

ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN BUNARAN

Sumina

Abstrak

Studi kasus di simpang Gladak Surakarta. Pada hakikatnya dilatar belakangi oleh kinerja simpang tersebut, dimana jenis kendaraan yang melewati simpang terdiri dari berbagai macam kendaraan seperti becak, sepeda, sepeda motor, mobil, bus, dan lain-lain. Hal tersebut perlu mendapat perhatian karena ramainya arus lalu lintas yang terjadi sehingga menyebabkan kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa, pengaruh simpang tak bersinyal dengan bundaran terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian yang terjadi pada simpang Gladak Surakarta. Metode penelitian yang digunakan dalam pengambilan data adalah observasi dan pencatatan secara langsung di lapangan. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil instansi terkait. Sebagai dasar penyelesaian atau analisa data digunakan rumusan yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang. Adapun hasil analisis menunjukkan bahwa dari survey pada senin 8 Desember 2008, tingkat pelayanan simpang Gladak Surakarta ini masih cukup baik. Pada jam puncak nilai kapasitasnya untuk bagian jalinan AB = 5858 smp/jam, bagian jalinan BC = 6799 smp/jam, bagian jalinan CD = 6008 smp/jam, bagian jalinan DA = 3199 smp/jam. Sedangkan derajat kejenuhannya (DS), bagian jalinan AB = 0,11, bagian jalinan BC = 0,10, bagian jalinan CD = 0,07 dan bagian jalinan DA = 0,01. Sedangkan kinerja pada tahun 2011 pada jam puncaknya nilai kapasitas diasumsikan sama dengan tahun 2008. Untuk derajat kejenuhannya (DS) bagian jalinan AB = 0,14, bagian jalinan BC = 0,11, bagian jalinan CD = 0,03 dan bagian jalinan DA = 0,01. Sehingga tingkat pelayanan simpang Gladak Surakarta in pada tahun 2011 tidak layak dalam melayani arus lalu lintas.

Kata Kunci : *Simpang Tak Bersinyal, Bundaran, Jalinan, Kapasitas, Derajat Kejenuhan*

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang paling besar pengaruhnya terhadap perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat. Fungsi utama dan jalan raya sebagai prasarana untuk melayani pergerakan manusia dan barang secara aman, nyaman, cepat, dan ekonomis.

Bersamaan dengan meningkatnya arus jumlah masyarakat dan barang serta berkembangnya Kota Surakarta yang

merupakan kota kebudayaan dan perdagangan, tentu meningkatkan pula kebutuhan akan jasa transportasi. Tetapi dalam kenyataannya tidak diimbangi dengan peningkatan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, sehingga arus pergerakan yang terjadi tidak didukung secara optimal baik segi kuantitas maupun kualitas. Ini terbukti masih seringnya terjadi kemacetan arus lalu lintas pada jalan-jalan tertentu yang ada terutama pada jam-jam sibuk, karena jalan-jalan tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas yang ada serta

pengaturan lalu lintas yang belum tepat dan efisien.

Persimpangan Bundaran Gladak Surakarta setiap hari dilewati berbagai macam jenis kendaraan, seperti : sepeda, becak, sepeda motor, mobil, mikro bus, dan sebagainya. Hal ini perlu mendapat perhatian karena kesemrawutan yang terjadi menyebabkan antrian dan tundaan (*delay*) terutama pada jani-jam sibuk. Selain itu daerah. di sekitar peesimpangan tersebut merupakan daerah perkantoran, pertokoan, dan pendidikan yang arus lalu lintasnya cukup padat. Berdasarkan kenyataan tersebut penelitian tentang Persimpangan Bundaran Gladak Surakarta ini perlu dilakukan.

Tujuan dari penelitian pada Persimpangan Bundaran Gladak Surakarta ini adalah untuk mengetahui besar kapasitas pada jalan di bundaran, derajat kejenuhan pada simpangannya, lamannya nilai tundaan pada bundarannya, besarnya peluang antara antrian, memprediksi kinerja simpang tersebut dalam melayani arus lalu lintas.

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman di bidang manajemen lau lintas khususnya mengenai penanganan persimpangan dan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah simpang dengan jalinan (bundaran).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Simpang dilihat dari segi pengaturan

Simpang bersinyal. Pada simpang jenis ini arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian untuk mendapatkan prioritas dengan berjalan terlebih dahulu dengan menggunakan pengendali lampu lalu lintas.

Simpang tak bersinyal. Pada simpang jenis ini hak utama di persimpangan diperoleh berdasarkan aturan *General*

Priority Rute, dimana kendaraan yang terlebih dahulu berada di persimpangan mempunyai hak berjalan terlebih dahulu berada di persimpangan mempunyai hak berjalan terlebih dahulu daripada kendaraan yang akan memasuki persimpangan.

2.2. Simpang Tak Bersinyal

Menurut manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI, 1997) pada umumnya simpang tak bersinyal dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari sebelah kiri) digunakan daerah pemukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan atau fungsi jalan yang berbeda, lalu lintas pada minor harus diatur dengan tanda "*Yield*" atau "*stop*". Simpang tak bersinyal paling efektif apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu lintasnya ditentukan dengan baik. Simpang ini sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua lajur tak berbagi.

Simpang tak bersinyal dikategorikan menjadi beberapa bentuk, yaitu (1) Simpang tanpa pengontrol, pada simpang ini tidak terdapat hak untuk berjalan (*right of way*) terlebih dahulu yang diberikan pada suatu jalan dari simpang tersebut. Bentuk simpang ini cocok pada simpang yang mempunyai volume lalu lintas rendah. (2) Simpang dengan prioritas, simpang dengan prioritas memberi hak yang lebih kepada suatu jalan yang spesifik. Bentuk operasi ini dilakukan pada simpang dengan volume yang berbeda dan pada pendekat jalan yang mempunyai volume arus lalu lintas yang lebih rendah sebaiknya di pasang rambu. (3) Persimpangan dengan pembagian ruang, simpang jenis ini memberikan prioritas yang sama dan gerakan yang berkesinambungan terhadap semua kendaraan yang berasal dari masing-masing dengan simpang. Arus

kendaraan saling berjalan pada kecepatan relatif rendah dan dapat melewati persimpangan tanpa harus berhenti. Pengendalian simpang jenis ini dicontohkan dengan operasi bundaran dan daerah menjalin.

2.3. Bundaran

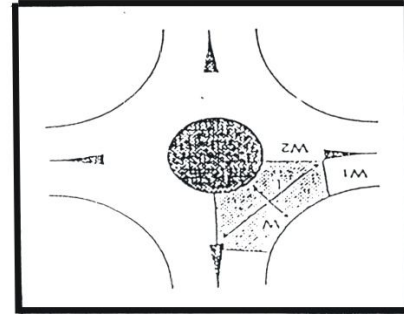
Bagian jalinan dikendalikan dengan aturan lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe utama yaitu bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Bundaran dianggap sebagai jalinan yang berurutan. Bundaran paling efektif jika digunakan persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama. Karena itu bundaran sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua-lajur atau empat-lajur. Untuk persimpangan antara jalan yang lebih besar, penutupa daerah jalinan mudah terjadi dan keselamatan bundaran menurun.

Untuk bagian jalinan bundaran, metode dan prosedur yang diuraikan dalam (MKJI, 1997) mempunyai dasar empiris. Alasan dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur, dan antri tidak mungkin digunakannya model yang besar pada pengambilan celah. Nilai variasi untuk variabel data empiris yang menganggap bahwa medan datar adalah sebagai berikut:

Tabel Rentang variasi data empiris untuk variabel masukan

Variabel	Bundaran		
	Min	Rata rata	Mak
Lebar pendekat (W_1)	8	9,7	11
Lebar jalinan (W_w)	50	84	121
Panjang jalinan (L_w)	0,07	0,14	0,20
Rasio lebar/panjang (W_w/L_w)	0,69	0,80	0,95
Rasio jalinan (P_w)			

(Sumber: MKJI, 1997)



Gambar Bagian Jalinan Bundaran (Sumber: MKJI, 1997)

Keterangan:

W_w = lebar jalinan

L_w = panjang jalinan

W_1 = lebar pendekat

W_2 = lebar pendekat

Metode ini menerangkan pengaruh rata-rata dari kondisi masukan yang diasumsikan. Penerapan rentang keadaan dimana metode diturunkan kesalahan perkiraan kapasitas biasanya kurang $\pm 15\%$, untuk derajat kejenuhan lebih kecil dari 0,8 – 0,9. Pada arus lalu lintas yang lebih tinggi perilaku lalu lintas menjadi lebih agresif dan ada resiko besar bahwa bagian jalinan tersebut masuk ruang terbatas pada area konflik.

2.4 . Kapasitas

Kapasitas total bagian jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang melewati bundaran.

Dengan rumus:

$$C_0 = 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_F / W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8}$$

.....

= Faktor W_w x faktor W_E/W_w x faktor P_w x faktor W_w/L_w

Dengan C_0 : Kapasitas Dasar (smp/jam)

Faktor W_w : Rasio lebar jalinan

Faktor W_E/W_w : Rasio rata-rata lebar jalinan

Faktor P_w : Rasio menjalin

Faktor W_w/L_w : Rasio panjang jalinan

2.5. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan yaitu rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak (MKJI, 1997).

Dengan rumus:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C}$$

Dengan :

Q_{smp} : Arus total (smp/jam), dihitung sebagai berikut:

Q_{smp} : $Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} : Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

F_{smp} : $(LV\% + HV\% emp_{HV} + MC\% emp_{MC})$

C : kapasitas (smp/jam)

2.6. Tundaan (Delay)

Tundaan yaitu waktu tambahan yang diperlukan untuk melewati bundaran di dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui bundaran.

Dengan rumus:

$$(DTR) = \sum (Q_i \times DT) / Q \text{ masuk}$$

Dengan :

i : Bagian jalinan I dalam bundaran

n : Jumlah bagian jalinan dalam bundaran

Q_i : Arus total pada bagian jalinan I (smp/jam)

Q_{masuk} : Jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

2.7. Peluang Antrian (QP %)

Tundaan antrian (QP %) yaitu peluang terjadinya antrian pada bundaran oleh kendaraan.

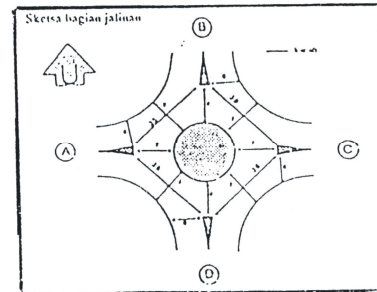
Dengan rumus:

$$QP_R\% = \text{maks. Dari } (Q_{pi}\%)$$

3. LANDASAN TEORI

Kondisi geometri digambarkan dalam bentuk gambar sketsa yang

memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, dan lebar median serta petunjuk arah untuk tiap lengan persimpangan.



Gambar Sketsa Masukan Geometri
(Sumber: MKJI, 1997)

3.1. Kondisi Lalu Lintas

Data lalu lintas dibagi dalam beberapa tipe kendaraan yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC) dan kendaraan tak bermotor (UM). Arus lalu lintas tiap pendekatan dibagi dalam tipe pergerakan, antara lain: gerakan belok kanan (RT), belok kiri (LT), dan lurus (ST). Arus lalu lintas ini kemudian dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (smp) yang dapat dilihat pada tabel.

Tabel Faktor ekuivalensi mobil penumpang

No	Jenis kendaraan	Kelas	(emp)
1.	Kendaraan Ringan	LV	1,0
2.	Kendaraan Berat	HV	1,3
3.	Sepeda Motor	NC	0,5

(Sumber: MKJI, 1997)

Kondisi lalu lintas dapat ditentukan menurut Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) dengan faktor k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam. Nilai normal variabel umum lalu lintas yang dapat digunakan untuk keperluan perencanaan adalah nilai normal faktor k, nilai normal komposisi lalu lintas, dan nilai normal lalu lintas umum, dapat dilihat pada Tabel.

Tabel Nilai normal faktor k

Lingkungan Jalan	Faktor k	
	> 1 juta penduduk	< 1 juta penduduk
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07 – 0,08	0,08 – 0,10
Jalan di daerah pemukiman	0,08 – 0,09	0,09 – 0,12

(Sumber: MKJI, 1997)

Tabel Nilai normal komposisi lalu lintas

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (%)			Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM / MV)
	Kend. Ringan (HV)	Kend. Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	
> 3 Juta	60	4,5	35,5	0,01
1 – 3 Juta	55,5	3,5	41	0,05
0,5 – 1 Juta	40	3,0	57	0,14
0,1 – 0,5 Juta	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 Juta	63	2,5	34,5	0,05

(Sumber: MKJI, 1997)

3.2. Kapasitas Simpang

Kapasitas dasar (C_0) tergantung dari lebar jalinan (W_w), rasio rata-rata/lebar

jalinan (W_F / W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w / L_w), yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus atau dengan diagram gambar.

Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$C_0 = 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_F / W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \dots\dots\dots(3.1) =$$

Faktor W_w x faktor W_E/W_w x faktor P_w x faktor W_w/L_w

Dengan C_0 : Kapasitas Dasar (smp/jam)

Faktor W_w : Rasio lebar jalinan → (Gambar 3.3)

Faktor W_E/W_w : Rasio rata-rata lebar jalinan → (Gambar 3.4)

Faktor P_w : Rasio menjalin → (Gambar 3.5)

Faktor W_w/L_w : Rasio panjang jalinan (Gambar 3.6)

Kapasitas sesungguhnya bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Dalam menentukan besarnya kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus 3.2 sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan:

C : Kapasitas (smp/jam)

C_0 : Kapasitas dasar (smp/jam)

F_{CS} : Faktor penyesuaian ukuran kota → (Tabel 3.6)

F_{RSU} : Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor → (3.7)

3.3. Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI (1997), derajat kejenuhan bagian jalinan, dihitung sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan :

Q_{smp} : Arus total (smp/jam),
dihitung sebagai berikut:

$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} : Faktor smp, dihitung
sebagai berikut:

$F_{smp} = (LV\% + HV\% emp_{HV} + MC\% emp_{MC})$

C : kapasitas (smp/jam)

3.4. Tundaan

Perhitungan Tundaan

Tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT), menurut MKJI 1997 tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan. Dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1-Ds) \times 2, Ds \leq 0,75 \dots\dots\dots(3.4)$$

$$DT = 1/(,59186 - 0,52525 \times Ds) - (1-Ds) \times 2, Ds > 0,75 \dots\dots\dots(3.5)$$

3.5. Peluang antrian bagian jalinan (QP%)

Menurut MKJI (1997), peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Batas atas } QP = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,7 DS^3 \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\text{Batas bawah } QP = 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.6. Peluang antrian bundaran (QR%)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai:

$$QR\% = \text{maks. Dari } (Qpi\%) \dots\dots\dots (3.10)$$

4. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi survei adalah pada persimpangan Bundaran Gladak Surakarta yang merupakan pertemuan antara Jalan

Slamet Riyadi, Jalan Jend. Sudirman, Jalan Mayor Sunaryo, dan Jalan Ki Paku Buwono

4.1. Jenis Data

Jenis data dikategorikan menjadi dua yaitu data primer (kondisi geometri, kondisi lingkungan, kondisi lalu lintas). dan data sekunder (data statistik, data dari DLLAJDR).

4.2. Penyusunan Formulir Penelitian

Adapun cara penyusunan formulir survei adalah sebagai berikut:

- 1) Kendaraan ringan (LV): kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda (meliputi: mobil penumpang, mikrobis, pick up, mobil pribadi, mikro truk sesuai klasifikasi bina marga).
- 2) Kendaraan berat (HV): kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai klasifikasi bina marga).
- 3) Sepeda motor (MC): kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai klasifikasi bina marga).
- 4) Kendaraan tak bermotor (UM): kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai klasifikasi bina marga).

4.3. Pelaksanaan Penelitian

Setelah diadakan persiapan dan penentuan waktu penelitian. Langkah selanjutnya adalah melaksanakan penelitian antara lain:

- a. Pencacahan volume kendaraan tiap arah pada semua lengan persimpangan sesuai dengan jadwal penelitian.
- b. Pengukuran lebar tiap lengan persimpangan.

- c. Pengamatan kondisi lingkungan setempat oleh peneliti, dengan memperkirakan faktor-faktor lingkungan yang berkaitan.

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Geometri Simpang

Data mengenai ukuran (lebar dan panjang) jalinan pada lokasi bundaran Gladak Surakarta dan daerah sekitarnya yang diukur dalam m (meter) dapat dilihat pada tabel

	Jalinan (m)			
	AB	BC	CD	DA
- Lebar pendekat (W_1)	11,5	9,3	2,6	9,9
- Lebar pendekat (W_2)	20,3	12,7	26,8	10,2
- Lebar masuk rata-rata (W_E)	15,9	11	14,7	9,95
$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$	11,4	30,4	22,2	34,6
	51,2	26,5	43,7	30,0
- Lebar jalinan (W_w)	1,39	0,36	0,66	0,28
- Panjang jalinan (L_w)	5	2	2	8
- (W_E) / (W_w)	0,22	1,15	0,50	1,15
- (W_w) / (L_w)	3	0	8	

(Sumber: Hasil Survey)

Table perhitungan arus lalu lintas simpang Gladak (Sabtu, 06 Desember 2008).

Pendekat	Waktu	Arah Gerakan			Jumlah (smp/jam)
		ST (smp/jam)	LT (smp/jam)	RT (smp/jam)	
A (Barat)	Pagi	337	7	196	540
	Siang	607	16	212	835
	Sore	379	18	133	530
B (Utara)	Pagi	100	12	0	112
	Siang	80	2	0	82
	Sore	74	11	0	85
C (Timur)	Pagi	0	163	9	172
	Siang	0	153	1	154
	Sore	0	137	7	144
D (Selatan)	Pagi	0	0	0	0
	Siang	0	0	0	0
	Sore	0	0	0	0

Jam puncak hari Sabtu, 06 Desember 2008 :

Pagi = $540 + 112 + 172 + 0 = 824$ smp/jam

Siang = $835 + 82 + 154 + 0 = 1071$ smp/jam

Sore = $530 + 85 + 144 + 0 = 759$ smp/jam

Jam puncak terjadi pada siang hari = 1071 smp/jam

Table perhitungan arus lalu lintas simpang Gladak (Sabtu, 06 Desember 2008).

Pendekat	Waktu	Arah Gerakan			Jumlah (smp/jam)
		ST (smp/jam)	LT (smp/jam)	RT (smp/jam)	
A (Barat)	Pagi	305	16	369	690
	Siang	502	14	162	678
	Sore	405	11	148	624
B (Utara)	Pagi	85	16	0	101
	Siang	79	1	0	80
	Sore	69	3	0	72
C (Timur)	Pagi	0	171	0	171
	Siang	0	161	3	164
	Sore	0	122	6	128
D (Selatan)	Pagi	0	0	0	0
	Siang	0	0	0	0
	Sore	0	0	0	0

Jam puncak hari Senin, 08 Desember 2008 :

Pagi = $690 + 101 + 171 + 0 = 962$

smp/jam

Siang = $678 + 80 + 164 + 0 = 922$

smp/jam

Sore = $624 + 72 + 128 + 0 = 824$ smp/jam

Jam puncak terjadi pada pagi hari = 962 smp/jam

Dari dua jam puncak diperoleh jumlah arus lalu lintas yang paling besar yaitu pada hari Sabtu, 06 Desember 2008 pada siang hari sebanyak 1071.

Volume lalu lintas jam puncak simpang Gladak Surakarta (kend/jam), dapat dilihat pada Tabel.

Tabel Volume lalu lintas jam puncak Simpang Gladak Surakarta (kend/jam)

Tipe	Pendekat (kend/jam)											
	(A) Barat			(B) Utara			(C) Timur			(D) Selatan		
	ST	LT	RT	ST	LT	RT	ST	LT	RT	ST	LT	RT
HV	12	19	0	4	1	0	0	15	6	0	0	0
LV	221	10	5	23	5	0	0	31	3	0	0	0
MC	671	18	16	512	7	0	0	12	19	0	0	0
UM	76	78	16	68	9	0	0	5	12	0	0	0

(Sumber : Analisis Data Primer)

Volume lalu lintas jam puncak simpang Gladak Surakarta (smp/jam). Data lalu lintas yang masih dalam satuan (kend/jam) diubah ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Sehingga diperoleh volume lalu lintas jam puncak pada simpang Gladak Surakarta (smp/jam) yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel Volume lalu lintas jam puncak simpang Gladak Surakarta (smp/jam)

Fid	Pendekat (kend/jam)											
	(A) Barat			(B) Utara			(C) Timur			(D) Selatan		
	ST	LT	RT	ST	LT	RT	ST	LT	RT	ST	LT	RT
HW	16	25	0	5	1	0	0	20	8	0	0	0
LV	22	100	5	23	5	0	0	31	3	0	0	0
MC	134	38	4	102	1	0	0	49	7	0	0	0
UM	37	183	9	33	7	0	0	88	27	0	0	0
0	543			344			96			0		

(Sumber : Analisis Data Primer)

5.2. Perhitungan Arus Masuk Bagian Jalinan

Arus masuk bagian jalinan ialah arus lalu lintas, dari lengan pendekat yang masuk pada bagian jalinan. Perhitungan dapat dilihat pada tabel.

Tabel Perhitungan arus masuk bagian jalinan

Bagian Jalinan	Arus Masuk (smp/jam)	Q (smp/jam)
AB	$Q_A + Q_{D-ST} + Q_{D-RT} + Q_{C-RT}$ $543 + 0 + 0 + 96$	639
BC	$Q_B + Q_{A-ST} + Q_{A-RT} + Q_{D-RT}$ $344 + 371 + 9 + 0$	724
CD	$Q_C + Q_{B-ST} + Q_{B-RT} + Q_{A-RT}$ $96 + 337 + 0 + 9$	442
DA	$Q_D + Q_{D-ST} + Q_{C-RT} + Q_{B-RT}$ $0 + 0 + 27 + 0$	27

Arus masuk bundaran = $639 + 724 + 442 + 27 = 1832$ smp/jam

Perhitungan Arus Menjalin (Qw)

Arus menjalin bagian jalinan. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel.

Tabel Perhitungan arus menjalin (Qw)

Bagian Jalinan	Arus Masuk (smp/jam)	Qw (smp/jam)
AB	$Q_{A-ST} + Q_{A-RT} + Q_{D-ST} + Q_{C-RT}$ $371 + 9 + 0 + 27$	407
BC	$Q_{B-ST} + Q_{B-RT} + Q_{A-ST} + Q_{D-RT}$ $337 + 0 + 371 + 0$	708
CD	$Q_{C-ST} + Q_{C-RT} + Q_{B-RT} + Q_{A-RT}$ $0 + 27 + 0 + 9$	36
DA	$Q_{D-ST} + Q_{D-RT} + Q_{C-ST} + Q_{B-RT}$ $0 + 0 + 27 + 0$	27

Perhitungan rasio menjalin (Pw)

Rasio menjalin adalah perbandingan antara arus yang menjalin (Qw) dengan arus bagian jalinan perhitungan sebagai berikut :

- $P_w AB = \frac{407}{639} = 0.63$
- $P_w BC = \frac{708}{724} = 0.97$
- $P_w CD = \frac{36}{442} = 0.1$
- $P_w DA = \frac{27}{27} = 1.0$

5.3. Kondisi Lingkungan

- Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Penduduk Kota Surakarta taun 2008 berjumlah 534.540 jiwa.

Berdasarkan Tabel 3.6 (kondisi lingkungan) dapat diketahui $F_{cs} = 0.94$

- Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (P_{UM}), berdasarkan Tabel (3.7) dapat

diketahui hasil analisisnya pada Tabel 5.3. (volume lalu lintas jam puncak) Hasil survey hambatan samping adalah sebagai berikut :

- Jenis lingkungan dikategorikan komersil
- Hambatan samping dikategorikan sedang
- Rasio kendaraan tak bermotor

$$\begin{aligned} \text{➤ } P_{UM A} &= \frac{76 + 78 + 16}{12 + 19 + 0 + 221 + 5 + 100 + 671 + 16 + 189} \\ &= 0.138 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } P_{UM B} &= \frac{68 + 9 + 0}{512 + 7 + 230 + 5 + 4 + 1 + 9} = \\ 0.101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } P_{UM C} &= \frac{54 + 12}{121 + 19 + 31 + 3 + 15 + 6} = \\ 0.34 \end{aligned}$$

$$\text{➤ } P_{UM D} = \frac{0}{0} = 0$$

Berdasarkan Tabel 3.8 dapat diketahui nilai faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Lengan pendekat	F_{CS}	P_{UM}	F_{RSU}
A (Barat)	0.94	0.138	0.85
B (Utara)	0.94	0.101	0.85
C (Timur)	0.94	0.34	0.85
D (Selatan)	0.94	0	0.85

5.4. Kapasitas Dasar (C_o)

Nilai kapasitas dasar (C_o) dipengaruhi oleh kondisi geometri dari

bundaran. Berdasarkan rumus 3.1 nilai kapasitas dasar dapat diketahuui sebagai berikut :

a) Jalinan AB

$$\begin{aligned} &\text{- nilai faktor } W_W = 135 \times 11.4^{1.3} \\ &= 3194 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/W_W = (1 + 1.395)^{1.5} \\ &= 3.706 \\ &\text{- nilai faktor } P_W = (1 - 0.63 / 3)^{0.5} \\ &= 0.89 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/L_W = (1 + 0.223)^{1.8} \\ &= 0.696 \\ &C_o = 3194 \times 3.706 \times 0.89 \times 0.696 \\ &= 7332 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b) Jalinan BC

$$\begin{aligned} &\text{- nilai faktor } W_W = 135 \times 30.4^{1.3} \\ &= 11431 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/W_W = (1 + 0.362)^{1.5} \\ &= 3.706 \\ &\text{- nilai faktor } P_W = (1 - 0.97 / 3)^{0.5} \\ &= 0.82 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/L_W = (1 + 1.150)^{1.8} \\ &= 0.245 \\ &C_o = 11431 \times 3.706 \times 0.82 \times 0.245 \\ &= 8510 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

c) Jalinan CD

$$\begin{aligned} &\text{- nilai faktor } W_W = 135 \times 22.2^{1.3} \\ &= 7507 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/W_W = (1 + 0.662)^{1.5} \\ &= 2.143 \\ &\text{- nilai faktor } P_W = (1 - 0.1 / 3)^{0.5} \\ &= 0.98 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/L_W = (1 + 0.508)^{1.8} \\ &= 0.477 \\ &C_o = 7507 \times 2.143 \times 0.98 \times 0.477 \\ &= 7520 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

d) Jalinan DA

$$\begin{aligned} &\text{- nilai faktor } W_W = 135 \times 34.6^{1.3} \\ &= 13525 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/W_W = (1 + 0.288)^{1.5} \\ &= 1.462 \\ &\text{- nilai faktor } P_W = (1 - 1.0 / 3)^{0.5} \\ &= 0.81 \\ &\text{- nilai faktor } W_E/L_W = (1 + 1.115)^{1.8} \\ &= 0.25 \\ &C_o = 13525 \times 1.462 \times 0.81 \times 0.251 \end{aligned}$$

$$= 4004 \text{ smp/jam}$$

5.5. Kapasitas Sesungguhnya

Untuk menghitung besarnya kapasitas sesungguhnya digunakan rumus 3.2 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel Kapasitas Sesungguhnya Masing-Masing Jalinan

Bagian Jalinan	Co (smp/jam)	F _{CS}	F _{RSU}	C (smp/jam)
AB	7332	0.94	0.85	5858
BC	8510	0.94	0.85	6799
CD	7520	0.94	0.85	6008
DA	4002	0.94	0.85	3199

5.6. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah nilai perbandingan antara arus lalu lintas jam puncak atau arus lalu lintas sesungguhnya dengan kapasitas sesungguhnya, seperti dalam rumus 3.3. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel Derajat Kejenuhan Masing-Masing Bagian Jalinan

Bagian Jalinan	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS = Q/C
AB	639	5858	0.11
BC	724	6799	0.10
CD	442	6008	0.07
DA	27	3199	0.01

5.7. Tundaan Bagian Jalinan (DT)

Berdasarkan pada rumus 3.4 dan 3.5 dapat dianalisis perhitungan Tundaan Bagian Jalinan sebagai berikut :

a) Jalinan AB; dengan DS = 0.11

$$DT = 2 + 2.68982 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$DT = 2 + 2.68982 \times 0.11 - (1 - 0.11) \times 2$$

$$= 0.51 \text{ det/smp}$$

b) Jalinan BC; dengan DS = 0.10

$$DT = 2 + 2.68982 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$DT = 2 + 2.68982 \times 0.10 - (1 - 0.10) \times 2$$

$$= 0.47 \text{ det/smp}$$

c) Jalinan CD; dengan DS = 0.07

$$DT = 2 + 2.68982 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$DT = 2 + 2.68982 \times 0.07 - (1 - 0.07) \times 2$$

$$= 0.32 \text{ det/smp}$$

d) Jalinan DA; dengan DS = 0.01

$$DT = 2 + 2.68982 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$DT = 2 + 2.68982 \times 0.01 - (1 - 0.01) \times 2$$

$$= 0.05 \text{ det/smp}$$

5.8. Tundaan lalu lintas bundaran (FT_R)

Perhitungan arus masuk bagian jalinan yang dapat dilihat pada tabel 5.5. Selanjutnya diketahui arus masuk bundaran = 1832 smp/jam berdasarkan pada rumus 3.6, maka dapat diketahui perhitungan nilai Tundaan Lalu Lintas Bundaran sebagai berikut:

a) Jalinan AB → Q.DT = 639 x 0.51 = 325 detik

b) Jalinan BC → Q.DT = 724 x 0.47 = 340 detik

c) Jalinan CD → Q.DT = 442 x 0.32 = 141 detik

d) Jalinan DA → Q.DT = 27 x 0.5 = 13.5 detik

$$\frac{\sum(Q.DT)}{Q_{masuk}} = \sum(Q_i.DT_i) = 807$$

$$DT_R = \frac{807}{1832} = 0.45$$

5.9. Tundaan Bundaran

Berdasarkan pada rumus 3.7 dapat dianalisis perhitungan tundaan bundaran

sebagai berikut :

$$D_R = 0.4 \text{ det/smp} + 4 = 4.4 \text{ det/smp}$$

5.10. Peluang Antrian

1. Peluang antrian bagian jalinan (Q_P %)

Berdasarkan pada rumus 3.8 dan 3.9 dapat dianalisa perhitungan peluang antrian bagian jalinan sebagai berikut :

- a) Jalinan AB; dengan $DS = 0.11$
- Batas atas; $Q_P = 26.65 \times 0.11 - 5.555 \times 0.11^2 + 108.7 \times 0.11^3 = 30.0 \%$
 - Batas bawah; $Q_P = 9.41 \times 0.11 + 29.967 \times 0.11^{4.619} = 10.4 \%$
- b) Jalinan BC; dengan $DS = 0.10$
- Batas atas; $Q_P = 26.65 \times 0.10 - 5.555 \times 0.10^2 + 108.7 \times 0.10^3 = 27.0 \%$
 - Batas bawah; $Q_P = 9.41 \times 0.10 + 29.967 \times 0.10^{4.619} = 9.4 \%$
- a) Jalinan AB; dengan $DS = 0.07$
- Batas atas; $Q_P = 26.65 \times 0.07 - 5.555 \times 0.07^2 + 108.7 \times 0.07^3 = 18.8 \%$
 - Batas bawah; $Q_P = 9.41 \times 0.07 + 29.967 \times 0.07^{4.619} = 6.6 \%$
- a) Jalinan AB; dengan $DS = 0.01$
- Batas atas; $Q_P = 26.65 \times 0.01 - 5.555 \times 0.01^2 + 108.7 \times 0.01^3 = 2.7 \%$
 - Batas bawah; $Q_P = 9.41 \times 0.01 + 29.967 \times 0.01^{4.619} = 0.9 \%$
2. Peluang antrian bundaran (Q_{PR} %)
- $Q_{PR} = 30 \%$

5.11. Kinerja Simpang Gladak Surakarta Tahun 2008

Hasil analisis simpang Gladak (Senin, 08 Desember 2008) yang arus lalu lintas jam puncaknya terjadi di waktu pagi, maka kinerja atau tingkat pelayanan Simpang Gladak ini dalam melayani arus lalu lintas yang ada masih dianggap layak. Hal ini dapat ditunjukkan dengan derajat kejenuhan (DS) untuk tiap bagian jalinannya masih kurang (≤ 0.75). Untuk mengetahui apakah kinerja simpang Gladak pada 3 tahun mendatang (2011) layak atau

mampu melayani arus yang ada.

Tabel Data Arus Lalu Lintas Slamet Riyadi

Tahun	Lengan	Q (smp/jam)
2005-2008	Timur	1926
	Barat	1962
2008-2011	Timur	2038
	Barat	2134

(Sumber : DLLAJ Surakarta)

Dari tabel tersebut dapat diketahui dengan rentang selama 3 tahun arus lalu lintas di jalan Slamet Riyadi mengalami peningkatan kurang lebih 5 %, (5 % per 3 tahun).

Dengan demikian maka perkembangan lalu lintas (e) jalan Slamet Riyadi (daerah sekitar simpang Gladak) untuk per tahunnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$e = 5 \% / 3 \text{ tahun} \rightarrow e = x \% / \text{tahun}$$

$$x = \frac{0.05}{3} = 0.016$$

$$= 0.02$$

$$e = 0.02 / \text{tahun}$$

$$e = 2 \% / \text{tahun}$$

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa penelitian dan pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran-saran sebagai berikut:

1. Kinerja simpang bundaran Gladak Surakarta (2008)

Berdasarkan hasil survey pada senin, 08 Desember 2008 masih layak Dalam melayani arus lalu lintas yang ada. Hal ini dapat ditunjukkan dengan hasil analisis yang telah dilakukan bahwa untuk derajat kejenuhannya (DS) $\leq 0,75$ untuk setiap bagian jalinannya pada arus lalu lintas jam puncak.

2. Tingkat pelayanan bundaran Gladak Surakarta.

Tingkat pelayanan bundaran

- Geladak Surakarta baru ini juga masih layak dalam melayani arus lalu lintas pada 3 tahun mendatang (tahun 2011). Hal ini dapat menunjukkan dengan nilai Derajat kejenuhan (DS) $\leq 0,75$ untuk setiap bagian jalinannya pada arus lalu lintas jam puncak tahun 2011.
3. Arus jenuh pendekat yang terjadi pada setiap pendekatan berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh lebar efektif oleh masing-masing pendekat, jumlah arus lalu lintas, jenis kendaraan yang lewat dan pelanggaran yang terjadi disekitar pendekat.
 4. Solusi agar antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang masih bisa diterima adalah dengan cara mengadakan pelebaran jalan.
 5. Mengharapkan disiplinnya pada pengguna jalan terutama kendaraan umum seperti angkutan dan bus dalam menaikan dan menurunkan penumpang tidak disekitar bundaran. Hal ini akan menyebabkan kemacetan di dekitar bundaran.
 6. Perawatan Dan pengadaan rambu-rambu lalu lintas hendaknya perlu diperhatikan oleh pihak terkait. Seperti untuk lengan pendekat selatan Diperlukan lampu lalu lintas kuning (tanda hati-hati). Hal ini karena sering pengendara kendaraan dari arah timur terlambat mengurangi kecepatannya sehingga berbahaya ketika akan masuk jalinan, baik bagi pengendara itu sendiri ataupun pengendara lainnya.
 7. Hasil penelitian ini, dapat dijadikan bahan pengkajian ulang oleh baik yang berwenang tentang pengaturan simpang bundaran Gladak yang diterapkan saat ini, dan hasil

penelitian ini, dapat diterapka pada simpang bundaran Gladak.

8. Daftar Pustaka

- _____, 2001, *Pedoman Penyusunan Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
- _____, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- _____, 1993, *Indonesia Highway Capacity Manual*, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.
- Hobbs, F.D, 1995, *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*, penerbit Universitas press, Yogyakarta.
- Morlok, K. Edward, 1995, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Oglesby, CII, 1993, *Teknik Jalan Raya*, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sukirman, S, 1999, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, penerbit, Nova, Bandung.

Biodata Penulis,

Sumina, S-1 Jurusan Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta (1995), S-2 Magister Teknik Sipil konsentrasi Transportasi (2002), Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta (1995) s/d sekarang.