

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. SIMPANG

1. Data Masukkan

a) Kondisi Geometrik dan lingkungan persimpangan

Berdasarkan hasil survei kondisi lingkungan dan geometrik persimpangan Jalan Imogiri Barat Km 9,5, Yogyakarta dilakukan dengan pengamatan visual serta melakukan pengukuran pada lokasi penelitian. Nilai geometrik dan data lingkungan simpang pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.1 Data geometrik Jalan Imogiri Barat

Nama Jalan	Lebar efektif (meter)		
	Lebar Pendekat	Lebar Masuk	Lebar Keluar
Jalan Imogiri Barat (U)	3,1	3	3,1
Jalan Imogiri Barat (S)	3,3	3	3,3
Jalan Sulthan Agung (T)	3,3	3	3,3
Jalan Sulthan Agung (B)	3	3	3

Tabel 5.2 Data lingkungan Jalan Imogiri Barat

Nama Jalan	Kondisi Lingkungan	Hambatan Samping	Median	Kelandaian (%)	BKiJT
Jalan Imogiri Barat (U)	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
Jalan Imogiri Barat (S)	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
Jalan Sulthan Agung (T)	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
Jalan Sulthan Agung (B)	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak

b) Pengoperasian Lalu Lintas (fase)

Kondisi lalu lintas pada simpang bersinyal terdiri dari jumlah fase, waktu msing-masing fase dan gerakan sinyal. Gerakan sinyal terdiri dari waktu hijau, kuning dan merah. Lokasi penelitian ini merupakan persimpangan

dengan empat fase. Lamanya waktu pengoperasian sinyal lalu lintas di Jalan Imogiri Barat sebagai berikut.

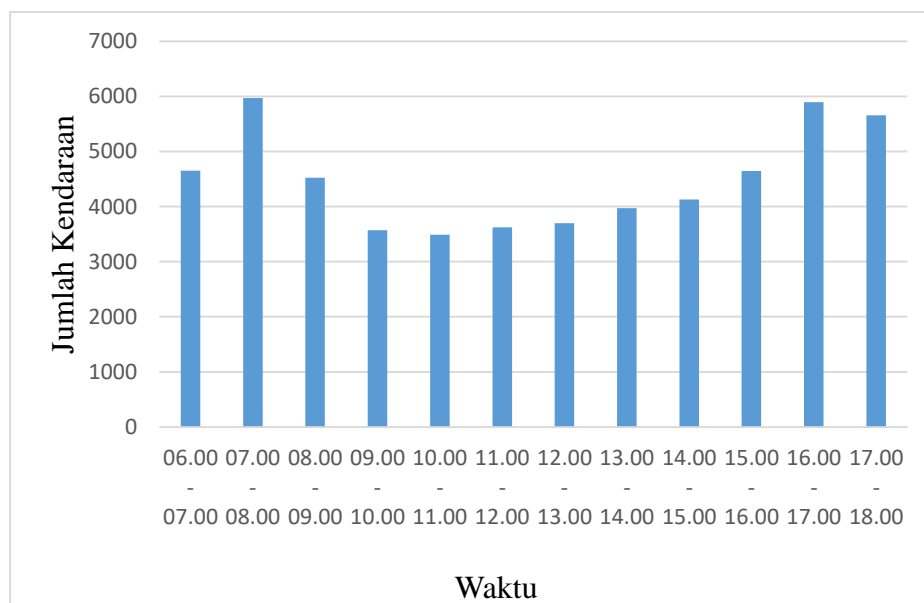
Tabel 5.3 Kondisi persinyalan dan tipe pendekat

Sinyal	Tipe Pendekat	Waktu (detik)			
		Merah	Hijau	Kuning	All Red
Fase 1 (U)	Terlindung (P)	65	16	3	3
Fase 2 (s)	Terlindung (P)	65	16	3	3
Fase 3 (T)	Terlindung (P)	65	16	3	3
Fase 4 (B)	Terlindung (P)	65	16	3	3

2. Data Lalu Lintas

a) Kondisi Volume Jam Puncak

Berdasarkan hasil pengumpulan data di simpang Imogiri Barat pada hari Selasa 23 Mei 2017 dan hari Minggu 28 Mei 2017 di dapatkan kondisi volume jam puncak berada pada hari Selasa jam 0700-08.00 dengan jumlah kendaraan sebesar 5969 kendaraan.



Gambar 5.1 Grafik lalu lintas wilayah penelitian

b) Kondisi Arus Lalu Lintas Perjam

Berdasarkan pengumpulan data hasil survei didapatkan arus lalu lintas pada jam puncak pada table berikut

Tabel 5.4 Data lalu lintas di Jalan Imogiri Barat Km 9,5

Interval	Lengan	KB	KR	SM	KTB
07.00-08.00	U ke T (kiri)	0	16	97	6
	U ke S (Lurus)	2	53	459	6
	U ke B (kanan)	3	32	184	6
	S ke B (kiri)	2	13	126	6
	S ke U (lurus)	9	76	1769	15
	S ke T (Kanan)	5	18	301	6
	T ke S (kiri)	7	35	260	10
	T ke B (Lurus)	10	54	626	8
	T ke U (Kanan)	1	23	452	8
	B ke U (Kiri)	1	13	209	5
	B ke T (Lurus)	5	26	511	8
B ke S (Kanan)	4	26	179	11	

3. Analisis Data

a) Arus Jenuh (S)

Nilai arus jenuh diperoleh dari mengalikan arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor-faktor penyesuaiannya seperti faktor penyesuaian terhadap ukuran kota (F_{UK}), faktor hambatan samping (F_{HS}), faktor penyesuaian kelandaian (F_G), faktor penyesuaian parkir (F_P), faktor penyesuaian belok kiri (F_{BK_i}) dan faktor penyesuaian belok kanan (F_{BK_a}).

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

1) Arus Jenuh Dasar

Nilai arus jenuh dasar dapat ditentukan dengan persamaan berikut
 $S_o = 600 \times L_E$ Dari hasil penelitian di lapangan lebar efektif pada setiap lengan sebagai berikut:

Tabel 5.5 Lebar efektif setiap lengan

Tipe Pendekat	Lebar Efektif (meter)
Utara	3,1
Selatan	3,3
Timur	3,3
Barat	3

Contoh perhitungan arus jenuh dasar pada lengan Utara dapat dihitung dengan persamaan diatas sebagai berikut

$$S_o = 600 \times 3,1$$

$$= 1860 \text{ Skr/Jam}$$

Tabel 5.6 Nilai arus jenuh dasar

Tipe Pendekat	Arus Jenuh Dasar (skr/jam)
U	1860
S	1980
T	1920
B	1800

2) Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor ukuran kota diketahui dari Tabel 3.3 dengan menyesuaikan jumlah penduduk Kabupaten Bantul sebesar 971,511 jiwa (Badan Pusat Statistik 2016)

3) Faktor Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping diperoleh melalui rasio kendaraan tak bermotor dan menghitung dari tabel 3.4 pada setiap lengan

Tabel 5.7 Nilai faktor hambatan samping setiap lengan

Lengan	Hambatan Samping	Tipe	Nilai faktor hambatan samping
U	Rendah	Komersial	0,95
S	Rendah	Komersial	0,95
T	Rendah	Komersial	0,95
B	Rendah	Komersial	0,95

4) Faktor penyesuaian kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian diperoleh dari gambar 3.3 diambil tingkat kelandaian 0% sehingga nilai faktor penyesuaian kelandaian sebesar 1,0.

5) Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Faktor penyesuaian parkir pada penelitian ini berdasarkan data lapangan yang disesuaikan pada gambar 3.4 dari hasil pengamatan lapangan tidak adanya kendaraan yang berhenti untuk parkir pada setiap lengan sehingga nilai F_p diketahui sebesar 1.

6) Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri diperoleh melalui rasio kendaraan belok kiri pada formulir SIS II (lampiran). Contoh perhitungan untuk F_{BK_i} pada jam 07.00-08.00 dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} F_{BK_i} &= 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,13 \times 0,16 \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

dengan $R_{BK_i} = 0,13$ (SIS II kolom 15)

7) Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian belok kiri diperoleh melalui rasio kendaraan belok kiri pada formulir SIS II (lampiran). Contoh perhitungan untuk F_{BK_i} pada jam 07.00-08.00 dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} F_{BK_a} &= 1,0 + R_{BK_a} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,26 \times 0,26 \\ &= 1,07 \end{aligned}$$

dengan $R_{BK_a} = 0,26$ (SIS II kolom 16)

Contoh perhitungan arus jenuh (S) pada lengan Utara pada interval 07.00-08.00

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\ &= 1860 \times 0,95 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,98 \times 1,07 \\ &= 1734,89 \text{ ekr/jam} \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Nilai arus jenuh

Kode Pendekat	Nilai dasar skr/jam S_o	Faktor Koreksi						Nilai arus jenuh disesuaikan skr/jam hijau S
		Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P		
		ukuran kota F_{UK}	Hambatan samping F_{HS}	kela-ndain F_G	Parkir F_P	Belok kanan F_{BKA}	Belok Kiri F_{BKI}	
U	1860	0,94	0,95	1	1	1,07	0,98	1734,89
S	1980	0,94	0,95	1	1	1,04	0,99	1814,54
T	1920	0,94	0,95	1	1	1,08	0,97	1797,91
B	1800	0,94	0,95	1	1	1,06	0,96	1634,91

b) Kapasitas dan Derajat Jenuh

1) Kapasitas

Besarnya nilai kapasitas (C) tergantung pada arus jenuh dan rasio waktu hijau pada masing-masing pendekat dan dapat dilihat pada

formulir SIS IV. Persamaan yang digunakan dalam menghitung kapasitas sebagai berikut

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

Contoh perhitungan kapasitas pada lengan Utara

$$S = 1734,89$$

$$H = 16 \text{ detik}$$

$$c = 87 \text{ detik } (65 + 16 + 3 + 3)$$

sehingga

$$\begin{aligned} C &= S \times \frac{H}{c} \\ &= 1734,89 \times \frac{16}{87} \\ &= 311,89 \end{aligned}$$

Tabel 5.9 Nilai kapasitas

Kode Pendekat	Arus Jenuh (S)	Waktu Hijau (H)	Waktu Siklus yang Di sesuaikan (c)	Kapasitas (C)
U	1734,89	16	87	311,89
S	1814,54	16		326,21
T	1797,91	16		323,22
B	1634,91	16		293,92

2) Derajat Kejenuhan

Contoh perhitungan nilai derajat kejenuhan pada lengan Utara dengan persamaan berikut

$$\begin{aligned} D_j &= \frac{Q}{C} \\ &= 218,5 / 311,89 \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Nilai Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	Tipe pendekat	Arus lalu lintas (Q) Skr/jam	Kapasitas (C) Skar/jam	Derajat Kejenuhan (Dj)
U	P	218,5	311,89	0,70
S	P	457,2	326,21	1,40
T	P	336,1	323,22	1,04
B	P	212,85	293,92	0,72

c) Panjang Antrian

Nilai derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Karena nilai $DJ > 0,5$ maka persamaan yang digunakan

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times c \left\{ \left(D_j - 1 \right)^2 + \sqrt{\left(D_j - 1 \right)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right\}$$

Contoh perhitungan pada lengan Utara

$$N_{Q1} = 0,25 \times 307,18 \times \left\{ \left(0,83 - 1 \right)^2 + \sqrt{\left(0,83 - 1 \right)^2 + \frac{8 \times (0,83 - 0,5)}{307,18}} \right\}$$

$$= 1,84$$

Kemudian jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ2) dihitung dengan persamaan

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

Contoh perhitungan NQ2 pada lengan Utara

$$N_{Q2} = 87 \times \frac{(1 - 0,18)}{(1 - 0,18 \times 0,83)} \times \frac{255,5}{3600}$$

$$= 4,95$$

$$NQ = N_{Q1} + N_{Q2}$$

$$= 1,84 + 4,95$$

$$= 6,79$$

Panjang antrian (PA) pada suatu pendekat adalah hasil perkalian jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau (NQ) dengan luas rata-rata yang

dipergunakan per ekr yaitu 20 m², dibagi lebar masuk (m) sesuai persamaan

$$\begin{aligned}
 PA &= N_{Q_{max}} \times \frac{20}{LM} \\
 &= 10 \times 20/3,1 \\
 &= 64,72 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai dari panjang antrian pada tiap lengan dapat dilihat dari tabel berikut

Tabel 5.11 Nilai panjang antrian

Kode pendekat	NQ1 (skr)	NQ2 (skr)	NQ (skr)	NQmax (skr)	PA (skr)
T	1,84	4,95	6,79	10	64,72
S	67,67	12,15	79,82	62	375,76
T	13,10	8,20	21,30	29	181,25
B	0,80	4,84	5,64	9,3	62,00

d) Rasio Kendaraan Terhenti

Contoh perhitungan rasio kendaraan henti pada lengan Utara dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 Rkh &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{7,79}{255,50 \times 18} \times 3600 \\
 &= 1,16 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

Keterangan

NQ = jumlah antrian total, form SIS IV kolom 8

Q = arus lalu lintas, form SIS V kolom 2

c = waktu siklus disesuaikan, form SIS IV

Tabel 5.12 Nilai rasio kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	NQ (skr)	Rkh (skr)
U	218,5	87	6,79	1,16
S	457,2	87	79,82	6,50

Tabel 5.12 Lanjutan Nilai rasio kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	NQ (skr)	Rkh (skr)
T	336,1	87	21,30	2,99
B	212,85	87	5,50	0,97

Contoh perhitungan jumlah kendaraan henti pada lengan Utara dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 N_H &= Q \times R_{KH} \\
 &= 218,5 \times 1,16 \\
 &= 253,19 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Nilai jumlah kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Rkh (skr)	NH (skr)
U	218,5	1,16	253,19
S	457,2	7,50	3430,54
T	336,1	2,99	1005,68
B	212,85	0,97	206,74

e) Tundaan

1) Tundaan Lalu Lintas

Contoh perhitungan analisis tundaan lalu lintas pada lengan Utara dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 T_L &= c \times \frac{0,5 \times (1 - Rh)^2}{(1 - Rh \times Dj)} + \frac{N_{Q! \times 3600}}{c} \\
 T_L &= 87 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,18)^2}{(1 - 0,18 \times 0,83)} + \frac{5,95 \times}{307,15} \\
 &= 54,90 \text{ det/skr}
 \end{aligned}$$

Keterangan

c = waktu siklus disesuaikan, form SIS IV

NQ1 = form SIS V kolom 6

RH = rasio hijau form SIS V kolom 5

2) Tundaan Geometrik

Contoh perhitungan analisis tundaan lalu lintas pada lengan Utara dengan persamaan

$$T_G = (1 - Rkh) \times Pb \times 6 + (Rkh \times 4)$$

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - 1,14) \times (0,13 + 0,26) \times 6 + (1,14 \times 4) \\ &= 4,26 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Keterangan

RKH = rasio kendaraan terhenti, form SIS V kolom 11

RBKi = rasio kendaraan belok kiri, form SIS IV kolom 5

RBKa = rasio kendaraan belok kanan, form SIS IV kolom 6

3) Tundaan Rata-rata

Contoh perhitungan tundaan rata-rata pada lengan Utara dengan persamaan

$$T = Tl + Tg$$

$$= 54,90 + 4,26$$

$$= 59,17 \text{ det/skr}$$

4) Tundaan Total

Contoh perhitungan tundaan total pada lengan Utara dengan persamaan

$$T_{total} = T \times Q$$

$$= 59,17 \times 218,5$$

$$= 12927,77 \text{ ekr/det}$$

Tabel 5.14 Nilai tundaan

Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (TL) (det/skr)	Tundaan Geometri (TG) (det/skr)	Tundaan Rata-rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (ekr/det)	Tundaan Rata-rata simpang	Tingkat pelayanan
U	54,90	4,26	59,17	12927,77	370,56	F
S	989,83	22,19	1012,02	462694,12		
T	254,69	5,63	260,33	87495,99		
B	42,02	3,96	45,98	9786,34		

B. RUAS JALAN

1. Data Masukan

a) Kondisi Geometrik dan lingkungan Ruas Jalan

Berdasarkan hasil survei kondisi lingkungan dan geometrik Ruas Jalan Imogiri Barat Km 9,5, Yogyakarta dilakukan dengan pengamatan visual serta melakukan pengukuran pada lokasi penelitian. Nilai geometrik dan data lingkungan simpang pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.15 Data Geometri jalan Imogiri Barat

NO	Keterangan	Data geometrik jalan
1	Nama jalan	Jalan imogiri barat km 6
2	Tipe jalan	Jalan 2 lajur 2 alur tak terbagi
3	Lebar jalan	6 meter
4	Median	Tidak ada
5	Bahu	1,5 meter

b) Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari badan pusat statistik Daerah bantul tahun 2016 adalah 971.511 jiwa. Disesuaikan dengan tabel mengenai faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{UK}), kabupaten bantul memiliki nilai 0,86 karena jumlah penduduknya 971.511 jiwa dan kurang dari 1.000.000 jiwa.

2. Data Lalu Lintas

Data dianalisis dengan menggunakan PKJI 2014 dengan mengubah volume kendaraan dari kendaraan per-jam menjadi skr per-jam, harus diketahui nilai ekivalensi kendaraan ringan (EKR) untuk masing-masing kendaraan. Dengan mengetahui jumlah arus lalu-lintas dalam kendaraan per-jam maka dapat diketahui nilai Ekr, untuk lebih jelasnya seperti tabel ekivalensi mobil penumpang untuk jalan perkotaan tak terbagi. Contoh perhitungan lalu-lintas pada pada hari Selasa, kendaraan berat 1, kendaraan

ringan 106, dan sepeda motor 1913. Maka arus lalu lintas dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = (1 \times 1,2) + (181 \times 1,0) + (2659 \times 0,35) \\ = 1112,85 \text{ skr/jam}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5.16 jumlah volume kendaraan dari kend/jam ke skr/jam pada hari Selasa.

PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN							Jumlah kend/jam	Jumlah skr/jam
	HV : 1.2		LV : 1.0		MC : 0.35		UM		
	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam		
06.00 - 07.00	1	1,2	181	181	2659	930,65	44	2885	1112,85
07.00 - 08.00	54	64,8	258	258	4007	1402,45	53	4372	1725,25
08.00 - 09.00	26	31,2	274	274	2217	775,95	53	2570	1081,15
09.00 - 10.00	44	52,8	303	303	1623	568,05	54	2024	923,85
10.00 - 11.00	44	52,8	318	318	1519	531,65	48	1929	902,45
11.00 - 12.00	51	61,2	335	335	1636	572,6	41	2063	968,8
12.00 - 13.00	52	62,4	312	312	1736	607,6	53	2153	982
13.00 - 14.00	52	62,4	352	352	1861	651,35	51	2316	1065,75
14.00 - 15.00	44	52,8	369	369	1909	668,15	59	2381	1089,95
15.00 - 16.00	48	57,6	358	358	2207	772,45	72	2685	1188,05
16.00 - 17.00	35	42	340	340	3544	1240,4	73	3992	1622,4
17.00 - 18.00	34	40,8	295	295	3153	1103,55	58	3540	1439,35
Total	485	582	3695	3695	28071	9824,85	659	32910	14101,85

Tabel 5.17 Jumlah volume kendaraan dari kend/jam ke skr/jam pada hari Minggu

PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN							Jumlah kend/jam	Jumlah skr/jam
	HV : 1.2		LV : 1.0		MC : 0.35		UM		
	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam		
06.00 - 07.00	25	30	193	193	1195	418,25	22	1435	641,25
07.00 - 08.00	44	52,8	243	243	1591	556,85	27	1905	852,65
08.00 - 09.00	41	49,2	278	278	1361	476,35	22	1702	803,55
09.00 - 10.00	50	60	295	295	1401	490,35	27	1773	845,35
10.00 - 11.00	50	60	282	282	1390	486,5	26	1748	828,5
11.00 - 12.00	50	60	295	295	1338	468,3	17	1700	823,3
12.00 - 13.00	50	60	327	327	1475	516,25	29	1881	903,25
13.00 - 14.00	46	55,2	293	293	1431	500,85	29	1799	849,05
14.00 - 15.00	47	56,4	280	280	1544	540,4	29	1900	876,8

Tabel 5.17 Jumlah volume kendaraan dari kenda/jam ke skr/jam pada hari Minggu

PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN							Jumlah kend/jam	Jumlah skr/jam
	HV : 1.2		LV : 1.0		MC : 0.35		UM		
	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam		
15.00 - 16.00	45	54	311	311	1804	631,4	37	2197	996,4
16.00 - 17.00	35	42	339	339	2211	773,85	42	2627	1154,85
17.00 - 18.00	33	39,6	243	243	1823	638,05	24	2123	920,65
Total	516	619,2	3379	3379	18564	6497,4	331	22790	10495,6

3. Analisi Data

a) Hambatan samping

Letak Jalan Imogiri Barat km 9,5 terdapat pabrik, rumah makan, dan terdapat pedagang kaki lima, namun pabrik, rumah makan maupun pedagang kaki lima tidak terlalu ramai, sehingga tidak terlalu mengganggu arus lalu lintas. Hambatan samping yang sering terjadi pada keluar masuknya kendaraan dibandingkan pejalan kaki, kendaraan parkir, maupun kendaraan yang melambat. Dalam menentukan hambatan samping terdapat bobot koefisiensi untuk menentukan jenis hambatan tersebut termasuk kateria hambatan samping sangat rendah, rendah, medium, tinggi, dan tinggi dalam kejadian per-jam. Frekuensi bobot untuk menentukan kelas hambatan samping dapat dilihat pada tabel 3. contoh perhitungan untuk menentukan kelas hambatan, pejalan kaki 0, kendaraan parkir 0, kendaraan keluar masuk 18, kendaraan lambat 0, berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned} \text{Hambatan samping} &= (1 \times 0,5) + (0 \times 1) + (14 \times 0,7) + (0 \times 0,4) \\ &= 12,4 \text{ kejadian perjam} \end{aligned}$$

Sehingga $12,4 < 100$ maka kelas hambatan termasuk kelas sangat rendah berikut perhitungan selanjutnya.

Tabel 5.18 Hambatan samping Utara ke Selatan pada hari Selasa

Waktu	Jenis Hambatan Samping								Total Kejadian /jam	Total Bobot	Kelas hambatan samping
	Pejalan kaki = 0,5		Kend. Parkir = 1,0		Kend keluar/masuk = 0,7		Kend lambat = 0,4				
	Kejadian	Bobot	Kejadian	Bobot	Kejadian	Bobot	Kejadian	Bobot			
06.00 - 06.15	0	0	0	0	5	3,5	0	0	15	12,4	VL
06.15 - 06.30	0	0	0	0	4	3,5	0	0			
06.30 - 06.45	0	0	0	0	1	0	0	0			
06.45 - 07.00	1	0,5	0	0	4	4,9	0	0			
07.00 - 07.15	0	0	0	0	2	3,5	0	0	23	14,7	VL
07.15 - 07.30	0	0	0	0	5	2,8	0	0			
07.30 - 07.45	0	0	0	0	9	5,6	0	0			
07.45 - 08.00	0	0	0	0	7	2,8	0	0			
08.00 - 08.15	0	0	0	0	6	4,2	0	0	26	18,2	VL
08.15 - 08.30	0	0	0	0	6	3,5	0	0			
08.30 - 08.45	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
08.45 - 09.00	0	0	0	0	6	4,9	0	0			
09.00 - 09.15	1	0,5	0	0	15	7	0	0	53	35,3	VL
09.15 - 09.30	0	0	0	0	12	9,1	0	0			
09.30 - 09.45	1	0,5	0	0	9	7,7	0	0			
09.45 - 10.00	0	0	0	0	15	10,5	0	0			
10.00 - 10.15	0	0	0	0	12	7,7	0	0	46	32	VL
10.15 - 10.30	0	0	0	0	12	8,4	0	0			
10.30 - 10.45	1	0,5	0	0	12	9,8	0	0			
10.45 - 11.00	0	0	0	0	9	5,6	0	0			
11.00 - 11.15	0	0	0	0	14	7,7	0	0	62	38	VL
11.15 - 11.30	0	0	0	0	13	8,4	0	0			
11.30 - 11.45	3	1,5	0	0	12	10,5	0	0			
11.45 - 12.00	3	1,5	0	0	17	8,4	0	0			
12.00 - 12.15	1	0,5	0	0	12	9,8	0	0	51	37,6	VL
12.15 - 12.30	0	0	0	0	19	9,8	0	0			
12.30 - 12.45	0	0	0	0	6	6,3	0	0			
12.45 - 13.00	0	0	0	0	13	11,2	0	0			
13.00 - 13.15	4	2	0	0	12	6,3	0	0	34	24	VL
13.15 - 13.30	0	0	0	0	9	5,6	0	0			
13.30 - 13.45	2	1	0	0	2	1,4	0	0			
13.45 - 14.00	0	0	0	0	5	7,7	0	0			

Tabel 5.18 Lanjutan Hambatan samping Utara ke Selatan pada hari Selasa

Waktu	Jenis Hambatan Samping								Total Kejadian /jam	Total Bobot	Kelas hambatan samping
	Pejalan kaki = 0,5		Kend. Parkir = 1,0		Kend keluar/masuk = 0,7		Kend lambat = 0,4				
	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot			
14.00 - 14.15	0	0	0	0	7	4,9	0	0	25	14,3	VL
14.15 - 14.30	0	0	0	0	4	3,5	0	0			
14.30 - 14.45	2	1	0	0	3	2,1	0	0			
14.45 - 15.00	0	0	0	0	9	2,8	0	0			
15.00 - 15.15	0	0	0	0	4	2,8	0	0	23	12,9	VL
15.15 - 15.30	2	1	0	0	9	3,5	0	0			
15.30 - 15.45	0	0	0	0	3	2,1	0	0			
15.45 - 16.00	0	0	0	0	5	3,5	0	0			
16.00 - 16.15	0	0	0	0	7	4,9	0	0	32	21,7	VL
16.15 - 16.30	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
16.30 - 16.45	0	0	0	0	9	5,6	0	0			
16.45 - 17.00	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
17.00 - 17.15	0	0	0	0	8	3,5	0	0	20	5,6	VL
17.15 - 17.30	0	0	0	0	4	1,4	0	0			
17.30 - 17.45	0	0	0	0	5	0	0	0			
17.45 - 18.00	0	0	0	0	3	0,7	0	0			

Tabel 5.19 Hambatan samping Selatan ke Utara pada hari Selasa

Waktu	Jenis Hambatan Samping								Total Kejadi an /jam	Total Bobot	Kelas hambatan samping
	Pejalan kaki = 0,5		Kend. Parkir = 1,0		Kend keluar/masuk = 0,7		Kend lambat = 0,4				
	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot			
06.00 - 06.15	0	0	0	0	3	1,4	0	0	8	4,2	VL
06.15 - 06.30	0	0	0	0	1	0,7	0	0			
06.30 - 06.45	0	0	0	0	1	0,7	0	0			
06.45 - 07.00	1	0	0	0	2	1,4	0	0			
07.00 - 07.15	0	0	0	0	6	4,2	0	0	27	18,5	VL
07.15 - 07.30	2	0	0	0	7	4,9	0	0			
07.30 - 07.45	0	1	0	0	5	3,5	0	0			
07.45 - 08.00	0	0	0	0	7	4,9	0	0			
08.00 - 08.15	0	0	0	0	6	4,2	0	0	35	22,4	VL
08.15 - 08.30	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
08.30 - 08.45	3	0	0	0	8	5,6	0	0			

Waktu	Jenis Hambatan Samping								Total	Total	Kelas hambatan samping
	Pejalan kaki = 0,5		Kend. Parkir = 1,0		Kend keluar/masuk = 0,7		Kend lambat = 0,4				
	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an	Bobot	Kejadi an /jam	Bobot	
08.45 - 09.00	0	0	0	0	10	7	0	0			
09.00 - 09.15	0	0	0	0	9	6,3	0	0	41	26,9	VL
09.15 - 09.30	1	1	0	0	10	7	0	0			
09.30 - 09.45	0	0	0	0	10	7	0	0			
09.45 - 10.00	3	0	0	0	8	5,6	0	0			
10.00 - 10.15	0	0	0	0	11	7,7	0	0	47	33,4	VL
10.15 - 10.30	0	0	0	0	15	10,5	0	0			
10.30 - 10.45	0	0,5	0	0	9	6,3	0	0			
10.45 - 11.00	0	0	0	0	12	8,4	0	0			
11.00 - 11.15	0	0	0	0	11	7,7	0	0	45	30,8	VL
11.15 - 11.30	0	0	0	0	12	8,4	0	0			
11.30 - 11.45	0	0	0	0	9	6,3	0	0			
11.45 - 12.00	1	0	0	0	12	8,4	0	0			
12.00 - 12.15	5	1,5	0	0	15	10,5	0	0	54	32,7	VL
12.15 - 12.30	6	1	0	0	9	6,3	0	0			
12.30 - 12.45	2	1,5	0	0	9	6,3	0	0			
12.45 - 13.00	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
13.00 - 13.15	0	0	0	0	13	9,1	0	0	49	33,4	VL
13.15 - 13.30	1	0	0	0	12	8,4	0	0			
13.30 - 13.45	0	0	0	0	10	7	0	0			
13.45 - 14.00	1	0,5	0	0	12	8,4	0	0			
14.00 - 14.15	0	0	0	0	8	5,6	0	0	39	29,3	VL
14.15 - 14.30	0	0	0	0	8	5,6	0	0			
14.30 - 14.45	0	2	0	0	11	7,7	0	0			
14.45 - 15.00	0	0	0	0	12	8,4	0	0			
15.00 - 15.15	0	0	0	0	10	7	0	0	34	23,1	VL
15.15 - 15.30	0	0	0	0	12	8,4	0	0			
15.30 - 15.45	0	0	0	0	3	2,1	0	0			
15.45 - 16.00	1	0	0	0	8	5,6	0	0			
16.00 - 16.15	0	0	0	0	8	5,6	0	0	35	23,8	VL
16.15 - 16.30	1	0	0	0	8	5,6	0	0			
16.30 - 16.45	0	0	0	0	9	6,3	0	0			
16.45 - 17.00	0	0	0	0	9	6,3	0	0			

b) Kapasitas

Data lengkap untuk menentukan arus lalu lintas untuk menentukan kapasitas :

- Tipe jalan 2 lajur 2 jalur tak terbagi, jadi C_0 sebesar 2900 skr/jam (Tabel 3.11).
- Lebar jalur efektif lalu lintas total kedua arah 7 meter, maka FC_{LJ} sebesar 1 (Tabel 3.12).
- Untuk jalan tak terbagi, FC_{PA} ditetapkan dengan Tabel 3.13 sebesar 1,00.
- Lebar bahu sebesar 1,5 meter dan mempunyai hambatan samping SR dengan nilai FC_{HS} sebesar 0,99 (Tabel 3.14).
- Jumlah penduduk kabupaten Bantul mencapai 971.511 jiwa sehingga FC_{UK} sebesar 0,86 (Tabel 3.16).

Dari data arus lalu lintas diatas maka didapat kapasitas seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.22 Nilai kapasitas ruas jalan.

Hari	Kapasitas dasar C_0	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				kapasitas C skr/jam
		Lebar jalur	Pemisah arah	Hambatan samping	Ukuran kota	
		FC_{LJ}	FC_{PA}	FC_{HS}	FC_{UK}	
Minggu	2900	0,87	1	0,99	0,94	2347,90
Selasa	2900	0,87	1	0,99	0,94	2347,90

Dari tabel tersebut maka didapatkan nilai kapasitas untuk ruas jalan pada hari minggu dan hari selasa sebesar 2148,08 skr/jam.

c) Derajat Jenuh

Derajat jenuh dihitung dengan menggunakan volume dan kapasitas yang dinyatakan dalam skr/jam. Lebih jelasnya dapat dilihat tabel sebagai berikut menggunakan persamaan 3.3.

Tabel 5.23 Derajat jenuh pada hari minggu

PERIODE WAKTU	Volume (skr/jam) Q	Kapasitas (skr/jam) C	Derajat kejenuhan Q/C
06.00 - 07.00	641,25	2347,90	0,273
07.00 - 08.00	852,65	2347,90	0,363
08.00 - 09.00	803,55	2347,90	0,342
09.00 - 10.00	845,35	2347,90	0,360
10.00 - 11.00	828,5	2347,90	0,353
11.00 - 12.00	823,3	2347,90	0,351
12.00 - 13.00	903,25	2347,90	0,385
13.00 - 14.00	849,05	2347,90	0,362
14.00 - 15.00	876,8	2347,90	0,373
15.00 - 16.00	996,4	2347,90	0,424
16.00 - 17.00	1154,85	2347,90	0,492
17.00 - 18.00	920,65	2347,90	0,392

Tabel 5.24 Derajat jenuh pada hari selasa.

PERIODE WAKTU	Volume (skr/jam) Q	Kapasitas (skr/jam) C	Derajat kejenuhan Q/C
06.00 - 07.00	1112,85	2347,90	0,474
07.00 - 08.00	1725,25	2347,90	0,735
08.00 - 09.00	1081,15	2347,90	0,460
09.00 - 10.00	923,85	2347,90	0,393
10.00 - 11.00	902,45	2347,90	0,384
11.00 - 12.00	968,8	2347,90	0,413
12.00 - 13.00	982	2347,90	0,418
13.00 - 14.00	1065,75	2347,90	0,454
14.00 - 15.00	1089,95	2347,90	0,464
15.00 - 16.00	1188,05	2347,90	0,506
16.00 - 17.00	1622,4	2347,90	0,691
17.00 - 18.00	1439,35	2347,90	0,613
Rata-rata	1175,154167	2347,9038	0,501

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa arus lalu-lintas di ruas jalan imogiri barat km 9,5 tergolong lancar melayani arus lalu lintas yang melewatinya, karena nilai Dj relatif kecil yaitu 0,407 dan 0,545. Menurut

PKJI 2014, nilai DS maksimum adalah 0,75, jika derajat jenuh yang diperoleh terlalu tinggi ($DS > 0,75$) maka pengguna manual mungkin ingin merubah asumsi yang berkaitan dengan penampang melintang jalan dan sebagainya, dengan kata lain yaitu melebarkan jalan tersebut

d) Kecepatan Arus bebas

Data lengkap untuk menentukan arus lalu lintas untuk menentukan kecepatan arus bebas :

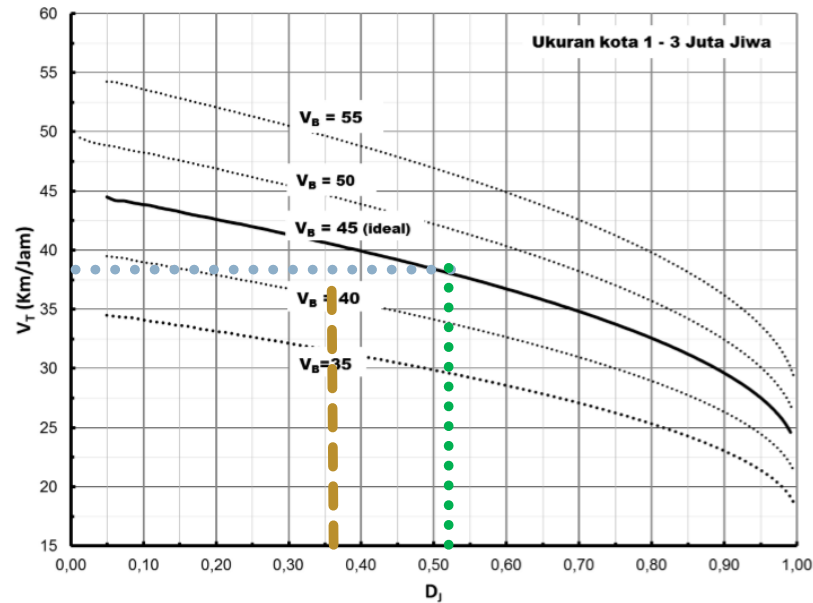
- a. Tipe jalan 2 lajur 2 jalur tak terbagi dengan kecepatan arus pada kendaraan ringan, jadi V_{BD} sebesar 44.
- b. Lebar jalur efektif lalu lintas total kedua arah 6 meter, maka V_{BL} sebesar -3.
- c. Lebar bahu sebesar 1,5 meter dan mempunyai hambatan samping LV dengan nilai FV_{BHS} sebesar 1,01.
- d. Jumlah penduduk kabupaten Bantul encapai 971.511 jiwa sehingga FV_{uk} sebesar 0,90

Dari data arus lalu lintas diatas maka didapat kecepatan arus bebas menggunakan persamaan 3.4 seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.25 kecepatan arus bebas lalu lintas.

Hari	kecepatan arus bebas dasar	faktor penyesuaian untuk lebar jalur	$V_{BD} + V_{BL}$	Faktor penyesuaian hambatan samping	ukuran kota	kecepatan arus bebas
	V_{BD}	V_{BL}		FV_{BHS}	FV_{uk}	V_B
Minggu	44	-3	41	1,01	0,95	39,3
Selasa	44	-3	41	1,01	0,95	39,3

Dari tabel diatas diperoleh kecepatan arus bebas pada hari minggu dan hari selasa sebesar 39,3 km/jam



Hubungan D_j dengan kecepatan rata-rata, didapatkan kecepatan rata-rata kendaraan ringan sesungguhnya untuk kondisi yang dianalisa pada hari minggu sebesar 42 km/jam dan pada hari selasa sebesar 44 km/jam.

C. PEMBAHASAN

1. Persimpangan

Hasil dari analisis perhitungan dengan menggunakan rumus Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 bahwa pada kondisi eksisting simpang Imogiri Barat km 9,5 Yogyakarta menunjukkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan pada peraturan PKJI 2014. Kapasitas jalan yang kecil dan tidak sebanding dengan volume kendaraan pada saat jam sibuk yaitu pada jam 07.00-08.00 WIB terutama pada lengan Selatan menyebabkan meningkatnya nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kondisi eksisting dengan nilai derajat kejenuhan $> 0,85$ maka diperlukannya beberapa alternatif untuk mengurangi ataupun meminimalisir nilai derajat kejenuhan, tundaan dan meningkatkan tingkat pelayanan maka dibutuhkan beberapa alternatif, diantaranya:

- a) Alternatif I yaitu penambahan lebar efektif pada setiap lengan.

b) Alternatif II yaitu perubahan waktu siklus dan penambahan lebar efektif pada setiap lengan.

1) Alternatif I (Penambahan Lebar Efektif pada Setiap Lengan)

Pada alternatif I perancangan ulang dengan merubah waktu siklus dan penambahan lebar efektif pada lengan Utara sebesar 3,5 meter, lengan Selatan 3,5 meter, lengan Timur 2,5 meter dan lengan Barat 2,5 meter.

Tabel 5.26 Lebar efektif untuk kondisi eksisting dan perancangan ulang

Kode Pendekat	Kondisi Eksisting Lebar Masuk (meter)	Perancangan Ulang Lebar masuk (meter)
U	3,1	4,1
S	3,3	4,8
T	3,3	4,3
B	3	4

a. Arus Jenuh Dasar

Nilai arus jenuh dasar dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$S_o = 600 \times LE$$

Tabel 5.27 Nilai arus jenuh

Kode Pendekat	Nilai dasar skr/jam S_o	Faktor Koreksi						Nilai disesuaikan skr/jam hijau S
		Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P		
		ukuran kota F_{cs}	Hambatan samping F_{sf}	kela-dean F_G	Parkir F_p	Belok kanan F_{RT}	Belok Kiri F_{LT}	
U	2460	0,94	0,95	1	1	1,07	0,98	2294,53
S	2880	0,94	0,95	1	1	1,04	0,99	2639,34
T	2580	0,94	0,95	1	1	1,08	0,97	2415,95
B	2400	0,94	0,95	1	1	1,06	0,96	2179,88

b. Kapasitas dan Derajat Jenuh

a) Kapasitas

Besarnya nilai kapasitas (C) tergantung pada arus jenuh dan rasio waktu hijau pada masing-masing pendekat dan dapat dilihat pada formulir SIS IV.

Tabel 5.28 Nilai kapasitas

Kode Pendekat	Arus Jenuh (S)	Waktu Hijau (H)	Waktu Siklus yang Di sesuaikan (c)	Kapasitas (C)
U	2294,53	16	87	412,50
S	2639,34	16		474,49
T	2415,95	16		434,33
B	2179,88	16		391,89

b) Derajat Kejenuhan

Tabel 5.29 Nilai derajat kejenuhan

Kode Pendekat	Tipe pendekat	Arus lalu lintas (Q) Skr/jam	Kapasitas (C) Skr/jam	Derajat Kejenuhan (Dj)
U	P	218,5	412,50	0,53
S	P	457,2	474,49	0,96
T	P	336,1	434,33	0,77
B	P	212,85	391,89	0,54

c. Panjang Antrian

Tabel 5.30 Nilai panjang antrian

Kode pendekat	NQ1 (skr)	NQ2 (skr)	NQ (skr)	NQmax (skr)	PA (skr)
U	0,06	4,77	4,84	9	43,90

Tabel 5.30 lanjutan Nilai panjang antrian

Kode pendekat	NQ1 (skr)	NQ2 (skr)	NQ (skr)	NQmax (skr)	PA (skr)
S	7,02	10,96	17,98	24,4	101,67
T	1,18	7,73	8,91	12	55,81
B	0,09	4,66	4,76	8,76	43,80

d. Jumlah Kendaraan Terhenti.

Hasil analisis kendaraan henti untuk perancangan ulang sebagai berikut:

Tabel 5.31 Nilai jumlah kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Rkh (skr)	NH (skr)
U	218,5	0,82	180,16
S	457,2	1,46	669,59
T	336,1	0,99	331,85
B	212,85	0,83	177,20

e. Tundaan

Hasil analisis tundaan simpang untuk perancangan ulang sebagai berikut :

Tabel 5.32 Nilai tundaan

Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (TL) (det/skr)	Tundaan Geometri (TG) (det/skr)	Tundaan Rata-rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (ekr/det)	Tundaan Rata-rata simpang	Tingkat pelayanan
U	31,37	3,66	35,03	38,70	54,50	E
S	88,77	5,31	94,08	43012,88		
T	43,68	4,09	57,76	19414,17		
B	33,37	3,78	37,16	7908,83		

Berdasarkan analisis perhitungan dengan menambahkan lebar efektif pada tiap lengan diperoleh nilai derajat kejenuhan lebih rendah daripada kondisi eksisting dan untuk tundaan rata-rata pada setiap simpang mengalami penurunan. tingkat pelayanan simpang pada saat kondisi eksisting berupa F menjadi E.

- 2) Alternatif II ((Perubahan Waktu Siklus Penambahan Lebar Efektif pada Setiap Lengan)

Pada alternatif II perancangan ulang dengan merubah waktu siklus dan penambahan lebar efektif pada lengan Utara sebesar 1,5 meter, lengan Selatan 1,5 meter, lengan Timur 0,5 meter dan lengan Barat 0,5 meter.

Tabel 5.33 Lebar efektif untuk kondisi eksisting dan perancangan ulang

Kode Pendekat	Kondisi Eksisting Lebar Masuk (meter)	Perancangan Ulang Lebar masuk (meter)
U	3,1	3,6
S	3,3	4
T	3,3	3,8
B	3	3,5

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan waktu hijau adalah

Contoh perhitungan waktu hijau pada lengan Utara

$$H_i = (c - HH) \times \frac{RQ / Skritis}{\sum (RQ / Skritis)}$$

$$H_i = (77 - 18) \times 0,157 / 0,557$$

$$= 19 \text{ detik}$$

Tabel 5.34 Nilai waktu hijau

Kode Pendekat	Lebar Efektif (meter)	Waktu Hijau (detik)
U	3,6	19
S	4	36
T	3,8	27
B	3,5	19

a. Arus Jenuh Dasar

Nilai arus jenuh dasar dapat ditentukan dengan persamaan berikut

$$S_o = 600 \times LE$$

Tabel 5.35 Nilai arus jenuh

Kode Pendekat	Nilai dasar skr/jam S_o	Faktor Koreksi						Nilai disesuaikan skr/jam hijau S
		Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P		
		ukuran kota F_{cs}	Hambatan samping F_{sf}	kela-dean F_G	Parkir F_p	Belok kanan F_{RT}	Belok Kiri F_{LT}	
U	2160	0,94	0,95	1	1	1,07	0,98	2014,71
S	2400	0,94	0,95	1	1	1,04	0,99	2199,45
T	2280	0,94	0,95	1	1	1,08	0,97	2135,02
B	2100	0,94	0,95	1	1	1,06	0,96	1907,39

b. Kapasitas dan Derajat Jenuh

a) Kapasitas

Besarnya nilai kapasitas (C) tergantung pada arus jenuh dan rasio waktu hijau pada masing-masing pendekat dan dapat dilihat pada formulir SIS IV.

Tabel 5.36 Nilai kapasitas

Kode Pendekat	Arus Jenuh (S)	Waktu Hijau (H)	Waktu Siklus yang Di sesuaikan (c)	Kapasitas (C)
U	2014,71	19	77	423,13
S	2199,45	36		885,37
T	2135,02	27		650,86
B	1907,39	19		412,19

b) Derajat Kejenuhan

Tabel 5.37 Nilai derajat kejenuhan

Kode Pendekat	Tipe pendekat	Arus lalu lintas (Q) Skr/jam	Kapasitas (C) Skr/jam	Derajat Kejenuhan (Dj)
U	P	218,5	423,13	0,52
S	P	457,2	885,37	0,52
T	P	336,1	650,86	0,52
B	P	212,85	412,19	0,52

c) Panjang Antrian

Tabel 5.38 Nilai panjang antrian

Kode pendekat	NQ1 (skr)	NQ2 (skr)	NQ (skr)	NQmax (skr)	PA (skr)
U	0,02	4,66	4,68	7,8	43,33
S	0,03	9,75	9,78	14	70,00
T	0,03	6,66	6,69	10	52,00
B	0,03	4,52	4,55	7,5	42,86

d) Jumlah Kendaraan Terhenti.

Hasil analisis kendaraan henti untuk perancangan ulang sebagai berikut:

Tabel 5.39 Nilai jumlah kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Rkh (skr)	NH (skr)
U	218,5	1,06	232,40
S	457,2	0,80	364,37
T	336,1	0,74	249,06
B	212,85	0,80	169,53

e) Tundaan

Hasil analisis tundaan simpang untuk perancangan ulang sebagai berikut :

Tabel 5.40 Nilai tundaan

Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (TL) (det/skr)	Tundaan Geometri (TG) (det/skr)	Tundaan Rata-rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (ekr/det)	Tundaan Rata-rata simpang	Tingkat pelayanan
U	30,29	4,10	34,39	7514,7	32,40	D
S	30,26	3,43	33,69	15402,8		
T	24,68	3,79	28,47	9568,7		
B	30,04	3,73	33,76	7186,4		

Berdasarkan analisis perhitungan dengan perubahan waktu siklus dan menambahkan lebar efektif pada tiap lengan diperoleh nilai derajat kejenuhan lebih rendah daripada kondisi eksisting dan untuk tundaan rata-rata pada setiap simpang mengalami penurunan. tingkat pelayanan simpang pada saat kondisi eksisting berupa F menjadi D.

Tabel 5.29 Perbandingan kondisi eksisting dengan perancangan ulang

Kodisi	Lengan	Waktu Hijau(g)	Q (skr/jam)	C (skr/jam)	Dj	Antrian (m)	Tundaan Rata-Rata (det/skr)	Tundaan Simpang Rata-Rata (det/skr)	Tingkat Pelayanan jalan
Kondisi Eksisting	U	16	218,5	311,89	0,70	64,72	59,17	370,56	F
	S	16	457,2	326,21	1,40	375,76	1012,02		
	T	16	336,1	323,22	1,04	181,25	260,33		
	B	16	212,85	293,92	0,72	62,00	45,98		
Alternatif I Penambahan lebar efektif pada setian lengan	U	16	218,5	412,50	0,53	43,90	35,03	54,50	E
	S	16	457,2	474,49	0,96	101,67	94,08		
	T	16	336,1	434,33	0,77	55,81	57,76		
	B	16	212,85	391,89	0,54	43,80	37,16		
Alternatif II Penambahan lebar efektif pada setiap lengan dan perubahan waktu siklus	U	19	218,5	423,13	0,52	43,33	34,39	32,40	D
	S	36	457,2	885,37	0,52	70,00	33,69		
	T	27	336,1	650,86	0,52	52,00	28,47		
	B	19	212,85	412,19	0,52	42,86	33,76		