

ANALISIS ARUS LALULINTAS DI SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG TIMOHO DAN SIMPANG TUNJUNG KOTA YOGYAKARTA)

Juniardi¹, Eko Yulipriyono², Kami Hari Basuki²

Diterima 19 Oktober 2009

ABSTRACT

The research has aimed to assess the performance of unsignalised intersection. The intersections are Tunjung intersection (Jl. Dr.Sutomo/Jl. Tunjung) and Timoho intersection (Jl. Ipda Tut Harsono/Jl. Bale Rejo/Jl. Timoho). The data collection used video camera and then the data extraction has been conducted in laboratory by monitor viewing. The performance analysis of unsignalised intersection by Indonesia Highway Capacity Manual 1997, the critical lag analysis by Raff method, and the potential capacity of minor road refer to United States Highway Capacity Manual 1994. Degree of saturation on both intersections are greater than 1, and average delays and queue probabilities are high. These indicated that the performance of both intersections in bad condition. The critical lag in Timoho intersection is 2.94 sec. and in Tunjung intersection is 2.70 sec., so the research concluded that driver's behavior are aggressive and they ignored the gap acceptance. Potential capacity on minor road in Timoho intersection is 4.36 - 20.95% for western approach and 7.51 - 34.56% for eastern approach, and in Tunjung intersection is 0.78 - 16.32%.

Keywords: *unsignalised, intersection, performance, critical lag, potential capacity.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menilai kinerja simpang tak bersinyal dan dilakukan di simpang tak bersinyal tiga lengan (simpang Tunjung : Jl. dr. Sutomo/Jl. Tunjung) dan simpang tak bersinyal empat lengan (simpang Timoho : Jl. IPDA Tut Harsono/Jl. Bale Rejo/Jl. Timoho). Pengumpulan data menggunakan kamera video yang selanjutnya dilakukan ekstrak data menggunakan layar monitor di laboratorium. Analisis kinerja simpang tak bersinyal menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, analisis lag kritis menggunakan metode Raff, dan analisis kapasitas potensial jalan minor terhadap volum simpang mengacu pada US HCM 1994. Kinerja kedua simpang menghasilkan derajat

¹ Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Bandar Lampung
Jl. H.ZA. Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung

² Jurusan Teknik Sipil FT UNDIP
Jl. Prof. Soedarto,SH, Tembalang, Semarang 50275
Email : ekoypepf@gmail.com; Basuki.kh@gmail.com

kejenuhan melebihi 1,00 dan tundaan rata-rata serta peluang antrian relatif tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa saat ini kondisi kedua simpang tersebut buruk. Nilai lag kritis simpang Timoho 2,94 detik dan simpang Tunjung 2,70 detik, berarti perilaku pengemudi relatif agresif dan tidak menunggu celah. Kapasitas potensial jalan minor terhadap volume simpang Timoho di pendekat barat 4,36 - 20,95%, di pendekat timur 7,51 - 34,56%, dan di simpang Tunjung 0,78 - 16,32%.

Kata kunci : tak bersinyal, simpang, kinerja, lag kritis, kapasitas potensial.

PENDAHULUAN

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Di daerah perkotaan biasanya banyak simpang, tempat di mana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty. C.J dan Kent L.B, 2005).

Mengacu pada studi jaringan jalan yang pernah dilakukan seperti yang ditulis oleh Eko Y. dan Basuki K.H., (2009) yang telah dipublikasikan di Media Komunikasi Edisi November 2009, kinerja jaringan jalan harus memperhitungkan ketertundaan akibat adanya simpang, baik itu simpang bersinyal maupun tidak bersinyal. Semakin banyak simpang pada suatu jaringan jalan, maka akan semakin besar ketertundaan yang terjadi. Untuk itu perlu adanya studi berkaitan dengan kinerja simpang. Kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi jaringan jalan. Parameter yang digunakan untuk menilai kinerja suatu simpang tak bersinyal mencakup: kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

Berbeda dengan simpang bersinyal, pengemudi di simpang tak bersinyal dalam mengambil tindakan kurang mempunyai petunjuk yang pasti, pengemudi dengan agresif memutuskan untuk menyudahi *manuver* yang diperlukan ketika memasuki simpang.

Perilaku seorang pengemudi di pengaruhi oleh faktor luar berupa keadaan sekelilingnya, keadaan cuaca, daerah pandangan, penerangan, dan juga dipengaruhi oleh emosinya sendiri seperti sifat tidak sabar. Seorang pengemudi yang sudah hafal dengan jalan yang dilaluinya akan berbeda sifatnya dengan seorang pengemudi pada jalan yang belum dikenalnya. Dalam peristiwa tertentu, pengemudi cenderung untuk mengikuti kelakuan pengemudi-pengemudi lainnya. Faktor lain yang mempengaruhi perilaku manusia sebagai pengemudi kendaraan adalah :

1. Sifat perjalanan (bekerja, rekreasi, berbelanja, berjalan-jalan, dan lainnya),
2. Kecakapan dan kebiasaan dalam mengemudikan kendaraan,
3. Pengetahuan tentang peraturan berlalu lintas di jalan raya,
4. Kemampuan dan pengalaman mengemudi,
5. Kondisi fisik pengemudi

Pada prinsipnya pengemudi masih mempunyai rasa hormat tentang hak prioritas dari pengemudi yang lain di simpang tak bersinyal. Keputusan pengemudi dalam situasi ini dan dampak pada pertimbangan kapasitas secara khas dicerminkan dengan pendekatan metode statistika yang mempertimbangkan distribusi frekuensi dari *gap* yang diterima maupun *gap* yang ditolak pada jalan utama oleh kendaraan dari jalan minor.

Gap menunjukkan selang waktu antara dua kendaraan yang berurutan dalam arus lalu lintas di jalan yang hirarkinya lebih tinggi (*major road*). Bila *gap* cukup besar, maka kendaraan yang berada di jalan yang hirarkinya lebih rendah akan dapat memotong

atau bergabung dengan arus lalu lintas di jalan yang hirarkinya lebih tinggi. (May, A.D, 1990)

Dengan latar belakang di atas, maka pokok permasalahan dalam kajian adalah :

1. Kondisi arus lalu lintas simpang tak bersinyal dengan adanya variasi jumlah kendaraan yang melintasi simpang dari lengan major maupun minor.
2. Perilaku pengemudi yang datang dari jalan minor melintasi simpang tidak menunggu celah pada arus lalu lintas utama yang sangat variatif.
3. Kapasitas potensial kendaraan yang bergerak dari jalan minor dapat memasuki simpang.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kinerja simpang tak bersinyal dengan nilai emp kondisi lapangan maupun emp dari MKJI 1997 di simpang tak bersinyal.
2. Mengetahui nilai *gap/lag* kritis pada simpang tak bersinyal terutama kendaraan yang melakukan *crossing* (untuk melakukan belok kanan).
3. Mengetahui hubungan potensi kapasitas pergerakan lalu lintas di jalan minor yang berhasil masuk simpang.

METODOLOGI

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data primer, yaitu data yang diperoleh dengan pengumpulan langsung di lokasi yang menjadi objek penelitian. Data sekunder diambil berdasarkan nilai-nilai yang menjadi ketetapan dalam MKJI. Pengumpulan dan perhitungan data lalu lintas dilakukan setiap lima menit. Penghitungan dilakukan secara bertahap untuk masing-masing lengan simpang. Masing-masing kendaraan dipisahkan dan dihitung jumlahnya yang melewati lengan simpang untuk semua arah (belok kiri, belok kanan dan lurus).

Volume Lalu Lintas

Kondisi masing-masing ruas jalan terdiri dari dua arah dan dua lajur tanpa pembatas (median), pada jalan utama memiliki trotoar pada kedua sisi dan pada jalan minor tidak memiliki trotoar pada kedua sisi jalan.

Data volume lalu lintas diambil dengan penggalan waktu lima menit pada masing-masing lengan yang memasuki simpang. Volume lalu lintas diperoleh dengan menghitung banyaknya kendaraan yang melewati simpang.

Penggolongan kendaraan disesuaikan dengan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, yaitu kendaraan ringan atau *Light Vehicle (LV)*, kendaraan berat atau *Heavy Vehicle (HV)*, sepeda motor atau *Motor cycle (MC)*, dan kendaraan tidak bermotor atau *Unmotorized (UM)*.

Pengolahan dan perhitungan jumlah data volume lalulintas dilakukan dengan menggunakan seperangkat peralatan komputer dengan melihat hasil rekaman dari kamera video dan melakukan penghitungan dengan bantuan *Hand Counter* dan dicatat pada kertas format survai perhitungan volume lalu lintas.

Dari data volume lalu lintas di simpang diperoleh volume lalu lintas puncak pada :

1. Simpang Timoho pada hari Senin jam 06:35 – 06:40 dengan volume lalu lintas 6.216 kendaraan/jam.
2. Simpang Tunjung pada hari Selasa jam 06:30 – 06:35 dengan volume lalu lintas 9.960 kendaraan/jam.

Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

MKJI (1997) mendefinisikan bahwa kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Kapasitas total suatu persimpangan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar (Co) dan faktor-faktor penyesuaian (F). Rumus kapasitas simpang menurut MKJI 1997 dituliskan sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots\dots(1)$$

dengan :

- C = Kapasitas aktual (sesuai kondisi yang ada)
- C_o = Kapasitas Dasar
- F_w = Faktor penyesuaian lebar masuk
- F_M = Faktor penyesuaian median jalan utama
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.
- F_{LT} = Faktor penyesuaian rasio belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian rasio belok kanan
- F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas aktual (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

- DS = Derajat kejenuhan
- C = Kapasitas (smp/jam)
- Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

Tundaan (D)

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena kapasitas simpang yang sudah tidak memadai.

Tundaan lalu lintas rata-rata simpang (DT_i)

Tundaan lalu lintas rata-rata simpang (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang. Tundaan DT_i ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan DT_i dan derajat kejenuhan DS.

- Untuk DS ≤ 0,6 :

$$DT_i = 2 + (8.2078 \times DS) - [(1 - DS) \times 2] \dots(3)$$

- Untuk DS > 0,6 :

$$DT_i = \frac{1,0504}{[0,2742 - (0,2042 \times DS)]} - [(1 - DS) \times 1,8] \dots(4)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata di jalan major (DT_{MA})

Tundaan lalu lintas rata-rata di jalan major merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang dari jalan major.

- Untuk DS ≤ 0,6 :

$$DT_{MA} = 1,8 + (5,8234 \times DS) - [(1 - DS) \times 1,8] \dots(5)$$

- Untuk DS > 0,6 :

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{[0,346 - (0,246 \times DS)]} - [(1 - DS) \times 1,8] \dots\dots\dots(6)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata di jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas rata-rata di jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata simpang (DT_i) dan tundaan lalu lintas rata-rata di jalan major (DT_{MA}).

$$DT_{MI} = \frac{[(Q_{SMP} \times DT_i) - (Q_{MA} \times DT_{MA})]}{Q_{MI}} \dots\dots\dots(7)$$

dengan :

- Q_{smp} = Arus total sesungguhnya-(smp/jam),
- Q_{MA} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major (smp/jam)

Q_{Mi} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan yang diakibatkan oleh geometrik simpang. DG dihitung menggunakan persamaan :

- Untuk $DS < 1,0$:
 $DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1-P_T) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots(8)$

- Untuk $DS \geq 1,0$:
 $DG = 4 \text{ detik/smp} \dots\dots\dots(9)$

Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$D = DG + T_i \dots\dots\dots(10)$

Peluang Antrian (QP%)

Batas nilai peluang antrian QP% ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian QP% dan derajat kejenuhan DS.

Peluang antrian dengan batas atas dan batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut di bawah ini (MKJI 1997) :

Batas atas :
 $QP_a = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^2) \dots\dots\dots(11)$

Batas bawah :
 $QP_b = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^2) \dots\dots\dots(12)$

Satuan Mobil Penumpang (smp) dan Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

Kendaraan terdiri dari berbagai komposisi kendaraan, sehingga volume lalu lintas menjadi lebih praktis jika dinyatakan dalam

jenis kendaraan standar. Standar tersebut yaitu mobil penumpang sehingga dikenal dengan satuan mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan smp, maka diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang. Faktor konversi tersebut dikenal dengan faktor ekuivalen mobil penumpang atau ekuivalen mobil penumpang (emp).

Nilai emp untuk kendaraan dihitung dengan metode kapasitas dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut :

$Q = a_1 \times Q_{LVij} + a_2 \times Q_{HVij} + a_3 \times Q_{MCij} + a_4 \times Q_{UM} \dots\dots\dots(13)$

dengan :

Q = Jumlah kendaraan dalam smp memasuki persimpangan per periode penggalan waktu lima menitan.

Q_{LVij} , Q_{HVij} , Q_{MCij} , Q_{UMij} : Jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor dalam periode i penggalan j secara berurutan.

a_1, a_2, a_3, a_4 : merupakan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp) kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan kendaraan tak ber-motor.

$a_1 = emp$ untuk mobil penumpang $LV = 1$, maka persamaan dapat ditulis menjadi :

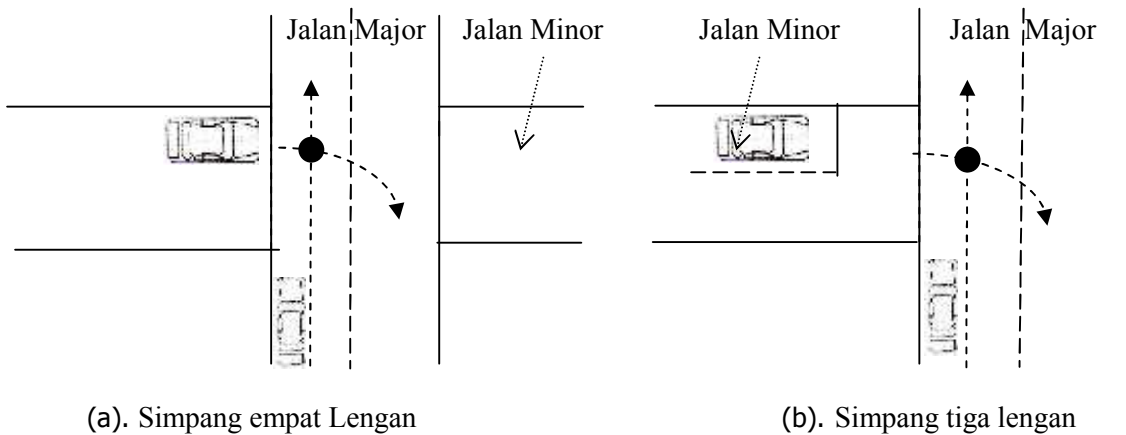
$Q = Q_{LVij} + a_2 \times Q_{HVij} + a_3 \times Q_{MCij} + a_4 \times Q_{UMij} \dots\dots\dots(14)$

Dengan menganggap Q sebagai konstanta dan Q_{LVij} sebagai variabel bebas, maka persamaan (14) ditulis menjadi :

$Q_{LVij} = Q - a_2 \times Q_{HVij} - a_3 \times Q_{MCij} - a_4 \times Q_{UMij} \dots\dots(15)$

Lag dan Kapasitas Potensial di Jalan Minor

Lag didefinisikan sebagai selisih waktu antara waktu tempuh kendaraan dari jalan minor ke suatu titik di jalan utama dan waktu tempuh kendaraan di jalan utama ke titik tersebut (Salter, 1976). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan : ● titik pertemuan kendaraan/titik konflik

Gambar 1. Denah pengambilan nilai *Lag*

Nilai *lag* diterima adalah selisih waktu antara waktu yang diperlukan kendaraan dari jalan minor belok kanan dengan waktu yang diperlukan kendaraan dari arah kanan di jalan major menuju satu titik yang sama di simpang, dan kendaraan dari jalan minor dapat memasuki simpang untuk bergabung dengan kendaraan yang berada di jalan major dari arah kiri dan tanpa hambatan dari kendaraan arah kanan di jalan major.

Nilai *lag* ditolak adalah selisih waktu antara waktu yang diperlukan kendaraan dari jalan minor belok kanan dengan waktu yang diperlukan kendaraan dari arah kanan di jalan major satu titik yang sama, dan kendaraan dari jalan minor tidak dapat memasuki simpang untuk bergabung dengan kendaraan dari arah kiri di jalan major karena ada hambatan dari kendaraan arah kanan di jalan major.

Pengamatan terhadap *gap* dengan memperhatikan perbedaan perilaku pengemudi ini akan menghasilkan suatu data yang bias. Untuk menghindari kondisi tersebut, Salter (1976) menyarankan untuk menggunakan kejadian pada kesempatan pertama pengemudi di jalan minor mengambil keputusan setelah sampai di simpang untuk melakukan *crossing* dan

merging di jalan utama/major. Dengan cara ini kebanyakan pengamatan menjadi nilai *lag* yang diterima tetap.

Untuk mendapatkan data *lag* dilakukan dengan cara :

1. Catat waktu ketika *bumper* depan kendaraan di jalan minor berada di ujung jalan minor, yang disebut dengan waktu awal.
2. Memperhatikan posisi titik pertemuan antara kendaraan dari jalan minor dan kendaraan di jalan major di simpang dengan cara memutar gambar video berulang-ulang.
3. Catat waktu ketika *bumper* depan kendaraan dari jalan minor dan waktu ketika *bumper* depan kendaraan di jalan major berada pada titik pertemuan di simpang, yang disebut dengan waktu akhir.
4. Hitung selisih waktu akhir dengan waktu awal, yang disebut dengan nilai *lag*.
5. Pengambilan nilai *lag* dibagi dua kondisi :
 - a. Kendaraan di jalan minor TAK BERHENTI ketika memasuki simpang.
 - b. Kendaraan di jalan minor BERHENTI ketika memasuki simpang.

Data *follow-up time* merupakan waktu antara kendaraan depan dengan kendaraan berikutnya

yang berada di jalan minor ketika memasuki simpang, dan kedua kendaraan yang beriringan tersebut berhasil masuk simpang secara bersamaan tanpa hambatan dari kendaraan dari arah yang lain. Survei data *follow-up time* dilakukan untuk mencari rata-rata waktu yang diperlukan kendaraan dari jalan minor secara beriringan dapat melintasi simpang.

Untuk mendapatkan data *follow-up time* dari hasil kamera video dilakukan pengumpulan data dengan cara :

1. Mengamati kendaraan yang beriringan dari jalan minor akan memasuki simpang tanpa berhenti,
2. Memutar kembali gambar dari kamera video secara berulang-ulang untuk mengetahui posisi kendaraan.
3. Mencatat waktu kendaraan 1 ketika kendaraan 1 berada di ujung jalan minor, disebut waktu awal
4. Mencatat waktu kendaraan 2 ketika kendaraan 1 telah memasuki simpang dan kendaraan 2 berada di ujung jalan minor, disebut waktu akhir.
5. Selisih waktu akhir terhadap waktu awal merupakan nilai *follow-up time*.

Menurut HCM (1994), kapasitas potensial di jalan minor dirumuskan sebagai berikut:

$$C_{p,s} = \frac{3600}{t_f} e^{-\frac{\left[\sum_y V_{c,y} \right] t_o}{3600}} \dots\dots\dots(16)$$

dengan :

$C_{p,s}$ = Kapasitas potensial pada jalan minor x ke dalam simpang (smp/jam)

$V_{c,y}$ = Volume konflik arus lalulintas y (kendaraan/jam)

t_o = $t_g - (t_f / 2)$

t_g = Gap kritis (detik).

t_f = *Follow-up time* (detik).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (emp) dan Komposisi Lalu Lintas

Menggunakan uji statistik didapat nilai emp lapangan sebagai berikut :

1. Simpang Timoho :
LV = 1,00, HV = 3,702, dan MC = 0,533
2. Simpang Tunjung :
LV = 1,00, HV = 6,017, dan MC = 0,451

Sedangkan, nilai emp dari MKJI adalah :
LV = 1,00, HV = 1,3, dan MC = 0,5

Komposisi lalu lintas di simpang adalah :

1. Simpang Timoho :
LV = 15,05 %
HV = 0,66 %
MC = 79,54 %
UM = 4,75 %
2. Simpang Tunjung :
LV = 16,29 %
HV = 0,36 %
MC = 80,10 %
UM = 3,23 %

Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Simpang Timoho merupakan simpang empat tak bersinyal dengan tipe simpang 422. Simpang Tunjung merupakan simpang tiga dengan tipe simpang 322.

Kapasitas masing-masing simpang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel. 1. Kapasitas Simpang Timoho Empat Lengan Tak Bersinyal

No	Faktor Analisis	Uraian	Nilai
1	Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	IT 422	2900
2	Faktor Lebar Pendekat Rata-rata (Fw)	0,70+0,0866(3,31)	0,9866
3	Faktor Median Jalan Utama (Fm)	Tidak ada	1,0
4	Faktor Ukuran Kota (Fcs)	514.472 jiwa	0,94
5	Faktor Hambatan Samping (Frsu)	UM/MV = 0,047 RE Pemukiman SF Rendah	0,933
6	Faktor Belok Kiri (Flt) $p_{LT} = 25\%$	0,84+1,61 (0,25)	1,2449
7	Faktor Belok Kanan (Frt)	4-lengan	1,0
8	Faktor penyesuaian Rasio Arus Jalan Simpang (F _{MI}) $p_{MI} = 38,5\%$ dengan emp MKJI	$1,19(0,385)^2 - 1,19(0,385) + 1,19$	0,9081
9	Faktor penyesuaian Rasio Arus Jalan Simpang (F _{MI}) $p_{MI} = 37,1\%$ dengan emp lapangan	$1,19(0,371)^2 - 1,19(0,371) + 1,19$	0,9124
10	Kapasitas Simpang (C) berdasarkan emp MKJI (smp/jam)		2.837
11	Kapasitas Simpang (C) berdasarkan emp lapangan (smp/jam)		2.850

Tabel. 2. Kapasitas Simpang Tunjung Tiga Lengan Tak Bersinyal

No	Faktor Analisis	Uraian	Nilai
1	Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	IT 322	2700
2	Faktor Lebar Pendekat Rata-rata (Fw)	0,73+0,0760(4,25)	1,05
3	Faktor Median Jalan Utama (Fm)	Tidak ada	1,0
4	Faktor Ukuran Kota (Fcs)	514.472 jiwa	0,94
5	Faktor Hambatan Samping (Frsu)	UM/MV = 0,047 RE komersial SF Tinggi	0,88
6	Faktor Belok Kiri (F _{LT}) $p_{LT} = 15\%$ dengan emp MKJI	0,84+1,61 (0,15)	1,0816
7	Faktor Belok Kiri (Flt) $p_{LT} = 16\%$ dengan emp Lapangan	0,84+1,61 (0,16)	1,0913
8	Faktor Belok Kanan (F _{RT}) $p_{RT} = 17\%$ dengan emp MKJI	1,09-0,922 (0,17)	0,932
9	Faktor Belok Kanan (F _{RT}) $p_{RT} = 17\%$ dengan emp lapangan	1,09-0,922 (0,17)	0,932
10	Faktor penyesuaian Rasio Arus Jalan Simpang (F _{MI}) $p_{MI} = 18,7\%$ dengan emp MKJI	$1,19(0,187)^2 - 1,19(0,187) + 1,19$	1,0094
11	Faktor penyesuaian Rasio Arus Jalan Simpang (F _{MI}) $p_{MI} = 17,8\%$ dengan emp lapangan	$1,19(0,178)^2 - 1,19(0,178) + 1,19$	1,0156
12	Kapasitas Simpang (C) berdasarkan emp MKJI (smp/jam)		2.401
13	Kapasitas Simpang (C) berdasarkan emp lapangan (smp/jam)		2.437

Derajat Kejenuhan

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan derajat kejenuhan di kedua simpang berdasarkan emp lapangan maupun emp MKJI.

Nilai derajat kejenuhan di kedua simpang melebihi nilai 0,75. Hal ini mengindikasikan simpang tersebut menerima beban lalu lintas tinggi sehingga terjadi antrian dan kesemrawutan.

Tundaan (Delay)

Analisis tundaan di kedua simpang secara berurutan ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini. Karena nilai DS melebihi 1, maka tundaannya relatif sangat berlebihan sehingga menimbulkan keresahan pada pengemudi kendaraan sehingga menyebabkan kesemrawutan di kedua simpang tersebut.

Tabel 3. Derajat Kejenuhan di Simpang Timoho Kota Yogyakarta
 Pada arus lalu lintas puncak

No	Faktor Analisis	Uraian	Nilai-nilai
1	Arus lalu lintas Q_{tot} (smp/jam)	Emp sesuai MKJI 1997	3,294
2	Arus lalu lintas Q_{tot} (smp/jam)	Emp dari lapangan	3,747
3	Derajat kejenuhan (DS)	Emp sesuai MKJI 1997	1,161
4	Derajat kejenuhan (DS)	Emp dari lapangan	1,315

Tabel 4. Derajat Kejenuhan di Simpang Tunjung Kota Yogyakarta
 Pada arus lalu lintas puncak

No	Faktor Analisis	Uraian	Nilai-nilai
1	Arus lalu lintas Q_{tot} (smp/jam)	Emp sesuai MKJI 1997	5,258
2	Arus lalu lintas Q_{tot} (smp/jam)	emp dari lapangan	4,970
3	Derajat kejenuhan (DS)	Emp sesuai MKJI 1997	2,190
4	Derajat kejenuhan (DS)	emp dari lapangan	2,039

Tabel 5. Analisis Tundaan di Simpang Timoho kota Yogyakarta

No	Tundaan	DS	Rumus	Det/smp
1	DT_i = Tundaan lalu lintas simpang		$\frac{1,0504}{[0,2742 - (0,2042 \times 1,161)]} - [(1 - 1,161) \times 2]$	28,58
2	DG = Tundaan geometrik		$DS > 1,0$	4
3	DT_{MA} = Tundaan lalu lintas di jalan major	1,161	$\frac{1,05034}{[0,346 - (0,246 \times 1,161)]} - [(1 - 1,161) \times 1,8]$	17,68
4	DT_{MI} = Tundaan lalu lintas di jalan minor		$\frac{[(Q_{tot} \times DT_i) - (Q_{MA} \times DT_{MA})]}{Q_{MI}}$	72,57
5	DT_i = Tundaan lalu lintas simpang		$\frac{1,0504}{[0,2742 - (0,2042 \times 1,315)]} - [(1 - 1,315) \times 2]$	183,48
6	DG = Tundaan geometrik		$DS > 1,0$	4,0
7	DT_{MA} = Tundaan lalu lintas di jalan major	1,315	$\frac{1,05034}{[0,346 - (0,246 \times 1,302)]} - [(1 - 1,302) \times 1,8]$	47,06
8	DT_{MI} = Tundaan lalu lintas di jalan minor		$\frac{[(Q_{tot} \times DT_i) - (Q_{MA} \times DT_{MA})]}{Q_{MI}}$	415,14

Tabel 7. Analisis Peluang Antrian di Simpang Timoho

No.	DS	Qpa (47,71 x DS)-24,68xDS ²)+(56,47xDS ³)	Qpb (9,02xDS)+(20,66xDS ²)+(10,49xDS ³)
1	1,161	52,46 %	98,24 %
2	1,315	65,70 %	117,67 %

Tabel 8. Analisis Peluang Antrian di Simpang Tunjung

No.	DS	Qpa (47,71 x DS)-24,68xDS ²)+(56,47xDS ³)	Qpb (9,02xDS)+(20,66xDS ²)+(10,49xDS ³)
1	2,190	169,16 %	256,97 %
2	2,039	147,94 %	229,50 %

Lag Kritis dan Kapasitas Potensial Jalan Minor

Analisis *lag* kritis di kedua simpang menggunakan metode Raff, dan perhitungan *lag* kritis dilakukan pada tiga kondisi, yaitu kondisi kendaraan BERHENTI di jalan minor, kondisi TAK BERHENTI di jalan minor dan kondisi gabungan kendaraan BERHENTI dan TAK BERHENTI di jalan minor. *Lag* kritis yang dianalisis merupakan *lag* kritis harian pada masing-masing pendekatan, gabungan dua

pendekat jalan minor dan gabungan hari. Nilainya di kedua simpang ditunjukkan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Sedangkan, *follow-up time* rata-rata diperoleh sebagai berikut :

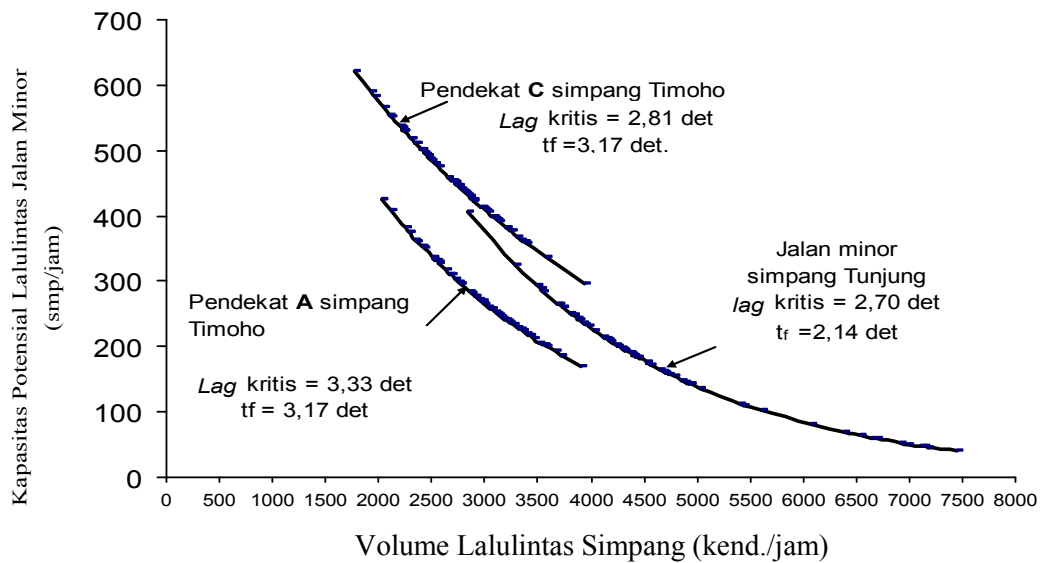
1. Simpang Timoho kota Yogyakarta : Hari Senin = 3,23 detik, hari Rabu = 3,11 detik, dan rata-rata = 3,17 detik
2. Simpang Tunjung kota Yogyakarta : Hari Selasa = 2,17 detik, hari Kamis = 2,10 detik, dan rata-rata=2,14 detik.

Tabel 9. Nilai *Lag* kritis Simpang Timoho gabungan hari Senin dan Rabu

Asal Kendaraan di jalan minor	Nilai <i>Lag</i> kritis untuk Kendaraan (detik)		
	Kendaraan di jalan minor	Kendaraan di jalan minor	Kendaraan di jalan minor
	Berhenti	Tak Berhenti	Berhenti dan Tak Berhenti
Pendekat C (sebelah Timur)	3.99	1.86	2.81
Pendekat A (sebelah Barat)	3.97	2.68	3.33
Pendekat A dan C	3.98	2.08	2.94

Tabel 10. Nilai *Lag* kritis Simpang Tunjung gabungan hari Senin dan Rabu

Asal Kendaraan di jalan minor	Nilai <i>Lag</i> kritis untuk Kendaraan (detik)		
	Berhenti	Tak Berhenti	Gabungan
			Berhenti dan Tak Berhenti
Pendekat C (sebelah Timur)	3.74	1.87	2.70



Gambar 2. Kapasitas potensial serapan dari jalan minor terhadap volume simpang

Dengan mengetahui besar volume konflik lalu-lintas di simpang, nilai *lag* kritis, dan nilai *follow-up time*, maka dapat dihitung potensi kapasitas di jalan minor dengan menggunakan persamaan (16) :

Potensi kapasitas jalan minor yang dapat terserap di Simpang Timoho kota Yogyakarta pendekatan C adalah 7,51% sampai dengan 34,94%, pendekatan A adalah 4,36% sampai dengan 20,95% dari volume simpang tersebut. Potensi kapasitas jalan minor yang dapat diserap Simpang Tunjung kota Yogyakarta adalah 0,78% sampai dengan 16,32% dari volume konflik lalu lintas simpang tersebut. Semakin kecil serapan potensi kapasitas jalan minor untuk memasuki simpang, semakin banyak kendaraan berhenti di ruas jalan minor.

KESIMPULAN

Dari penelitian di kedua simpang tak bersinyal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kinerja kedua simpang tak bersinyal saat ini sudah sangat buruk, hal ini terlihat dari nilai derajat kejenuhan melebihi 1. Tunda-

annya relatif tinggi dan peluang terjadinya antrian sangat besar sehingga menimbulkan ketidaknyamanan dan kesemrawutan lalu lintas.

2. Hubungan potensi kapasitas lalulintas jalan minor terhadap volume simpang di simpang Tunjung mempunyai kelengkungan kurva lebih curam, sedangkan di Simpang Timoho kelengkungan kurva lebih landai baik untuk pendekatan A maupun untuk pendekatan C. Artinya, bila di simpang Tunjung mengalamai sedikit penambahan volume di simpang akan menyebabkan penurunan potensi kapasitas di jalan minor yang besar.

SARAN

Dari kesimpulan di atas, maka disarankan :

- Di Simpang Timoho perilaku pengemudi tidak menunggu celah dan agresif, hal ini terlihat dari selisih waktu antara kendaraan dari jalan minor dengan kendaraan dari jalan major didapat waktu 0,67 detik, maka diperlukan pembuatan garis berhenti dan pemisah lajur kendaraan untuk memasuki

simpang dengan marka dan rambu agar lintasan kendaraan jelas.

- Perlu adanya penyempurnaan geometrik simpang berdasarkan kondisi lalu lintas yang ada saat ini dan prediksi tahun yang akan datang, terutama pada pendekatan barat Simpang Timoho yang mempunyai lebar hanya 4,65 m tanpa bahu jalan.
- Di Simpang Tunjung sudah harus di pasang lampu pengatur lalulintas karena sulitnya kendaraan dari jalan minor untuk memasuki simpang dan rawan kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (1997). "Manual Kapasitas Jalan (MKJI)", Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Binamarga, Jakarta.

Eko, Y.P., dan Basuki K.H., (2009). "Manajemen Arus Lalulintas Pada Sistem Jaringan Jalan Kota Semarang Menggunakan Perangkat Lunak Emme2", Berkala Ilmiah Media Komunikasi Teknik Sipil, November 2009

Khisty. C.J dan Kent L.B, (2005). "Transportation Engineering", An Introduction/Third Edition. Published by Pearson Education.

May, A.D, (1990). "Traffic Flow Fundamental", Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Salter. R. J, (1976). "Highway Traffic Analysis And Design", University of Bradford. Revised Edition.