

## INTISARI

*Kebutuhan akan transportasi darat pada saat ini khususnya jalan raya, dirasakan semakin meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi diberbagai bidang. Perkembangan otomotif yang meningkat pesat dan daya beli masyarakat yang cukup tinggi mengakibatkan peningkatan jumlah kendaraan yang beroperasi di jalan raya. sehingga bila tidak di imbangi dengan ruas jalan yang memadai maka akan menimbulkan masalah yaitu terganggunya lalu lintas jalan raya. seperti permasalahan lalu lintas yang terjadi pada simpang Ring road Utara Gejayan Sleman Yogyakarta yang perlu dievaluasi dan diamati agar kinerja simpang bekerja secara efektif dan optimal. sebelum melakukan evaluasi dan analisis penelitian dilakukan pengumpulan data terlebih yang dilaksanakan pada hari kerja (Senin, 12 Januari 2016) dengan melaksanakan survei traffic counting, hasil survey tersebut kemudian dianalisis dan dievaluasi menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).*

*Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi pada kondisi eksisting jam puncak pada pukul 07.30 – 08.30 didapatkan nilai arus lalu lintas pada masing – masing lengan sebesar 888,3, 932,1, 995,3, dan 912 smp/jam, kapasitas jalan sebesar 661, 915, 1420, 2007 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,5; 1,96; 0,62; dan 0,84, waktu siklus 24,29,47,53 detik, panjang antrian sebesar 175; 155,55; 111; 76,9105 m, Tundaan sebesar 709,14; 152,47; 58,38; 48,35 smp/jam. Berdasarkan nilai arus lalu lintas, kapasitas, derajat jenuh, waktu siklus, dan tundaan diatas Simpang Ring road utara Gejayan berada pada tingkat pelayanan jalan yang buruk (tingkat pelayanan simpang level F) karena pada simpang Ring road Utara Gejayan ini perlu dilakukan perancangan ulang dengan menambahkan waktu siklus dan pelebaran jalan agar simpang dapat memberikan pelayanan dengan baik dan berfungsi secara optimal.*

**Kata kunci:** Kapasi, Kinerja, Lalu lintas, Simpang bersinyal, Ring road Utara Gejayan Yogyakarta.



## **A. Latar Belakang**

Pertambahan penduduk biasanya diikuti pula dengan bertambahnya kegiatan atau aktifitas yang dilakukan oleh semua lapisan masyarakat disetiap bidangnya. Pertambahan penduduk juga dipengaruhi ketersediaan sarana dan prasarana pendidikan, kesehatan, telekomunikasi, ekonomi, transportasi, dan lain lain. transportasi sendiri dibedakan menjadi 3 macam, yaitu transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara. Kebutuhan akan transportasi darat pada saat ini khususnya jalan raya, dirasakan semakin meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi di berbagai bidang. Perkembangan otomotif yang meningkat pesat dan daya beli masyarakat yang cukup tinggi mengakibatkan peningkatan jumlah kendaraan yang beroperasi di jalan raya. sehingga bila tidak di imbangi dengan ruas jalan yang memadai maka akan menimbulkan masalah yaitu terganggunya lalu lintas jalanraya.

Pada penelitian ini maka dipilih lokasi yang memiliki masalah lalu lintas seperti kemacetan, tundaan, panjang antrian, dan derajat kejenuhan oleh karena itu dipilih persimpangan yang dijadikan lokasi penelitian adalah persimpangan *Ring Road* Utara Gejayan Sleman Yogyakarta yang arus lalu

lintasnya cukup padat dan memiliki masalah lalu lintas yang cukup.

## **B. Tujuan Penelitian**

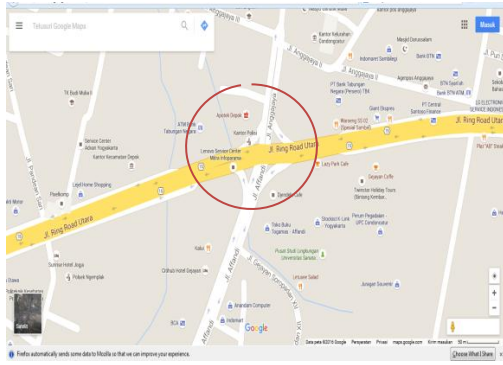
1. Untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal pada *Ring Road* Utara Gejayan.
2. Untuk mengevaluasi kinerja simpang di *Ring Road* Utara Gejayan.
3. Untuk mencari alternatif solusi agar simpang dapat bekerja dengan optimal dan efisien.

## **C. Pembatasan Masalah**

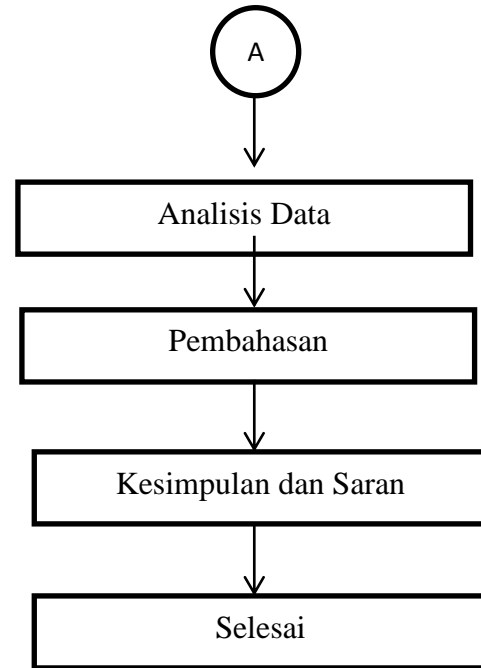
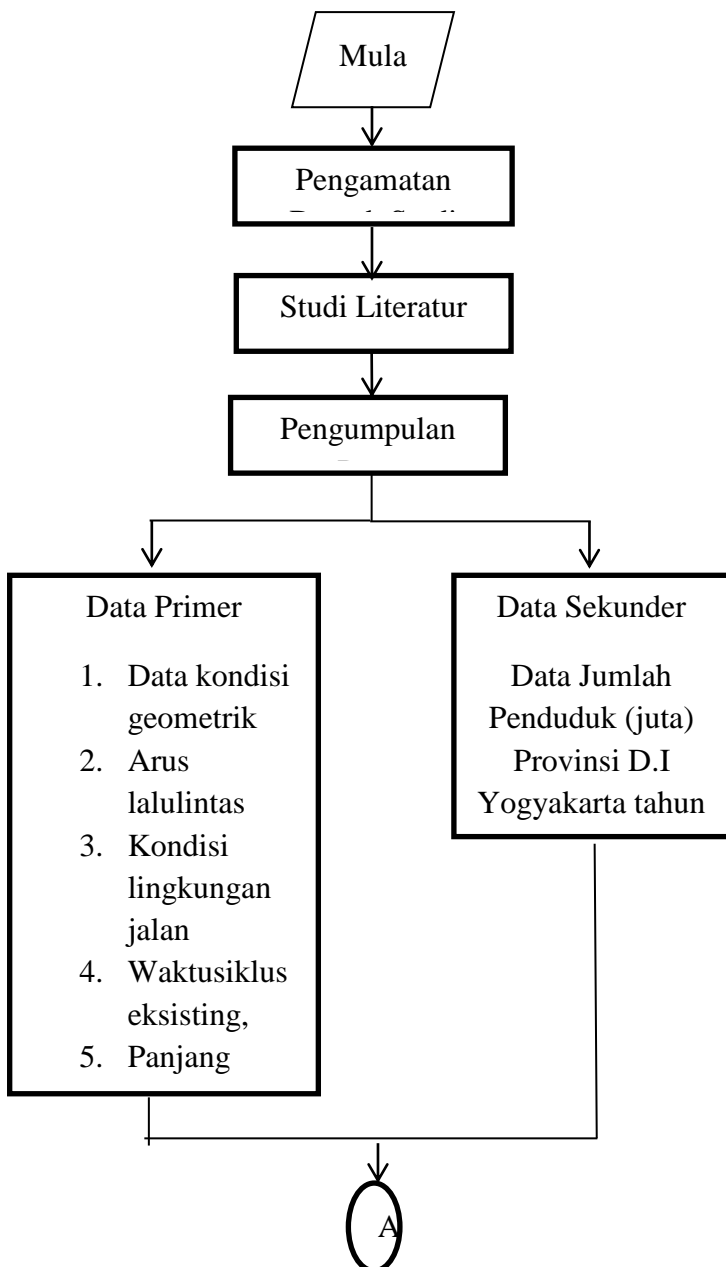
1. Lokasi penelitian yang diamati hanya pada simpang *Ring road* Utara Gejayan
2. Data lalu lintas yang digunakan adalah data hasil survei lapangan.
3. Dengan menggunakan traffic counting dan program komputer data diolah.
4. Waktu siklus yang digunakan adalah waktu siklus yang didapat dari hasil survey lapangan.

## **D. Metodologi Penelitian**

Lokasi penelitian berada pada simpang *Ring road* Utara Gejayan Sleman Yogyakarta. Gambar 1



Bagan alir yang menerangkan tentang metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2



### 1. Data primer

Data kondisi Geometri simpang Survei geometri simpang dilakukan untuk memperoleh data fisik pada setiap lengan simpang yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kapasitas dan kinerja simpang tersebut.

### 2. Pencacahan Volume Kendaraan

volume kendaraan dikelompokkan menjadi kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tanpa mesin (UM) yang dicacah dari setiap arah pada semua lengan simpang dalam interval waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

### 3. Kondisi lapangan

Kondisi lapangan berasal dari data hasil survei lapangan didapatkan datayang meliputi jumlah fase yang ada, waktu siklus, waktu hilang total, denah geometri, lebar pendekat, dan kondisi lingkungan simpang dan panjang antrian.

#### 2). Data sekunder

Data Jumlah Penduduk (juta) Provinsi

D.I Yogyakarta

### 4. Analisis Data

Pada tahapan analisis ini, hasil data pngamatan dikumpulkan yang selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan menggunakan peraturan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (MKJI) 1997 dan dibantu dengan aplikasi yang mendukung. Adapun faktor-faktor yang dijadikan perhitungan, antara lain:

#### a. Penentuan kondisi lapangan

Kondisi lapangan didapatkan dari data hasil survei lapangan yang meliputi jumlah fase yang ada, waktu siklus, waktu hilang total, denah geometri, lebar pendekat, dan kondisi lingkungan simpang.

#### b. Setting Sinyal Lalulintas

Menurut MKJI 1997, besarnya waktu hijau yang kurang dari 10 detik harus dihindari karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang

berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang. Berdasarkan hasil perhitungan waktu hijau dan waktu siklus, serta hasil penentuan waktu kuning yang disesuaikan untuk kondisi Indonesia, maka dapat diketahui lamanya waktu masing-masing sinyal laulintas (*traffic signal setting*).

#### c. Penentuan arus lalulintas

Penentuan arus lalulintas didapat dari data arus lalulintas hasil survei lapangan. Karena data hasil survei diambil setiap 15 menit maka harus dijumlahkan terlebih dahulu sesuai dengan masing-masing jenis kendaraan untuk masing-masing arah pergerakan, sehingga diperoleh total arus lalulintas masing-masing jenis kemdaraan untuk masing-masing arah pergerakan. Nilai total yang didapat masih dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam) maka harus dikalikan terlebih dahulu dengan nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk kondisi terlindung maupun terlawan agar menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam).

#### d. Penentuan kapasitas dan derajat jenuh

Dalam menentukan kapasitas dan derajat jenuh harus ditentukan terlebih dahulu tipe pendekat apakah, tipe terlawan (O) atau tipe terlindung (P), setelah itu ditentukan lebar efektif ( $W_e$ ),

nilai jenuh dasar ( $S_0$ ), factor-faktor penyesuaian, nilai arus jenuh yang disesuaikan ( $S$ ), rasio arus ( $FR$ ), rasio fase ( $PR$ ), waktu siklus pra penyesuaian ( $Cua$ ), waktu siklus disesuaikan ( $c$ ), dan waktu hijau ( $g$ ) sehingga kemudian dapat dihitung kapasitas ( $C$ ) dan derajat jenuh ( $ds$ ).

e. Penentuan perilaku lalulintas

Penentuan perilaku lalulintas ini meliputi penentuan jumlah kendaraan antri ( $NQ$ ), panjang antrian ( $QL$ ), angka henti kendaraan *stop/smp* ( $NS$ ), jumlah kendaraan terhenti ( $Nsv$ ), kendaraan henti rata-rata *stop/smp* ( $NS_{TOT}$ ), tundaan lalulintas rata-rata ( $DT$ ), tundaan geometri rata-rata ( $DG$ ). Tundaan total, dan tundaan simpang rata-rata ( $DI$ ).

**E. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada tahapan ini data dikumpulkan dan akan diproses dan dianalisis dengan menggunakan MKJI 1997.

Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan formula dibawah ini:

$$C = S \times g/c$$

Dari perhitungan kapasitas dapat dicari nilai derajat jenuh dengan rumus dibawah ini:

$$DS = Q/C$$

Tabel 1 kapasitas dan derajat kejenuhan kondisi eksisting

kode pendekat	Arus lalu lintas (Q)	Kapasitas	derajat Jenuh
		Smp/jam	
A (utara)	888,3	661	1,34
C (selatan)	1567,1	915	1,71
B (timur)	995,3	1424	0,70
D (barat)	1601,5	1707	0,94

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa nilai derajat kejenuhan pada simpang dilengan Utara dan Selatan > 0,85 faktor inilah yang menyebabkan panjang antrian dan tundaan.

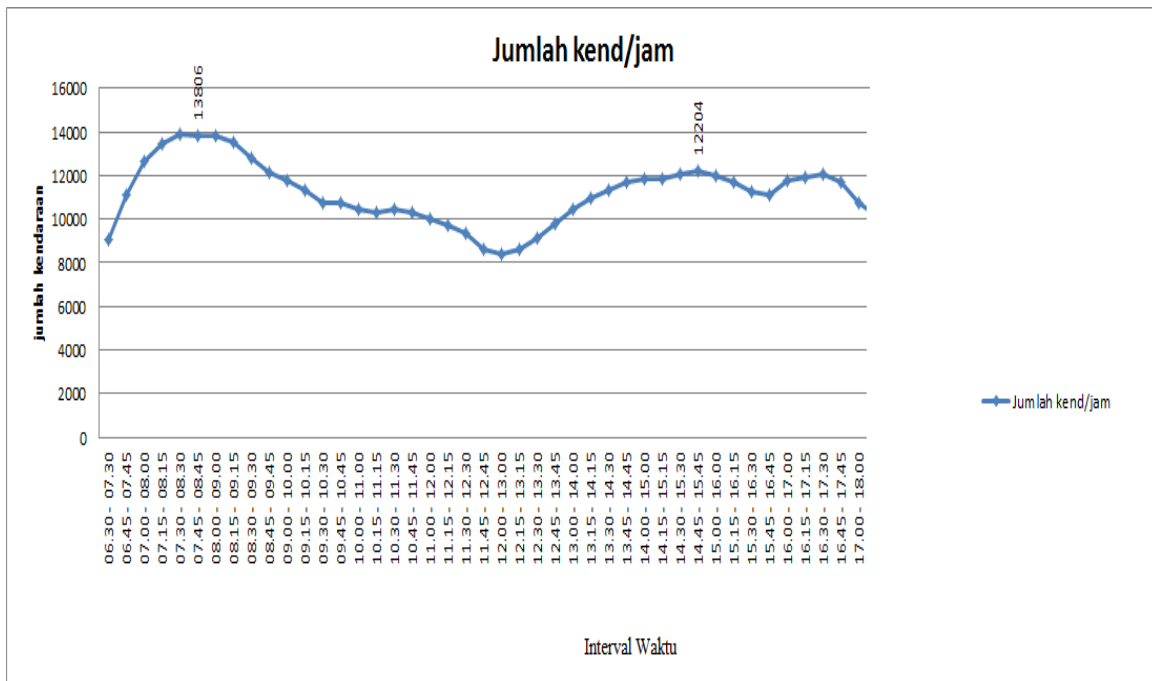
Tabel 2 Tundaan Lalu lintas Kondisi eksisting

Tundaan			
Tundaan Lalulintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan rata – rata simpang
709,14	7,55	716,70	512,97
1374,72	6,20	1380,92	
58,31	7,98	66,29	
71,73	6,91	78,64	

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat nilai tundaan yang cukup besar terdapat pada lengan utara dan selatan yang nilai

07.30 - 08.30	A ke B (KIRI)	2	95	209	2
	A ke C (LURUS)	13	244	2029	7
	A ke D (KANAN)	2	116	345	3
		0	0	0	0
	B ke C (KIRI)	4	316	613	6
	B ke D (LURUS)	0	728	1638	1
	B ke A (KANAN)	9	142	376	6
		0	0	0	0
	C ke D (KIRI)	2	134	703	3
	C ke A (LURUS)	12	130	889	7
	C ke B (KANAN)	2	285	799	3
		0	0	0	0
	D ke A (KIRI)	0	22	117	3
	D ke B (LURUS)	1	478	2219	1
	D ke C (KANAN)	2	212	943	3

Tabel 3 Jam Puncak Kondisi Eksisting



Gambar 4 Grafik Jumlah Kend/Jam





derajat kejenuhannya tinggi. Perancangan Ulang

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai DS dan Tundaan yang cukup tinggi oleh karena itu perlu adanya alternatif untuk merancang ulang, adapun alternatif yang digunakan untuk perancangan ulang adalah:

1. perancangan ulang dengan menambah waktu hijau pada setiap lengan simpang kemudian dianalisis dengan data VJP dan LHR.

tabel hasil analisis perancangan ulang waktu siklus menggunakan data LHR

Tabel 5 Hasil Analisis Waktu Siklus LHR

kode pendekat	Arus jenuh (S)	waktu siklus yang disesuaikan	waktu hijau	Kapasitas
	Smp/jam	Detik	Detik	Smp/jam
U	4260	153,411	28.390	1176
S	4680		29.557	1426
T	6000		43.004	1964
B	6000		79.049	1724

Tabel 6 Hasil Analisis DSLHR

kode pendekat	Arus lalu lintas (Q)	derajat Jenuh
A (utara)	862,808	0,73
C (selatan)	1046,28	0,73
B (timur)	1441,04	0,73
D (barat)	1264,91	0,73

Tabel 7 Hasil Analisis Kendaraan Terhenti LHR

Kode pendekat	Tipe Pendekat	jumlah kendaraan terhenti smp/jam
A (utara)	P	726,78
C (selatan)	P	881,33
B (timur)	P	1213,85
D (barat)	P	1065,49

Tabel 8 Hasil Analisis Tundaan LHR

kode pendekat	Tundaan			
	Tundaan Lalulintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan rata-rata simpang
U	54,07	3,31	57,38	45,96431
S	51,97	3,55	55,52	
T	47,85	3,17	51,02	
B	49,68	3,38	53,06	

Tabel hasil analisis perancangan ulang waktu siklus dengan menggunakan data VJP.

Tabel 9 Hasil Analisis Waktu Siklus VJP

kode pendekat	Arus jenuh (S)	waktu siklus yang disesuaikan	waktu hijau	kapasitas
	Smp/jam	Detik	Detik	Smp/jam
U	4260	373,592	81,498	928
S	4680		81,241	1039
T	6000		103,855	1638
B	6000		86,997	1463

Tabel 10 Hasil Analisis DS VJP

kode pendekat	Tipe Pendekat	Arus lalu lintas (Q)	derajat Jenuh
A (utara)	P	888,3	0,96
C (selatan)	P	995,3	0,96
B (timur)	P	1568,4	0,96
D (barat)	P	1400,5	0,96

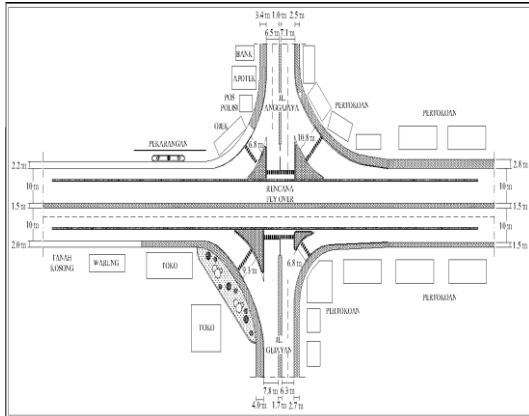
Tabel 11 Hasil Analisis Kendaraan Terhenti VJP

kode pendekat	Tipe Pendekat	jumlah kendaraan terhenti smp/jam
A (utara)	P	857,25
C (selatan)	P	954,13
B (timur)	P	1463,79
D (barat)	P	1317,90

Tabel 12 Hasil Analisis Tundaan VJP

kode pendekat	Tundaan			
	Tundaan Lalulintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan rata-rata simpang
U	174,38	3,48	177,85	143,4904
S	171,95	3,68	175,62	
T	151,69	3,42	155,11	
B	162,33	3,59	165,92	

- perancangan ulang dengan menambahkan *Fly Over* simpang perancangan ini dianalisis dengan menggunakan data LHR dan VJP.



Gambar Perancangan Ulang *Fly Over* Ring road Utara Gejayan

Tabel 13 Hasil Analisis LHR

kode pendekat	Arus jenuh (S)	waktu siklus yang disesuaikan	waktu hijau	Kapasitas
	Smp/jam	Detik	Detik	Smp/jam
U	4800	175,84	62,480	1574,132
S	4980		66,612	1908,869
T	6000		26,748	995,104
B	6000		24,160	941,6

Tabel 14 Hasil Analisis DS LHR

kode pendekat	Tipe Pendekat	Arus lalu lintas (Q)	derajat Jenuh
A (utara)	P	862,808	0,55
C (selatan)	P	1046,28	0,55
B (timur)	P	545,433	0,55
D (barat)	P	516,117	0,55

Tabel 15 Hasil Analisis Kendaraan Terhenti LHR

kode pendekat	Tipe Pendekat	jumlah kendaraan terhenti smp/jam
A (utara)	P	623,65
C (selatan)	P	740,18
B (timur)	P	456,04
D (barat)	P	435,28

Tabel 16 Hasil Analisis Tundaan LHR

kode pendekat	Tundaan			
	Tundaan Lalulintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan rata-rata simpang
U	45,62	2,94	48,56	44,95
S	43,02	3,31	46,33	
T	69,34	3,45	72,79	
B	71,15	3,98	75,13	

Tabel hasil analisis perancangan ulang *Fly Over* dengan menggunakan data VJP.

Tabel 17 Hasil Analisis VJP

kode pendekat	Arus jenuh (S)	waktu siklus yang disesuaikan	waktu hijau	Kapasitas
	Smp/jam	Detik	Detik	Smp/jam
U	4800	77,169	21,854	1204,279
S	4980		21,785	1349,340
T	6000		9,310	715,409
B	6000		4,219	391,665

Tabel 18 Hasil Analisis DS VJP

kode pendekat	Arus lalu lintas (Q)	derajat Jenuh
A (utara)	888,3	0,74
C (selatan)	995,3	0,74
B (timur)	527,7	0,74
D (barat)	288,9	0,74

Tabel 19 Hasil Analisis Kendaraan Terhenti VJP

kode pendekat	Tipe Pendekat	jumlah kendaraan terhenti smp/jam
A (utara)	P	762,19
C (selatan)	P	849,80
B (timur)	P	496,09
D (barat)	P	293,50

Tabel 20 Hasil Analisis Tundaan VJP

Kodpendekat	Tundaan			
	Tundaan Lalulintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan rata-rata simpang
U	27,75	3,12	30,87	26,94845
S	27,51	3,45	30,96	
T	37,26	3,57	40,84	
B	44,11	4,47	48,59	

3. Tabel Perbandingan Hasil Perencanaan Ulang dan Kondisi Eksisting

Tabel 21 Analisis Arus Lalu lintas *Ring road* Utara Gejayan

ANALISIS	LENGAN	EKSISTING	Waktu Siklus		Pelebaran	
		VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Alternatif 3	LHR Alternatif 4
Arus Lalu lintas (smp/jam)	Lengan U (Utara)	888,3	888,3	862,80	888,3	862,808
	Lengan S (Selatan)	1567,1	995,3	1046,28	995,3	1046,28
	Lengan T (Timur)	995,3	1568,4	1441,04	527,7	545,433
	Lengan B (Barat)	1601,5	1400,5	1264,90	288,9	516,117

Tabel 22 Analisis Kapasitas *Ring road* Utara Gejayan

ANALISIS	LENGAN	Eksisting	Waktu Siklus		Pelebaran	
		VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Alternatif 3	LHR Alternatif 4
Kapasitas simpang (smp/jam)	Lengan U (Utara)	661	928	1176	1204,279	1574,132
	Lengan S (Selatan)	915	1039	1426	1349,340	1908,869
	Lengan T (Timur)	1424	1638	1964	715,409	995,104
	Lengan B (Barat)	1707	1463	1724	391,665	941,618

Tabel 23 Analisis DS *Ring road* Utara Gejayan

ANALISIS	LENGAN	Eksisting	Waktu	Siklus	Pelebaran	
		VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Aternatif 3	LHR Alternatif 4
Derajat Kejenuhan	Lengan U (Utara)	1,50	0,96	0,73	0,74	0,55
	Lengan S (Selatan)	1,96	0,96	0,73	0,74	0,55
	LenganT (Timur)	0,62	0,96	0,73	0,74	0,55
	Lengan B (Barat)	0,84	0,96	0,73	0,74	0,55

Tabel 24 Analisis Waktu Siklus *Ring road* Utara Gejayan

ANALISIS	LENGAN	Eksisting	Waktu	Siklus	Pelebaran	
		VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Aternatif 3	LHR Alternatif 4
Waktu (det)	Lengan U (Utara)	24	81,498	40,723	21,854	62,480
	Lengan S (Selatan)	29	81,241	43,417	21,785	66,612
	Lengan T (Timur)	47	103,855	49,271	9,310	26,748
	Lengan B (Barat)	53	86,997	46,589	4,219	24,160

Tabel 25 Analisis Panjang Antrian *Ring road* Utara Gejayan

ANALISIS	LENGAN	Eksisting	Waktu Siklus		Pelebaran	
		VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Alternatif 3	LHR Alternatif 4
Panjang Antrian (m)	Lengan U (Utara)	197,183	197,183	84,507	56,338	84,50704225
	Lengan S (Selatan)	179,487	179,487	97,4359	53,8462	92,30769231
	Lengan T (Timur)	100	140	140	24	96
	Lengan B (Barat)	140	140	68	10	64

Tabel 26 Analisis Tundaan Rata-rata *Ring road* Utara Gejayan

Analisis	EKSISTING	waktu siklus		Pelebaran	
	VJP Eksisting	VJP Alternatif 1	LHR Alternatif 2	VJP Alternatif 3	LHR Alternatif 4
Tundaan (det/smp)	672,2915	143,4904	45,96431	26,94845	44,95
Tingkat Pelayanan	F(>60)	F(>60)	E(25,1-40)	F(40,1- 60)	E (25,1 -40)

## F. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kinerja simpang dan memberikan alternatif solusi untuk menormalisasi kinerja simpang agar berfungsi secara efisien dan dapat melayani pengguna jalan dengan baik.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang Berdasarkan hasil penelitian perhitungan adalah nilai derajat kejenuhan(DS), panjang antrian, tundaan, waktu siklus, dan kapasitas .
3. Alternatif yang digunakan untuk perancangan ulang pada penelitian ini adalah:
  - a. Perancangan ulang dengan menambah waktu hijau dengan data VJP(Alternatif 1),
  - b. Perancangan ulang dengan menambah waktu hijau dengan data LHR(Alternatif 2),
  - c. Perancangan ulang dengan menambah *Fly Over* dengan data VJP (Alternatif 3),
  - d. Perancangan ulang dengan menambah *Fly Over* dengan data LHR (Alternatif 4).

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis diatas dapat disimpulkan bahwa ke empat alternatif yang digunakan berhasil menurunkan nilai tundaan dan Derajat Kejenuhan namun walaupun semua alternatif yang dianalisis menurunkan nilai tundaan dan derajat kejenuhan dari kondisi eksisting alternatif 3 dan 4 merupakan alternatif yang paling efektif untuk perancangan ulang simpang karena terjadi banyak penurunan pada Derajat Kejenuhan (DS) dan Tundaan selain itu nilai DS dan tundaannya telah memenuhi angka standar keamanan yang disarankan oleh MKJI 1997, oleh karena itu alternatif 3 dan alternatif 4 direkomendasikan untuk perancangan ulang pada Simpang *Ring road* Utara Jalan Gejayan Sleman Yogyakarta karena telah meningkatkan layanan simpang yang pada kondisi eksistingnya level layanannya F setelah dilakukan perancangan ulang dengan penambahan *Fly Over* pada lengan timur dan barat berubah menjadi C.

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian berhasil karena alternatif solusi 3 dan 4 atau fly over yang dianalisis berhasil meningkatkan kinerja



dan pelayanan simpang yang pada kondisi eksistingnya buruk kini membaik dengan nilai tingkat pelayanan C.

## **B. SARAN**

Berdasarkan hasil kesimpulan dan permasalahan di lapangan, maka saran yang dapat saya berikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian yang akan datang diharapkan menggunakan evaluasi dengan metode dan referensi yang terbaru selain MKJI 1997 karena metode ini sudah cukup lama dan kurang sesuai dengan kondisi jalan saat ini.
2. Untuk penelitian yang akan datang perlu dilakukan simulasi dengan menggunakan program komputer agar menampilkan hasil visual.
3. Perlu adanya penambahan waktu hijau yang baru.
4. Perlu adanya penambahan *Fly Over*

## DAFTAR PUSTAKA

Directorat Jenderal Bina Marga Bina Jalan kota (BINKOT), Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.

Munawar, Ahmad, 2004, *Manajemen Lalintas Perkotaan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Munawar, Ahmad, 2005, *Dasar – Dasar Teknik Transportasi*, Beta Offset, Yogyakarta.

Malkhamah, Siti, 1994, *Survei Lampu Lalulintas Dan Pengantar Manajemen Lalulintas*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Morlok, E.K., 1988, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.

Peraturan Menteri Perhubungan, 2006, *Manajemen Dan Rekayasa Lalulintas Di Jalan*, Menteri Perhubungan, Jakarta.

Peraturan pemerintah nomor 43, 1993, *Prasarana dan Lalulintas Jalan*, Departemen Perhubungan, Jakarta.

Peraturan Menteri No 96, 2015, *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu lintas*, Menteri Perhubungan Republik Indonesia

Tamin, O.Z, 1997, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.

Undang-Undang No 22 tahun 2009, *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Pustaka Yustisia, Yogyakarta.

