

KAJIAN PERGERAKAN KENDARAAN BELOK KIRI LANGSUNG DAN LURUS LANGSUNG PADA SIMPANG BERSINYAL

Khoirul Abadi¹, Imam Muryanto², Hermin Eka Wijayanti³

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil¹
Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang
Kampus III, Jl. Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435
e-mail: khoirul@umm.ac.id
Alumni Jurusan Teknik Sipil²
Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang
Kampus III, Jl. Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435
e-mail: iim_cute2002@yahoo.com
Alumni Jurusan Teknik Sipil³
Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang
Kampus III, Jl. Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435
e-mail: miiko_bul@yahoo.com

ABSTRACT

Setting the left turn movement at the intersection of four or three signalized intersections, and the straight movements at three signalized intersections. In any where, there are not provide significant for signalized intersection performance. Changes related legislation does not necessarily contribute positively to the traffic operation. Determination of the application of left turn on red (LTOR) or straight on red (STOR) at an intersection must be preceded by a study, so that the positive affect or negative affect that happened can be known early. The background of this study was motivated the existing conditions arrangement, turn left movements (for intersection of four or three signalized intersections) and straight movements (for three signalized intersections) at some intersection in Malang Raya. In addition, this study was conducted in order to know the effect of setting the movement of vehicles turning left or straight at the intersection. The expected benefits of this study is, that every movement settings, turn left at the intersection of four or three signalized intersections, and also straight movements at three signalized intersections have to go through the review process. Conclusion, shows that the movement of vehicles turning left directly on the intersection of four or three signalized intersections, and the movement of vehicles at the intersection of three straight directly affect the performance of signalized intersections.

Key words: signalized intersection, turn left movement, straight movement, the performance of a signalized intersection.

PENDAHULUAN

Fenomena adanya pergerakan kendaraan belok kiri pada simpang empat bersinyal ataupun simpang tiga bersinyal, memberi pengaruh cukup signifikan pada kinerja simpang bersinyal, demikian pula dengan pergerakan lurus pada simpang tiga bersinyal. Implementasi peraturan dan perundangan terkait, sementara ini belum difahami oleh sebagian besar masyarakat – pengemudi kendaraan

(bermotor). Peraturan yang dimaksud adalah Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 pasal 59, sedangkan perundangan yang dimaksud adalah Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 pasal 112.

Pada beberapa simpang bersinyal, pemberlakuan kendaraan belok kiri jalan terus atau belok kiri langsung ketika sinyal/lampu lalu lintas menyala merah (*left turn on red – LTOR*) ataupun kendaraan lurus jalan terus atau lurus langsung

ketika sinyal/lampu lalu lintas menyala merah (*straight on red – StOR*) khusus pada simpang tiga bersinyal, memberikan kinerja simpang bersinyal yang variatif. Fenomena ini akan tampak diantaranya adalah: ada atau tidaknya antrian kendaraan, baik kendaraan yang terkena sinyal/lampu menyala merah atau yang ‘bergerak’ langsung; terganggunya kendaraan yang diatur ‘bergerak’ langsung ketika sinyal/ lampu menyala merah; waktu tempuh melewati simpang (besar – kecil tundaan). Hal ini terjadi diduga, karena penetapan – penerapan belok kiri langsung (LTOR) dan atau lurus langsung (StOR) tidak melalui proses studi/kajian ilmiah lebih dulu, atau sekurang-kurangnya tidak dilakukan evaluasi terhadap kinerjanya, dalam rangka mengetahui efektifitas penerapan belok kiri langsung (LTOR) dan ataupun lurus langsung (STOR).

Dampak langsung yang bersifat negatif adalah manakala operasional simpang bersinyal menerapkan belok kiri langsung (LTOR) dan atau lurus langsung (STOR) secara tidak ‘proporsional’, terutama pada jam sibuk adalah menurunnya kinerja simpang bersinyal itu sendiri, diantaranya ditunjukkan adanya antrian kendaraan pada lengan simpang yang cukup panjang, dan apabila ada simpang di dekat simpang tersebut maka menimbulkan *overlap*. Pada kasus lain, bahu jalan secara terus menerus digunakan untuk pergerakan kendaraan yang belok kiri dan ataupun lurus. Selain daripada itu, arus kendaraan (volume cukup besar) yang mengikuti sinyal ‘terganggu’ oleh arus kendaraan (volume relatif kecil) yang belok kiri atau yang bergerak lurus.

Mencermatikan fenomena operasional simpang bersinyal tersebut, dapat diformulasikan bahwa kelancaran/kemudahan pergerakan belok kiri langsung dan ataupun lurus langsung, setidaknya dipengaruhi (diantaranya) oleh: (i) lebar jalur keluar lengan simpang (ii) lebar jalur masuk lengan simpang (iii) volume arus lalu lintas dari masing-masing lengan (terutama yang berpotensi menimbulkan konflik: *crossing*, *merging* dan *diverging*) (iv) pengaturan/pembatasan pergerakan kendaraan (v) fase sinyal serta (vi) waktu (durasi) sinyal.

Permasalahan pada simpang ini adalah :

- Pergerakan arus lalu lintas belok kiri langsung (LTOR) dan ataupun lurus langsung (StOR) mempengaruhi kinerja simpang bersinyal.
- Penerapan belok kiri langsung (LTOR) dan ataupun lurus langsung (STOR) yang kurang tepat berpotensi menurunkan kapasitas lengan pada simpang bersinyal, selanjutnya berpotensi menurunkan kinerja simpang.
- Volume arus kendaraan baik yang bergerak lurus (pada jalur utama) maupun yang bergerak belok kiri saling berpengaruh terhadap lebar lengan simpang.

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan belok kiri langsung (LTOR) pada simpang empat atau simpang tiga bersinyal dan lurus langsung (StOR) pada simpang tiga terhadap kinerja simpang bersinyal.

Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan model pertimbangan dalam rangka penerapan atau pemberlakuan belok kiri langsung (LTOR) dan lurus langsung (StOR) pada simpang bersinyal, seiring dengan implementasi Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009.

Sistem Jaringan Jalan

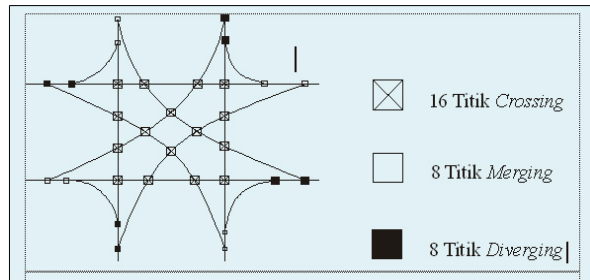
Sistem jaringan jalan dapat ditetapkan sebagai urutan ruas jalan dan simpul. Ruas jalan berupa potongan atau segmen jalan raya, sedangkan simpul berupa persimpangan, stasiun, dan lain-lain. Sistem jaringan jalan pada suatu daerah dapat dilukiskan, yang mencerminkan satu ruas jalan atau pergerakan membelok di persimpangan dan berakhir pada titik ujung masing-masing yang disebut sebagai simpul. Penghubung pusat zona adalah jenis ruas jalan yang bersifat abstrak yang menghubungkan setiap pusat zona dengan sistem jaringan jalan (Tamin: 1997).

Simpang adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas yang ada disekitar jalan untuk pergerakan lalu lintas dalam daerah tersebut. Simpang merupakan yang terpenting dari jalan perkotaan sebab sebagian besar efisiensi keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan simpang. Setiap simpang mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling

memotong pada satu atau lebih dari kaki simpang dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas ini dikendalikan dengan cara bergantung pada jenis simpang. Simpang diklasifikasikan menjadi 2, yaitu simpang bersinyal (terkontrol) dan simpang tak bersinyal (tak terkontrol). (Oglesby dan Hick: 1982)

Pergerakan Lalu Lintas Pada Simpang

Warpani (2002), pada simpang empat lengan, titik-titik konflik yang terjadi terdiri dari 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging* dan 8 titik *merging* seperti ditunjukkan dalam Gambar 1



Gambar 1. Titik Konflik pada Simpang Empat Lengan

Simpang Bersinyal

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menjelaskan bahwa pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut:

- 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.
- Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan
- Simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan = konflik-konflik utama. Sinyal-sinyal juga dapat digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang

menyeberang = konflik-konflik kedua. (Direktorat Jenderal Bina Marga: 1997).

Kinerja Simpang Bersinyal

Prinsip-prinsip utama kinerja simpang bersinyal, sebagaimana dijelaskan Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), meliputi: geometrik, arus lalu lintas, kapasitas, waktu sinyal, derajat kejenuhan dan tingkat kinerja.

• Geometrik

Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu lintas dalam pendekat.

Masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan ke luar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

- **Arus lalu lintas (Q)** untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam

dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

- Kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal dinyatakan dengan formulasi:

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (\text{persamaan 1})$$

Dimana,

C : kapasitas (smp)

S : arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau.

g : Waktu hijau (detik)

c : Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap

- **Waktu sinyal**

Pentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster, untuk meminimumkan tundaan pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase (i).

$$\text{Waktu siklus (detik), } c = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{1 - \sum FR_{crit}} \quad (\text{persamaan 2})$$

Dimana,

LTI : Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR : Arus dibagi dengan arus jenuh

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

$\sum (FR_{crit})$: Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

$$\text{Waktu hijau, } g_i = \frac{(c - LTI) \times FR_{crit}}{\sum (FR_{crit})} \quad (\text{persamaan 3})$$

Dimana, g_i : tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

- Derajat kejenuhan (DS), diperoleh dari rumusan:

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{(Q \times c)}{(S \times g)} \quad (\text{persamaan 4})$$

- **Tingkat kinerja.**

Berbagai ukuran tingkat kinerja dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas, derajat kejenuhan dan waktu sinyal, terdiri dari: (i) panjang antrian (ii) angka henti (iii) rasio kendaraan terhenti dan (iv) tundaan, yang terjadi karena dua hal yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG).

Belok Kiri Langsung Pada Simpang Bersinyal
Belok kiri langsung adalah hak untuk boleh belok kiri walaupun lampu lalu lintas menunjukkan merah dengan catatan bahwa hak utama pada persimpangan, hak utama penggunaan jalan tetap pada lalu lintas yang mendapatkan lampu hijau dan baru bisa membelok ke kiri kalau tidak ada kendaraan yang mempunyai hak. Bila belok kiri langsung dilarang harus dinyatakan dengan lampu filter berbentuk panah merah atau dinyatakan dengan rambu lalu lintas. (http://id.wikipedia.org/wiki/belok_kiri_boleh_langsung)

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menjelaskan, bahwa belok kiri langsung diperbolehkan bila ruang jalan yang tersedia mencukupi untuk kendaraan belok kiri melewati antrian lalu lintas lurus dari pendekat yang sama, dan dengan aman bersatu dengan lalu lintas lurus dari fase lainnya yang masuk ke lengan simpang yang sama.

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 112 (3), mengemukakan: Pada persimpangan Jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung belok kiri, kecuali ditentukan oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

METODELOGI

Simpang bersinyal yang dipilih sebagai lokasi/obyek kajian, adalah beberapa simpang di Kota Malang:

- Simpang empat bersinyal : (i) simpang Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan (ii) simpang Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso.

- Simping tiga bersinyal : (i) simpang Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana (ii) Simping Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan

Kajian kinerja mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 dengan pokok bahasan simpang bersinyal, yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga, Tahapan studi yang dilakukan, adalah:

- Kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting, dengan menggunakan data fase, siklus sinyal, dan kondisi geometrik eksisting (dengan asumsi diterapkan belok kiri langsung - LTOR dan ataupun lurus langsung - StOR).
- Kinerja simpang bersinyal yang disimulasi dengan cara coba-coba pemberlakuan belok kiri langsung (LTOR) dan ataupun lurus langsung - StOR dengan berbagai variasinya.

Berkaitan dengan data (fase dan siklus sinyal, kondisi geometrik, volume arus lalu lintas) merupakan data kondisi eksisting, yang diukur secara langsung di lokasi simpang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Simping Bersinyal

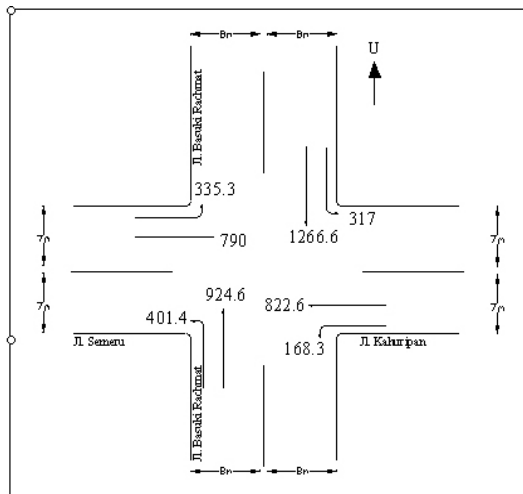
• Simping empat bersinyal

- Simping bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan

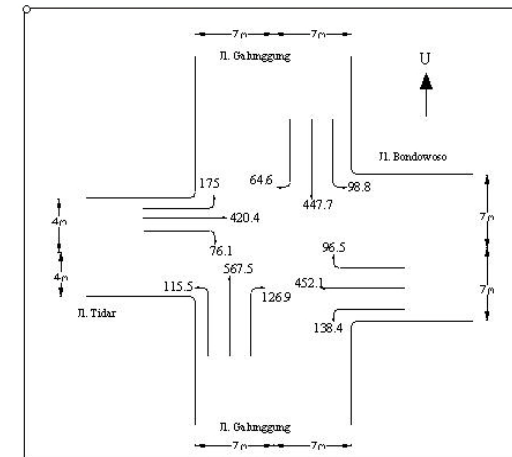
Kondisi eksisting: geometrik, pergerakan (keempat pendekat diberlakukan belok kiri langsung - LTOR) dan volume arus lalu lintas jam puncak, disajikan pada gambar 2.

- Simping bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso

Kondisi eksisting: geometrik, pergerakan (keempat pendekat diberlakukan belok kiri langsung - LTOR) dan volume arus lalu lintas jam puncak, disajikan pada gambar 3.

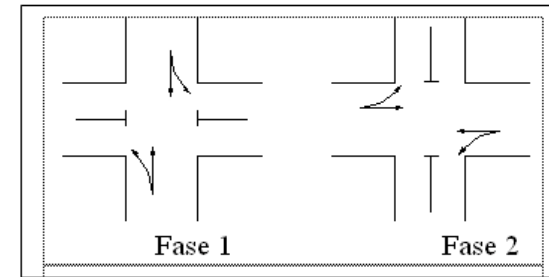


Gambar 2. Pergerakan dan Volume Arus Lalulintas pada Jam Puncak di Simping Bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan (smp/jam)

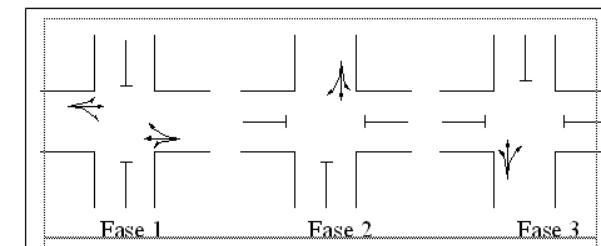


Gambar 3. Pergerakan dan Volume Arus Lalulintas pada Jam Puncak di Simping Bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar –Jl. Bondowoso (smp/jam)

Fase sinyal yang beroperasi pada kedua gambar 4 dan gambar 5, sedangkan durasi sinyal simpang empat bersinyal divisualisasikan pada kedua simpang empat bersinyal disajikan pada tabel 1.



Gambar 4. Fase Sinyal Pada Simping Bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan



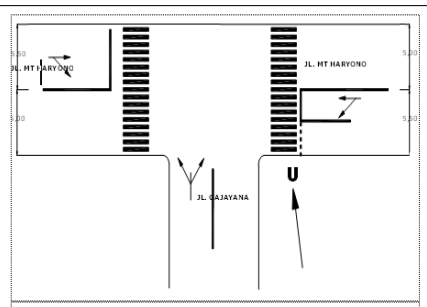
Gambar 5. Fase Sinyal Simping Bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso

Tabel 1. Durasi Sinyal pada Simpang Empat Bersinyal

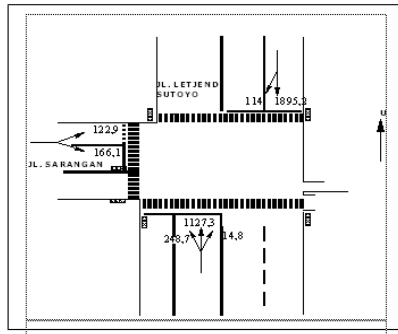
Simpang	Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan		Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso		
Pendekat	Jl. Semeru & Jl. Kahuripan	Jl. Basuki Rahmat (utara) & (selatan)	Jl. Raya Tidar & Jl. Bondowoso	Jl. Galunggung (utara)	Jl. Galunggung (selatan)
Fase	1	2	1	2	3
Merah	40"	34"	48"	49"	49"
Kuning	3"	3"	3"	3"	3"
Hijau	22"	36"	18"	17"	17"

Simpang tiga bersinyal

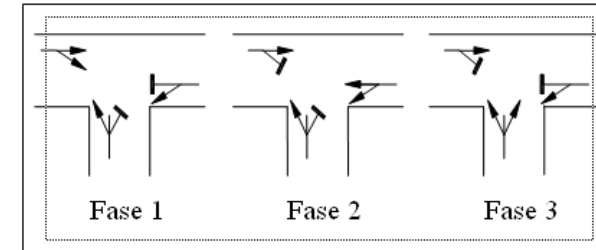
- Simpang bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana
 - Kondisi eksisting: geometrik, pergerakan (pada lengan timur dan lengan selatan diberlakukan belok kiri langsung - LTOR, sedangkan pada lengan barat diberlakukan lurus langsung - StOR) dan volume arus lalulintas jam puncak, disajikan pada gambar 6.
- Simpang bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan
 - Kondisi eksisting: geometrik, pergerakan (pada lengan selatan dan lengan barat diberlakukan belok kiri langsung - LTOR, sedangkan pada lengan utara kendaraan harus mengikuti lampu sinyal) dan volume arus lalulintas jam puncak, disajikan pada gambar 7.



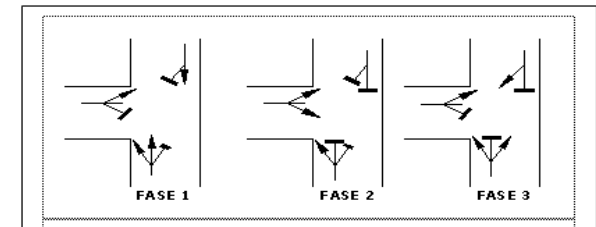
Gambar 6. Kondisi Geometrik, Pergerakan dan Volume Arus Lalulintas Simpang Tiga Bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana (smp/jam)



Gambar 7. Kondisi Geometrik, Pergerakan dan Volume Arus Lalulintas Simpang Tiga Bersinyal Jl. Letjend Sutoyo –Jl. Sarangan



Gambar 8 Fase Sinyal Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana



Gambar 9 Fase Sinyal Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan

Tabel 2. Durasi Sinyal pada Simpang Tiga Bersinyal

Simpang	Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana			Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan		
Pendekat	Jl. MT Haryono (barat)	Jl. MT Haryono (timur)	Jl. Gajayana (selatan)	Jl. Letjend Sutoyo (selatan)	Jl. Sarangan (barat)	Jl. Letjend Sutoyo (utara)
Fase	1	2	3	1	2	3
Merah	53"	39"	58"	40"	53"	59"
Kuning	3"	3"	3"	3"	3"	3"
Hijau	19"	33"	14"	33"	20"	14"

Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting

Hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal dengan tabel 6 kondisi eksisting, dikemukakan pada tabel 3 sampai

Tabel 3. Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan Kondisi Eksisting

Pendekat	Nilai Dasar	Nilai disesuaikan	Arus Lalu Lintas	Rasio Arus	Kapasitas	Panjang Antrian	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata
	(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)		(smp/jam)	(m)		(det/smp)
	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	4800	4196.16	1266.6	0.302	2221.50	57.50	0.570	13.96
S	4800	4196.16	924.6	0.220	2221.50	42.50	0.416	12.41
B	4200	3671.64	790.0	0.215	1187.88	57.14	0.665	24.88
T	4200	3671.64	822.6	0.224	1187.88	60.00	0.692	25.41
QLTOR	1222							
Q Total	5025.8	IFR = 0.526		Tundaan Simpang Rata-rata = 13.87				

Tabel 4. Kinerja Simping Empat Bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso Kondisi Eksisting

Pendekat	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	4200	3671.64	512.3	0.14	931.61	42.80	0.55	25.61
S	4200	3671.64	694.4	0.19	931.61	54.29	0.75	30.47
B	2880	2544.77	496.5	0.20	683.67	80.00	0.73	30.79
T	4200	3671.64	548.6	0.15	986.41	42.86	0.56	25.11
Q LTOR	527.7							
Q Total	2779.5	IFR = 0.53		Tundaan Simping Rata-rata = 22.79				

Tabel 5. Kinerja Simping Tiga Bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana Kondisi Eksisting

Pendekat	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
B	2100	1969.50	483.6	0.246	473.68	183.87	1.021	141.71
T	1800	1515.65	859.5	0.567	633.12	413.33	1.358	706.90
S	1500	1160.03	229.8	0.198	205.57	225.24	1.118	325.18
Q LTOR	850.6							
Q StOR	963.5							
Q Total	3387	IFR = 0.765		Tundaan simping rata-rata = 221,68				

Tabel 6. Kinerja Simping Tiga Bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan Kondisi Eksisting

Pendekat	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	4200	3632.16	2009.2	0.55	1479.77	177,14	1.358	705,78
S	4200	3472.87	1142.1	0.33	857.50	177,14	1.332	660,53
B	2250	1989,27	166.1	0.08	343.83	34,19	0.483	34,61
Q LTOR	371.6							
Q StOR	0							
Q Total	3689	IFR = 0.64		Tundaan simping rata-rata = 590.46				

Kinerja Simping Bersinyal Kondisi Simulasi

- Simulasi 1, Pergerakan arus kendaraan belok kiri dan atau lurus (simpang tiga) dari semua pendekat simpang, disimulasikan mengikuti sinyal.

Konsekuensi implementasi pergerakan arus kendaraan belok kiri dan atau lurus (simpang tiga) dari semua lengan simpang mengikuti sinyal adalah jumlah arus lalulintas yang ada pada tiap pendekat cenderung meningkat.

Hasil analisa kinerja simpang bersinyal dikemukakan pada tabel 7 sampai dengan tabel simulasi 1 ini dari keempat simpang bersinyal 10.

Tabel 7. Kinerja Simping Empat Bersinyal Jl. Basuki Rahmat –Jl. Semeru –Jl. Kahuripan Pada Simulasi

Pendekat	LTOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	T	4800	4196.16	1583.6	0.377	2221.50	75.00	0.713	16.46
S	T	4800	4196.16	1326	0.316	2221.50	60.00	0.597	14.59
B	T	4200	3671.64	1125.3	0.306	1187.88	97.14	0.947	47.87
T	T	4200	3671.64	990.9	0.270	1187.88	71.43	0.834	31.09
Q LTOR	0								
Q Total	5025.8	IFR = 0.684		Tundaan Simping Rata-rata = 25.88					

Tabel 8. Kinerja Simping Empat Bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso Pada Simulasi 1

Pendekat	LTOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	T	4200	3671.64	611.1	0.17	931.61	48.57	0.66	27.75
S	T	4200	3671.64	809.9	0.22	931.61	68.57	0.87	38.45
B	T	2880	2517.70	671.5	0.27	676.40	155	0.99	92.24
T	T	4200	3671.64	687	0.19	986.41	62.86	0.70	28.11
Q LTOR	0								
Q Total	2779.5	IFR = 0.65		Tundaan Simping Rata-rata = 46.54					

Tabel 9. Kinerja Simping Tiga Bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana Pada Simulasi 1

Pendekat	LTOR/ StOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
B	T	3300	3094,92	1447,1	0,468	744,349	225,45	1,944	1774,10
T	T	3300	2778,70	1116,7	0,402	1160,72	152,57	0,962	53,97
S	T	2700	2239,52	823,2	0,368	396,88	275,56	2,074	2018,31
Q Total	3387,0	IFR = 0,835		Tundaan simping rata-rata = 1266,32					

Tabel 10. Kinerja Simping Tiga Bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan Pada Simulasi 1

Pendekat	LTOR/ StOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai di- sesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Keje- nuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	T	4200	3632,16	2009,2	0,55	1479,77	177,14	1,358	705,78
S	T	5700	4713,19	1390,8	0,30	1163,75	130,53	1,195	407,99
B	T	4050	3580,69	289	0,08	618,89	28	0,467	34,04
Q Total	3689	IFR = 0,63			Tundaan Simping Rata-rata = 540,88				

• Simulasi Lainnya

Ada beberapa simulasi dilakukan pada masing-masing simping. Pergerakan arus kendaraan belok kiri dan atau lurus (simpang tiga) dari semua lengan simping, disimulasikan secara variatif terhadap operasional sinyal. Salah satu (simulasi x) yang terbaik diantara beberapa simulasi pada masing-masing simping, disajikan pada tabel 11 sampai dengan tabel 14.

- a. Simulasi x pada simping empat bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan, yaitu: mensimulasikan bahwa

pergerakan kendaraan dari pendekat utara (Jl. Basuki Rahmat - utara) tidak boleh belok kiri langsung, sedangkan pada ketiga pendekat lainnya disimulasikan belok kiri langsung (LTOR). Simulasi ini dilakukan dengan pertimbangan: (i) volume arus lalu lintas yang cukup besar pada pendekat utara dibandingkan dengan ketiga lengan lainnya, (ii) potensi terjadinya konflik *merging* antara kendaraan belok kiri langsung dari pendekat utara (Jl. Basuki Rahmat – utara) dengan kendaraan yang bergerak lurus dari pendekat barat (Jl. Semeru)

Tabel 11. Kinerja Simping Empat Bersinyal Jl. Basuki Rahmat – Jl. Semeru – Jl. Kahuripan Pada Simulasi x

Pendekat	LTOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai di- sesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapa- sitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Keje- nuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	T	4800	4196.16	1583.6	0.377	2221.50	75.00	0.713	16.46
S	Y	4800	4196.16	924.6	0.220	2221.50	42.50	0.416	12.41
B	Y	4200	3671.64	790.0	0.215	1187.88	57.14	0.665	24.88
T	Y	4200	3671.64	822.6	0.224	1187.88	60.00	0.692	25.41
Q Total	5025.8	IFR = 0.601			Tundaan Simping Rata-rata = 15.54				

- b. Simulasi x pada simping empat bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso, yaitu: mensimulasikan bahwa pergerakan kendaraan dari pendekat utara (Jl. Galunggung) dan pendekat timur (Jl. Bondowoso) tidak boleh belok kiri langsung, sedangkan pada kedua pendekat lainnya disimulasikan belok kiri langsung (LTOR). Simulasi ini dilakukan setelah diketahui bahwa pada kondisi eksisting dan

simulasi 1(pergerakan kendaraan dari semua pendekat mengikuti sinyal), ternyata pada pendekat utara dan pendekat timur nilai derajat kejenuhannya masih < 0,80; sedangkan pendekat lainnya (selatan dan barat) nilai derajat kejenuhannya > 0,80.

Tabel 12. Kinerja Simping Empat Bersinyal Jl. Galunggung – Jl. Tidar – Jl. Bondowoso Pada Simulasi x

Pendekat	LTOR	Nilai Dasar (smp/jam)	Nilai di- sesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus	Kapasitas (smp/jam)	Panjang Antrian (m)	Derajat Keje- nuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U	T	4200	3671.64	611.1	0.17	931.61	48.57	0.66	27.75
S	Y	4200	3671.64	694.4	0.19	931.61	54.29	0.75	30.47
B	Y	2880	2544.77	496.5	0.20	683.67	80	0.73	30.79
T	T	4200	3671.64	687	0.19	986.41	62.86	0.70	28.11
Q Total	2779.5	IFR = 0.68			Tundaan Simping Rata-rata = 26.16				

- c. Simulasi x pada simping tiga bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana, yaitu: mensimulasikan pergerakan kendaraan dari pendekat selatan (Jl. Gajayana) belok kiri langsung (LTOR) pada fase 1 dan fase 3, tetapi pada fase 2 semua kendaraan pada pendekat selatan (Jl. Gajayana) harus mengikuti lampu sinyal, termasuk kendaraan yang hendak melakukan pergerakan belok kiri, sedangkan pada

pendekat barat disimulasikan lurus jalan langsung (StOR) dan pendekat timur disimulasikan belok kiri langsung (LTOR). Simulasi ini dilakukan sebagai upaya mengoptimalkan waktu ketika dari pendekat timur tidak ada arus pergerakan kendaraan (fase 1 & fase 3); dan ketika arus kendaraan dari pendekat timur bergerak (fase 2) maka semua pergerakan kendaraan dari pendekat selatan harus berhenti.

Tabel 13 Kinerja Simping Tiga Bersinyal Jl. MT. Haryono – Jl. Gajayana Simulasi x

Pendekat	LTOR/ StOR	Lebar masuk (m)	Nilai Dasar (smp/jh)	Nilai di- sesuaikan (smp/jh)	Arus Lalu Lintas (smp/j)	Rasio Arus	Kapa- sitas (smp/j)	Panjang Antrian (m)	Derajat Keje- nuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		Wentry	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
B	Y	3,50	2100	1969,50	483,6	0,246	473,677	183,87	1,021	141,71
T	Y	3,00	1800	1515,65	859,5	0,567	633,12	413,33	1,358	706,90
S (RT)	Y	2,50	1500	1244,18	229,8	0,185	220,49	169,28	1,042	203,12
S (LT)	Y/T	2,00	1200	928,02	593,4	0,639	552,11	524,89	1,075	202,86
Q Total	3387	IFR = 1,207			Tundaan simping rata-rata = 248,94					

- d. Simulasi x pada simping tiga bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan, yaitu: mensimulasikan pergerakan kendaraan dari pendekat utara (Jl. Letjend Sutoyo) diijinkan lurus langsung (StOR) pada pada fase 1 dan fase 2, sedangkan pada fase 3 semua kendaraan yang melakukan pergerakan lurus harus mengikuti lampu sinyal lalu lintas. Sedangkan pada pendekat barat dan pendekat selatan disimulasikan belok kiri langsung (LTOR). Simulasi ini dilakukan dengan pertimbangan (i) sebagai

upaya mengoptimalkan waktu ketika dari pendekat barat tidak ada pergerakan kendaraan belok kanan (fase 1), sedangkan ketika ada pergerakan kendaraan belok kanan (fase 2) volumenya relatif kecil. (ii) pada fase 3 adanya pergerakan kendaraan masuk ke lahan (komersial) dari pendekat selatan yang menimbulkan pergerakan menyilang (*crossing*) terhadap pergerakan arus kendaraan lurus dari lengan utara, oleh karena itu semua pergerakan kendaraan dari pendekat utara harus berhenti.

Tabel 14. Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Jl. Letjend Sutoyo – Jl. Sarangan Simulasi x

Pendekat	LTOR/ StOR	Lebar Dasar (m)	Nilai Dasar (smp/jh)	Nilai di- sesuaikan (smp/jh)	Arus Lalu Lintas (smp/j)	Rasio Arus	Kapa- sitas (smp/j)	Panjang Antrian (m)	Derajat Keje- nuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
		Wentry	So	S	Q	FR	C	QL	DS	D
U (RT)	T	3,00	1800	1556,64	114	0,07	634,19	28,68	0,180	17,79
	S	7,00	4200	3472,87	1142,1	0,33	857,50	177,14	1,332	660,53
	B	3,75	2250	1989,27	166,1	0,08	343,83	34	0,483	34,61
U (ST)	Y/T	4,00	2400	2075,52	1895,2	0,91	1358,06	310	1,396	776,05
Q Total			3689			IFR = 1,00				Tundaan simpang rata-rata = 605,29

Secara umum simpang bersinyal pada kondisi eksisting menunjukkan kinerja yang lebih baik dibanding dengan kondisi yang lainnya (simulasi). Hal tersebut dapat dilihat berdasar nilai tundaan simpang rata-rata yang diperoleh, dimana tiga dari empat simpang bersinyal yang ditinjau menunjukkan bahwa kinerja simpang pada kondisi eksisting memiliki nilai terkecil. Demikian pula bila mencermati nilai derajat kejenuhan (DS) maksimum dan panjang antrian (QL) maksimum pada masing-masing simpang. Namun demikian, bila mencermati nilai derajat kejenuhan (DS) dan panjang antrian (QL) pada setiap pendekat pada masing-masing simpang, ternyata pada beberapa kondisi simulasi menunjukkan terjadinya perubahan (peningkatan/penurunan) kinerja, dimana nilai DS dan nilai QL yang diperoleh mengalami perubahan secara nyata.

Dari perbandingan kinerja simpang bersinyal pada beberapa kondisi, cukup jelas bahwa pengaturan pergerakan belok kiri langsung pada simpang empat atau simpang tiga bersinyal, serta pergerakan lurus langsung pada simpang tiga bersinyal memberi perubahan secara nyata terhadap parameter-parameter kinerja simpang, baik dalam konteks simpang bersinyal itu sendiri maupun pendekat simpangnya.

KESIMPULAN

Pergerakan kendaraan belok kiri langsung pada simpang empat atau simpang tiga bersinyal, serta pergerakan kendaraan lurus langsung pada simpang tiga bersinyal memberi pengaruh terhadap kinerja simpang bersinyal.

Pengaturan pergerakan belok kiri pada simpang empat atau simpang tiga bersinyal, serta pergerakan lurus pada simpang tiga bersinyal sebaiknya dilakukan kajian ilmiah terlebih dahulu. Kajian dilakukan untuk mengetahui pendekat-pendekat mana saja yang berpotensi menurunkan pelayanan simpang bersinyal. Sehingga 'kerugian' pengguna simpang akibat tundaan dan ataupun antrian yang akan terjadi dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Oglesby, CH, dan R. Gary Hicks. 1982. *Teknik Jalan Raya*. Edisi Ke empat Jilid 1. Terjemahan Ir. Purwo Setianto, 1999. Jakarta: Erlangga.
- Tamin, O.Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung
- Warpani, Suwardjoko. 2002. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Bhratara.

<http://id.wikipedia.org/>, *Belok Kiri Boleh Langsung*. Wikipedia Bahasa Indonesia. (diunduh 28 Oktober 2008)