Merah		Hijau	Kuning	Allred	Merah	
10		20	2	3	15	
Selatan						
Hijau	Kuning	Allred	Merah			
10	2	3	60			
Barat						
Merah		Hijau	Kuning	Allred	Merah	
10		20	2	3	15	

Gambar 5.3 Diagram Phase Untuk 2 Fase

VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada persimpangan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proporsi dan Fluktuasi Volume Kendaraan
Dari arah barat terdapat kendaraan HV sebanyak 88 kendaraan, LV sebanyak 491 kendaraan, MC sebanyak 4987 kendaraan, dan UM sebanyak 14 kendaraan. Dari arah utara terdapat kendaraan HV sebanyak 1 kendaraan, LV sebanyak 27 kendaraan, MC sebanyak 297 kendaraan, dan UM sebanyak

8 kendaraan. Dari arah timur terdapat kendaraan HV sebanyak 93 kendaraan, LV sebanyak 449 kendaraan, MC sebanyak 2631 kendaraan, dan UM sebanyak 32 kendaraan. Dari arah selatan terdapat kendaraan HV sebanyak 8 kendaraan, LV sebanyak 33 kendaraan, MC sebanyak 299 kendaraan, dan UM sebanyak 26 kendaraan.

2. Dari hasil simulasi pada kondisi eksisting, didapatkan data data sebagai berikut:
 - a. Panjang antrian rata – rata : 16,63 meter
 - b. Panjang antrian maksimum : 124,05 meter
 - c. Jumlah kendaraan yang lewat : 1302 kendaraan
 - d. Jumlah penumpang yang lewat : 1302 Orang
 - e. *Level-of-service* : LOS B
 - f. Tundaan kendaraan : 12,87 detik
 - g. Rata – rata kendaraan berhenti : 0,73 detik
 - h. Rata – rata kendaraan berhenti : 0,58 kendaraan
 - i. Emissions CO yang terbuang : 1263,21 gram
 - j. Emissions NOX yang terbuang : 245,775 gram
 - k. Emissions VOC yang terbuang : 292,762 gram
1. Jumlah bahan bakar yang terbuang : 18,072 US Galon = 68,41 Liter
3. Dalam pemodelan ini, dibuat 2 model simpang bersinyal sebagai berikut:
 - a. Model simpang bersinyal tanpa LTOR dengan 3 fase
 - b. Model simpang bersinyal tanpa LTOR dengan 2 fase
4. Dari beberapa simulasi yang dilakukan, untuk mengurai tindakan *crossing* pada pengguna jalan serta mengurangi tundaan yang panjang akibat dari penggunaan lampu lalu lintas digunakan skenario ke 2 dengan hasil simulasi sebagai berikut:
 - a. Panjang antrian rata – rata : 35,3 meter
 - b. Panjang antrian maksimum : 180,46 meter
 - c. Jumlah kendaraan yang lewat : 1096 kendaraan

- d. Jumlah penumpang yang lewat : 1096 Orang
 - e. *Level-of-service* : LOS D
 - f. Tundaan kendaraan : 46,84 detik
 - g. Rata – rata kendaraan berhenti : 17,03 detik
 - h. Rata – rata kendaraan berhenti : 5,14 kendaraan
 - i. Emissions CO yang terbang : 3943,32 gram
 - j. Emissions NOX yang terbang : 767,226 gram
 - k. Emissions VOC yang terbang : 913,901 gram
 - l. Jumlah bahan bakar yang terbang : 56,414 US Galon = 213,55 Liter
5. Pada persimpangan Jalan Wates Km 5 dengan Jalan Gunung Gamping, Barat Pasar Gamping tersebut telah dimodelkan sebaik mungkin untuk memperbaiki keadaan konflik area yang tinggi. Dengan menggunakan model persimpangan 2 fase, konflik area yang tinggi di persimpangan tersebut menjadi lebih rendah, namun dari segi tundaan kendaraan yang terjadi menjadi semakin tinggi. Sehingga tingkat pelayanan jalan / *Level-of-Service* dari simpang tersebut mendekati keadaan yang tidak stabil yaitu dengan kategori “D”.

B. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Apabila diberikannya persinyalan pada persimpangan tersebut memberikan dampak tundaan yang besar, maka sebaiknya diberikan *Warning Light* / lampu peringatan berwarna kuning serta *Rumble Strip*/pita pengaduh pada ruas jalan mayor agar kendaraan bisa lebih berhati - hati dan mengurangi kecepatan saat hendak melintasi persimpangan tersebut.
2. Diadakannya penelitian lebih lanjut tentang evaluasi jalan tersebut seperti:
 - a. Dampak hambatan samping pada kinerja simpang tersebut.
 - b. Kinerja kelas jalan pada ruas jalan tersebut.

c. Dampak masuknya kendaraan *Heavy Vehicle* pada ruas jalan minor.

3. Adanya peningkatan kelas jalan di ruas jalan minor, yaitu jalan Delingsari (Utara) dan pada jalan Gunung Gamping (selatan) dikarenakan volume kendaraan semakin tahun semakin tinggi.
4. Diadakannya penelitian yang lebih akurat seperti penelitian selama 1 minggu penuh, sehingga data yang didapatkan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, dkk. 1998. *Sistem Transportasi Kota*. Jakarta : Direktur Jenderal Perhubungan Darat.
- Anonim, 1993. *Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No : KM 62 Tahun 1993, Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*. Jakarta : Menteri Perhubungan.
- Baihaqi, Muhammad. 2014. *Analisis Kinerja Simpang Tak bersinyal (studi kasus: simpang 4 tak bersinyal jl. wates km 5, sebelah barat pasar gamping, yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. 2005. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Haryadi, Deka Bayunagoro. 2016. *Pemodelan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan Di Yogyakarta (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Pingit Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Juniardi, Juniardi (2006) *ANALISIS ARUS LALU LINTAS DI SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Simpang*

- Timoho dan Simpang Tunjung di Kota Yogyakarta*). Masters thesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Malkhamah S, 2003. *Dasar – dasar Road Safety Audit*, Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Morlok, Edward K. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga : Jakarta.
- Munawar, Ahmad. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset.
- Mustofa, Zaeenal. 2012. *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus : Simpang 4 Jalan Godean Km 6 – Jalan Munggur dan Jalan Sidomoyo, Sleman Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- PTV Group. (2016). *PTV Vissim 9.0 User Manual*. Germany.
- Tamin, Ofyar Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua, Bandung*. Penerbit ITB.
- Transportation Research Board. 2010. *Highway Capacity Manual, HCM*. Washington, D.C.
- Umar, Adhe Alvianto. 2016. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Persimpangan Demak Ijo (Studi Kasus : Simpang Empat Bersinyal Demak Ijo, Godean Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Wells, G. R. 1979. *Traffic Engineering an Introduction*. London : C. Griffin.
- Windarto, Pipit Candra. 2016. *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Yudha, Agung Fitra. 2016. *ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi kasus : Simpang 4 Tak Bersinyal Colombo, Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Zulkarnaen, Feliciana Naufal. 2016. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan Di Yogyakarta (Studi Kasus : Simpang Empat Bersinyal Jlagran Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.