EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL SAMPAKAN MENGGUNAKAN PEMODELAN PERANGKAT LUNAK VISSIM

Fahmy Destiyan Dewantoro[1] dan Prima Juanita Romadhona[2]

[1]Laboratorium Rekayasa Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email: fahmydestiyan@gmail.com
[2]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email: prima_dhona@uii.ac.id

ABSTRACT

Traffic Vehicle at Sampakan Intersection was very crowded because a tourism route which causes a buildup of vehicles. This situation requires a study that can provide the best solutions so there need research on Performance Evaluation of the Sampakan Intersection in existing condition, looking for alternative solution, then comparing the existing conditions with the alternative solution for the best result. The research was conducted using a direct survey method. Analysis of the intersection was using technical guidance of signalized intersections according to MKJI 1997 and modeled using VISSIM software. Modelling carried on exiting conditions, calculated by MKJI 1997, and 3 alternative treatments to compare the level of service. The result of this study obtained existing intersection have the average delay time 9,785 seconds/vehicle, queue length 121,612 meters, the intersection capacity is 851,41 smp/hour, and the degree of saturation is 0,758, with level of service B. Alternative solution are then compared with the existing condition to produce a delay time, queue length, capacity, and degree of saturation. The best alternative solution is alternative 2 with an average delay time 12,544 seconds/vehicle, queue length 124.988 meters, the intersection capacity is 834.69 smp/hour, and the degree of saturation is 0,703, with level of service B.

Keywords: *Performance Signalized Intersection, Delay, Queue Length, Exiting Condition, VISSIM.*

PENDAHULUAN

Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan sebidang merupakan daerah yang potensial untuk terjadi konflik karena berbagai macam jenis pergerakan arus lalu lintas. Berdasarkan pengaturannya, persimpangan sebidang terdiri dari dua macam, yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tak bersinyal.

Kemacetan pada persimpangan sering terjadi di daerah yang berdekatan dengan pusat keramaian. Hal ini dikarenakan banyaknya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang di setiap kaki simpang. Salah satu metode untuk mengatasi kemacetan adalah dengan adanya simpang bersinyal yang dapat mengurangi jumlah konflik yang terjadi pada simpang. Namun, pada beberapa simpang bersinyal masih terjadi kemacetan sehingga diperlukan evaluasi pada simpang.

Lokasi yang sering menjadi permasalahan adalah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) pada Simpang Sampakan yang rawan akan kemacetan terutama pada jam sibuk saat aktivitas kendaraan padat. Faktor lainnya yang memengaruhi yaitu banyaknya kendaraan yang ingin berwisata ke arah Kabupaten Gunung Kidul, yang

mengakibatkan banyaknya antrean kendaraan. Banyaknya kendaraan yang melintas pada Simpang Sampakan tidak berbanding lurus dengan lebar dan kapasitas Jalan Yogyakarta-Piyungan yang hanya memiliki 1 lajur per arah, walaupun pada mulut simpang terdapat pelebaran jalan. Hal ini mengakibatkan banyaknya antrean kendaraan di Simpang Sampakan. Untuk itu diperlukan evaluasi dan analisis ulang yang bertujuan untuk memaksimumkan kinerja simpang.

Penelitian tentang evaluasi kinerja simpang telah banyak dilakukan di Indonesia, baik sebagai penelitian maupun sebagai kegiatan rutin evaluasi jalan. Sebagai contoh, Aryandi dan Munawar (2014) melakukan evaluasi penggunaan *software VISSIM* pada Simpang Mirota Kampus, Terban, Yogyakarta. Selain itu, Wikrama (2013) melakukan analisis kinerja simpang bersinyal pada Jalan Teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak.

Perangkat lunak *Microsimulasi VISSIM* telah banyak dilakukan penelitiannya, sebagai contoh, Irawan dan Putri (2015) melakukan *mikrosimulasi mixed traffic* menggunakan perangkat lunak *VISSIM* pada Simpang bersinyal Tugu, Yogyakarta. Putra dan Ramanda (2018) melakukan penelitian terhadap waktu hijau pada Simpang Bersinyal Way Halim, Bandar Lampung menggunakan pemodelan *PTV VISSIM*. Siddharth dan Ramadurai (2013) melakukan penelitian tentang kalibrasi dan pemodelan *VISSIM* pada lalu lintas di India. Selain itu, Senna, dkk. (2013) melakukan penelitian tentang kadar emisi kendaraan berdasarkan pemodelan *VISSIM* dan *MOVES.*

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan pemodelan lalu lintas menggunakan *Software VISSIM* yang akan memberikan solusi untuk meningkatkan kinerja Simpang Sampakan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di simpang bersinyal Sampakan. Data penelitian dilakukan dengan pengumpulan data berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi waktu sinyal lalu lintas, kecepatan kendaraan, data geometri, volume kendaraan, dan perilaku berkendara. Sedangkan data sekunder berupa data peta lokasi Simpang Sampakan, dan data jumlah penduduk. Survei lalu lintas dilakukan pada hari kerja dan hari libur pada pukul 06.30-09.30 WIB, 11.00-14.00 WIB, dan 15.00-18.00 WIB. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode perhitungan MKJI 1997 kemudian disimulasikan menggunakan perangkat lunak *VISSIM* menghasilkan pemodelan yang sesuai dengan data dilapangan sehingga menghasilkan 4 skenario solusi penanganan.

Arus Lalu Lintas

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT}, lurus Q_{ST}, dan belok kanan Q_{RT}) dan arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor (Q_{LV}, Q_{HV}, dan Q_{MC}) diubah yang berawal dari kendaran per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dan menggunakan ekuivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat baik terlindung atau terlawan. Angka ekuivalensi kendaraan penumpang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Angka ekivalensi kendaraan penumpang

Kendaraan	emp untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (*LV*)	1	1
Kendaraan Berat (*HV*)	1,3	1,3
Sepeda Motor (*MC*)	0,2	0,4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Arus jenuh berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) didefinisikan sebagai

besarnya keberangkatan rata-rata antrean di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). Arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad (1)$$

dengan,

S_o = arus jenuh dasar
F_{CS} = faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota
F_{SF} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping
F_G = faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan
F_P = faktor koreksi arus jenuh akibat kegiatan perparkiran dekat dengan lengan persimpangan
F_{LT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri
F_{RT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan.

Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang dalam menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dalam smp/jam hijau. Kapasitas simpang dihitung setiap pendekat atau kelompok lajur pendekat. Kapasitas simpang dihitung dengan Persamaan 2.

$$C = S \times g/c \quad (2)$$

dengan,
S = arus jenuh
g = waktu hijau
c = panjang siklus.

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C). Derajat kejenuhan dihitung dengan Persamaan 3 berikut.

$$DS = Q/C = \frac{Q \times c}{S \times g} \quad (3)$$

dengan,
Q = arus lalu lintas
C =kapasitas simpang.

Panjang Antrean (*queue length*)

Panjang antrean adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah. Nilai panjang antrean didapatkan dari hasil simulasi VISSIM, dan hasil perhitungan menggunakan metode MKJI 1997. Berikut adalah Persamaan 4 sampai Persamaan 7 untuk menentukan rata-rata panjang antrean berdasarkan MKJI 1997.

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,5:

$$NQ_1 = 0{,}25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0{,}5)}{C}}\right] \quad (4)$$

Untuk DS < 0,5 dan $NQ_1 = 0$

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{\text{Q masuk}}{3600} \quad (5)$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (6)$$

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{w\ masuk} \quad (7)$$

dengan,
NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
DS = derajat kejenuhan
C = kapasitas
NQ_2 = jumlah smp yang akan datang pada fase merah
GR = rasio hijau
c = waktu siklus
QL = panjang antrean
NQ_{MAX} = jumlah antrean maksimum
W_{MASUK} = lebar masuk.

Angka Henti

Angka henti (NS) pada masing – masing pendekatan adalah jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp termasuk henti yang berulang dalam antrean sebelum melewati suatu simpang. Rumus angka henti dapat dilihat pada Persamaan 8.

$$NS = 0{,}9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (8)$$

dengan,

NS = angka henti
NQ = jumlah antrean

Q = arus lalu lintas
C = waktu siklus.

Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu Tundaan lalu lintas (DT) dan Tundaan geometri (DG). Sehingga tundaan dapat dihitungan dengan Persamaan 9, 10 dan 11.

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (9)$$

$$DT_j = c\ x\ \frac{0{,}5\ x\ (1-GR)^2}{(1-GR\ x\ DS)} + \frac{NQ_1 x\ 3600}{C} \quad (10)$$

$$DG_j = (1\text{-}P_{SV})\ x\ P_T\ x\ 6 + (P_{SV}\ x\ 4) \quad (11)$$

dengan,
DT_J = tundaan lalu lintas,
DG_J = tundaan geometri,
C = waktu siklus yang disesuaikan,
GR = rasio hijau,
DS = derajat kejenuhan,
NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya,
C = kapasitas,
P_T = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat,
P_{SV} = rasio kendaraan terhenti pada waktu pendekat.

Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan simpang merupakan kemampuan persimpangan dalam menampung arus lalu lintas, biasanya digunakan sebagai alat ukur akibat dari peningkatan volume. Tingkat pelayanan simpang digolongkan antara A sampai F, jika volume meningkat maka akan berbanding terbalik dengan tingkat pelayanan simpang yang menurun.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Tingkat pelayanan atau Level of Service (LOS) berdasarkan tundaan rata-rata simpang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat pelayanan simpang bersinyal

Tingkat Pelayanan (*LOS*)	Tundaan (detik per kendaraan)
A	≤ 5,0
B	5,1 - 15,0
C	15,1 - 25,0
D	25,1 - 40,0
E	40,1 - 60,0
F	> 60,0

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 (2015)

Simulasi Lalu Lintas dengan *VISSIM*

VISSIM adalah perangkat lunak untuk menyimulasikan aliran lalu lintas multi-moda termasuk *heavy rail*, *tram, tram, light Rail Transit (LRT)*, angkutan barang, bus, mobil, sepeda motor, hingga pejalan kaki. Setelah dilakukan simulasi dengan *software VISSIM* langkah selanjutnya adalah dilakukan kalibrasi dan validasi data.

Kalibrasi adalah proses penyesuaian komponen model simulasi dengan data di lapangan, sehingga komponen model simulasi dapat mewakili data di lapangan secara efektif dan akurat. Validasi merupakan perbandingan data yang ada di lapangan dengan hasil simulasi menggunakan *software* VISSIM dengan metode *trial and error* sampai tercapai jumlah kendaraan, panjang antrean dan tundaan yang sesuai. Proses perubahan pada *driving behavior* dilakukan beberapa kali dan melakukan beberapa *trial dan error* sampai data pada *software* VISSIM mendekati dengan data yang ada di lapangan.

Dalam melakukan kalibrasi dan validasi metode yang akan digunakan adalah dengan menggunakan rumus statistik *GEH*. *GEH* adalah singkatan dari nama penemu rumus yaitu *Geoffrey E. Havers.* Rumus statistik *GEH* merupakan modifikasi rumus dari *Chi-squared* dengan memperhitungkan nilai relatif dan mutlak. Persamaan 12 adalah rumus *GEH* yang memiliki syarat nilai *trial and error* yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0{,}5\ x\ (q_{simulated} - q_{observed})}} \qquad (12)$$

Tabel 3. Standar perhitungan persamaan *geh*

Nilai GEH	Keterangan
GEH< 5.0	Diterima
5.0≤ *GEH*≤ 10.0	Peringatan: kemungkinan model eror atau data buruk
GEH> 10.0	Ditolak

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Validasi Data

Validasi data yang digunakan adalah dengan Rumus *GEH* yang merupakan singkatan dari nama sang penemu yaitu *Geoffrey E. Havers*. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 4.

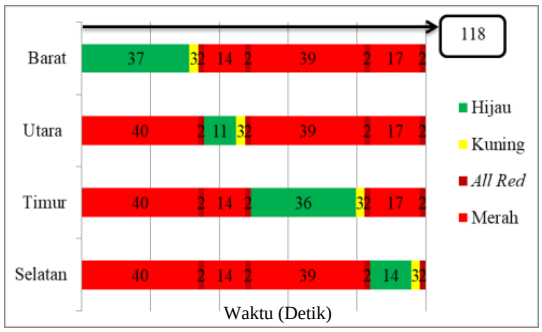
Tabel 4. Hasil validasi uji statistik *GEH*

Lengan	$q_{observed}$ (kend/jam)	$q_{simulated}$ (kend/jam)	*GEH*	Keterangan
Barat	2444	2310,4	2,74	Diterima
Selatan	756	749,4	0,24	Diterima
Utara	333	331	0,11	Diterima
Timur	2203	2166,2	0,79	Diterima

Dari Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa pemodelan simulasi *VISSIM* kondisi *eksisting* dapat diterima setelah hasil uji validasi menggunakan rumus statistik *GEH*.

Kinerja Lalu Lintas *Eksisting*

Sinyal lalu lintas Simpang Sampakan kondisi *eksisting* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik diagram waktu siklus sinyal Simpang Sampakan kondisi *eksisting*

Tabel 5 menunjukkan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Sampakan kondisi *eksisting* menggunakan perangkat lunak *VISSIM* dan Tabel 6 adalah hasil analisis menggunakan metode MKJI.

Tabel 5. Kinerja lalu lintas kondisi *eksisting* pada *software VISSIM*

Lengan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/kend)	*Level Of Service*
Barat	228,684	16,866	C
Selatan	60,253	9,135	B
Utara	46,158	1,928	A
Timur	151,353	11,210	B

Tabel 6. Kinerja lalu lintas kondisi *eksisting* pada MKJI 1997

Lengan	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp)	Derajat Kejenuhan
Barat	999,50	1390,28	0,719
Selatan	290,40	292,94	0,991
Utara	166,70	230,90	0,722
Timur	891,70	1491,51	0,598

Mengacu pada Tabel 5, diperoleh nilai *Level of Service* pada Lengan Barat adalah C, Lengan Selatan adalah B, Lengan Utara adalah A, dan lengan Timur adalah B. Sedangkan pada Tabel 6 di atas, diperoleh nilai derajat kejenuhan Lengan Barat 0,719; Lengan Selatan 0,991; Lengan Utara 0,772; Lengan Timur 0,598.

Tabel 7 menunjukkan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Sampakan kondisi *eksisting* menggunakan metode perhitungan MKJI.

Tabel 7. Kinerja lalu lintas kondisi *eksisting* pada MKJI 1997

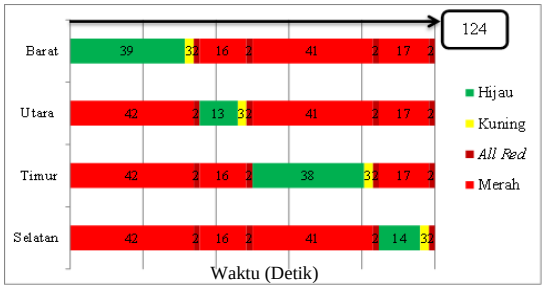
Lengan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/smp)
Barat	140	17,552
Selatan	148,571	18,951
Utara	64,615	4,839
Timur	110,769	14,716

Mengacu pada Tabel 7, diperoleh nilai panjang antrean Lengan Barat adalah 140 meter dengan nilai tundaan 17,552 detik/smp, nilai panjang antrean Lengan Selatan adalah 148,571 meter dengan nilai tundaan 18,951 detik/smp, nilai panjang antrean Lengan Utara adalah 64,615 meter dengan nilai tundaan 4,839 detik/smp, dan nilai panjang antrean Lengan Timur adalah 110,769 meter dengan nilai tundaan 14,716 detik/smp.

Mengacu pada hasil yang didapatkan pada kondisi *eksisting* dapat disimpulkan bahwa kondisi eksisiting masih belum memberikan hasil yang optimum. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengaturan alternatif penanganan lampu lalu lintas dengan mengubah waktu siklus sehingga dapat memberikan pelayanan yang lebih optimum pada Simpang Sampakan.

Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 1

Solusi penanganan Alternatif 1 yang dilakukan adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas, perubahannya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik diagram waktu siklus sinyal Simpang Sampakan Alternatif 1

Tabel 8 menunjukkan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Sampakan kondisi Alternatif 1 menggunakan perangkat lunak *VISSIM* dan Tabel 9 berikut adalah hasil analisis menggunakan metode MKJI.

Tabel 8. Kinerja lalu lintas Alternatif 1 pada *software VISSIM*

Lengan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/kend)	*Level Of Service*
Barat	230,323	17,330	C
Selatan	62,107	9,544	B
Utara	45,277	1,867	A
Timur	150,439	10,825	B

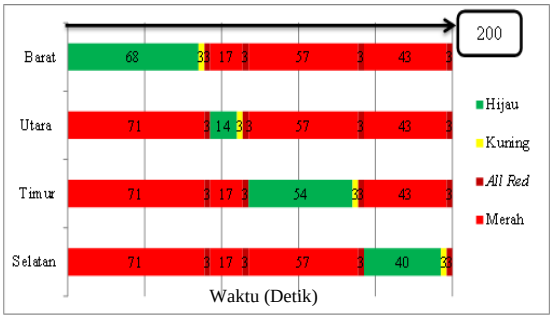
Tabel 9. Kinerja lalu lintas kondisi Alternatif 1 pada MKJI 1997

Lengan	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp)	Derajat Kejenuhan
Barat	999,50	1394,52	0,717
Selatan	290,40	278,77	1,042
Utara	166,70	259,68	0,642
Timur	891,70	1498,19	0,595

Mengacu pada Tabel 8, diperoleh nilai *Level of Service* pada Lengan Barat adalah C, Lengan Selatan adalah B, Lengan Utara adalah A, dan lengan Timur adalah B. Sedangkan pada Tabel 9 di atas, diperoleh nilai derajat kejenuhan Lengan Barat 0,717; Lengan Selatan 1,042; Lengan Utara 0,642; dan Lengan Timur 0,595.

Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 2

Solusi penanganan Alternatif 2 yang dilakukan adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas, perubahannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik diagram waktu siklus sinyal Simpang Sampakan Alternatif 2

Tabel 10 menunjukkan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Sampakan kondisi Alternatif 2 menggunakan perangkat lunak *VISSIM* dan Tabel 11 menunjukkan hasil analisis menggunakan metode MKJI.

Tabel 10. Kinerja lalu lintas Alternatif 2 pada *software* VISSIM

Lengan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/kend)	*Level Of Service*
Barat	230,409	19,049	C
Selatan	68,666	12,153	B
Utara	51,027	3,237	A
Timur	149,851	15,738	B

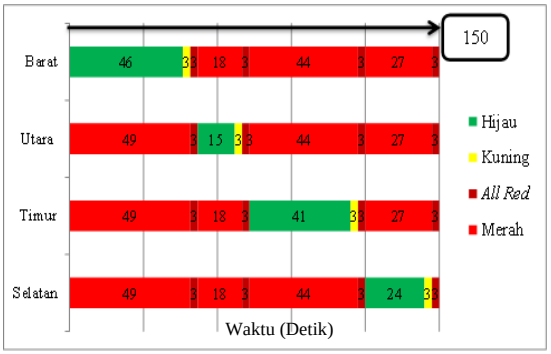
Tabel 11. Kinerja lalu lintas kondisi Alternatif 2 pada MKJI 1997

Lengan	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp)	Derajat Kejenuhan
Barat	999,50	1359,72	0,735
Selatan	290,40	395,05	0,735
Utara	166,70	247,69	0,673
Timur	891,70	1336,28	0,667

Mengacu pada Tabel 10, diperoleh nilai *Level of Service* pada Lengan Barat adalah C, Lengan Selatan adalah B, Lengan Utara adalah A, dan lengan Timur adalah B. Sedangkan pada Tabel 11 di atas, diperoleh nilai derajat kejenuhan Lengan Barat 0,735; Lengan Selatan 0,735; Lengan Utara 0,673; dan Lengan Timur 0,667.

Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 3

Solusi penanganan Alternatif 3 yang dilakukan adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas, perubahannya dapat dilihat pada Gambar 4. Sementara itu, Tabel 12 menunjukkan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Sampakan kondisi Alternatif 3 menggunakan perangkat lunak *VISSIM* dan Tabel 13 menunjukkan hasil analisis menggunakan metode MKJI.



Gambar 4. Grafik diagram waktu siklus sinyal Simpang Sampakan Alternatif 3

Tabel 12. Kinerja lalu lintas Alternatif 3 pada *software VISSIM*

Lengan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/kend)	*Level Of Service*
Barat	229,792	19,520	C
Selatan	81,143	17,308	B
Utara	61,041	10,524	A
Timur	148,359	18,493	B

Tabel 13. Kinerja lalu lintas kondisi Alternatif 3 pada MKJI 1997

Lengan	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp)	Derajat Kejenuhan
Barat	999,50	150,52	0,663
Selatan	290,40	493,82	0,588
Utara	166,70	173,38	0,961
Timur	891,70	1319,99	0,676

Mengacu pada Tabel 12 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* pada Lengan Barat adalah C, Lengan Selatan adalah B, Lengan Utara adalah A, dan lengan Timur adalah B. Sedangkan pada Tabel 13 di atas, diperoleh nilai derajat kejenuhan Lengan Barat 0,663; Lengan Selatan 0,588; Lengan Utara 0,961; dan Lengan Timur 0,676.

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis dengan simulasi *software VISSIM* dan MKJI 1997 kemudian dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan kinerja pada simpang. Rata-rata waktu tundaan dan

panjang antrean, kapasitas, dan derajat kejenuhan pada setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 14.

Berdasarkan Tabel 14, diperoleh nilai tundaan rata-rata kondisi *eksisting* menggunakan metode MKJI jika dibandingkan dengan kondisi *eksisting* menggunakan *VISSIM* naik 43,230%, nilai panjang antrean turun sebesar 4,624%, nilai kapasitas yang didapatkan adalah 851,41 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan yang didapat adalah 0,758 dengan tingkat pelayanan B. Pada kondisi Alternatif 1, diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting* pemodelan *VISSIM* naik 1,09%, nilai panjang antrean naik 0,349%, nilai kapasitas naik 0,750%, dan nilai derajat kejenuhan turun 1,137% dengan tingkat pelayanan B. Pada kondisi Alternatif 2 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting* pemodelan *VISSIM* naik 28,204, nilai panjang antrean naik 2,776%, nilai kapasitas turun 1,964%, dan nilai derajat kejenuhan naik 2,615% dengan tingkat pelayanan B. Pada kondisi Alternatif 3 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting* dengan pemodelan *VISSIM* naik 68,236, nilai panjang antrean naik 6,966%, nilai kapasitas naik 2,615%, dan nilai derajat kejenuhan turun 4,686% dengan tingkat pelayanan C.

Mengacu pada Tabel 14 nilai tundaan dan panjang antrean didapatkan melalui simulasi perangkat lunak *VISSIM*, namun pada nilai kapasitas dan derajat kejenuhan menggunakan metode perhitungan MKJI 1997. Hal ini menyebabkan perbedaan nilai yang tidak berbanding lurus. Maka pemodelan perangkat lunak *VISSIM* tidak sepenuhnya mempresentasikan hasil kondisi di lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan metode MKJI 1997 dan pemodelan perangkat lunak *VISSIM*. Pemodelan perangkat lunak *VISSIM* tidak sepenuhnya mempresentasikan kondisi dilapangan, maka dapat disimpulkan bahwa alternatif solusi penanganan terbaik adalah Alternatif 2 dengan waktu tundaan 12,544 detik/kendaraan, panjang antrean 124.988 m, kapasitas 834,69 smp, derajat kejenuhan 0,703 dengan tingkat pelayanan simpang B. Hal ini berdasarkan nilai derajat kejenuhan yang terkecil dibandingkan dengan kondisi *eksisting,* Alternatif 1, dan Alternatif 3, serta Alternatif 2 memiliki hasil data yang homogen pada setiap lengannya.

DAFTAR PUSTAKA

Abou-Senna, H., Radwan, E., Westerlund, K., & Cooper, C. D. (2013). "Using a traffic simulation model (VISSIM) with an. Journal of the Air & Waste Management Association". 63(7):819–831.

Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). "Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)". The 17th FSTPT International Symposium, Jember University. pp-338-347.

P, S. S., & Ramadurai, G. (2013). "Calibration of VISSIM for Indian Heterogeneous Traffic". Social and Behavioral Sciences 104. pp-380-389.

Putra, R. A., & Ramanda, F. (2018). "Optimasi Green Time Simpang Bersinyal dengan Menggunakan PTV VISSIM dalam Meningkatkan Kinerja Simpang". Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Vol. 6 No. 2, pp-108-117.

Putri, N. H., & Irawan, M. Z. (2015). "Mikrosimulasi *Mixed Traffic* Pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Lunak VISSIM (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)". The 18th FSTPT International Symposium.

Suraji, A. (2011). "Analisis Sela Kritis (*Critical Gap*) Arus Lalu Lintas". Widya Teknika Vol.19 No.1, pp-5-11.

Wikrama, A. J. (2011). "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 1, pp-58-71.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). “Manual Kapasitas Jalan Indonesia”. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Kementrian Perhubungan. 2015. “Peraturan Menteri Perhubungan tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas”. Kementrian Perhubungan. Jakarta.

Presiden Republik Indonesia. 2009. “Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK) Jalan 2011-2035”. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.