

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

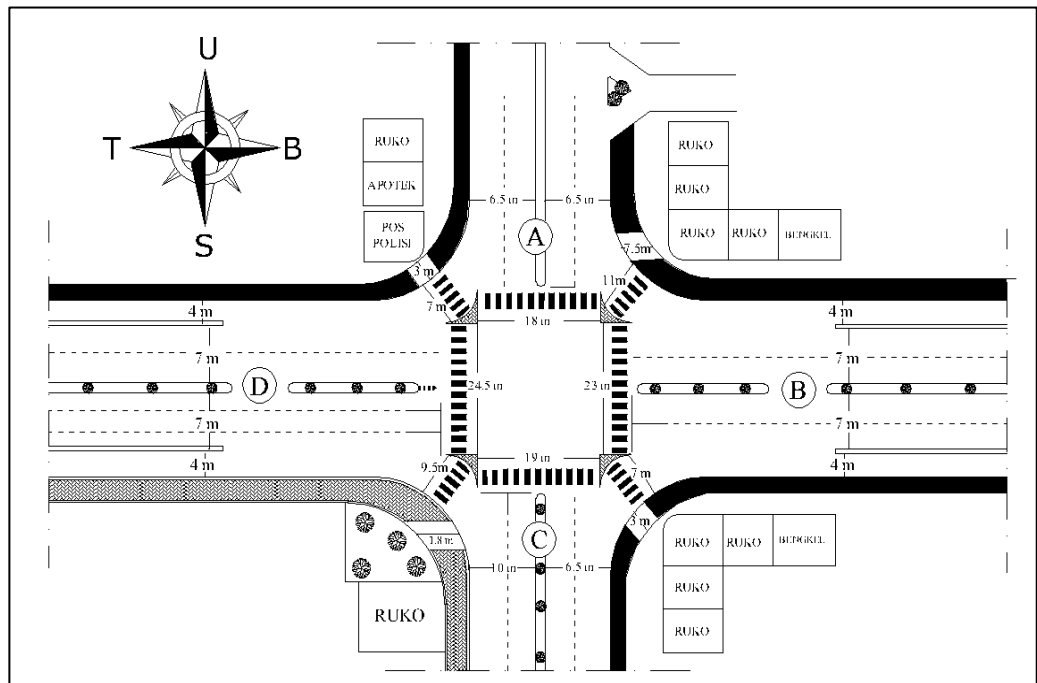
A. DATA SURVEI LAPANGAN

1. Kondisi Lingkungan dan Geometrik Jalan

Kondisi lingkungan dan geometrik jalan pada masing-masing pendekatan dapat di lihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Kondisi Lingkungan Jalan Simpang Bersinyal Gejayan

KODE PENDEKAT	KONDISI WILAYAH	TIPE LINGKUNGAN JALAN
1	2	3
UTARA	Pertokoan	Comersial
SELATAN	Pertokoan, Perkantoran	Comersial
TIMUR	Perkantoran	Comersial
BARAT	Perkantoran	Comersial



Gambar 5.1 Simpang Bersinyal Jalan Lingkar Ring road – Jalan Gejayan

B. Pengoperasian Lalu Lintas (Siklus dan Fase)

Pengoperasian lalu lintas pada kondisi eksisting dibagi menjadi dua yaitu, waktu siklus dan fase.

2. Siklus

Tabel 5.2 Waktu siklus

LENGAN	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)
UTARA	24	3	144
SELATAN	47	3	121
TIMUR	29	3	139
BARAT	53	3	115

3. Fase

Tabel 5.3 Waktu siklus

pendekat	Penentuan Waktu Merah	
UTARA	Fase 1 - - - - Fase 2	2
SELATAN	Fase 2 - - - - Fase 3	2
TIMUR	Fase 3 - - - - Fase 4	2
BARAT	Fase 4 - - - - Fase 1	2
TOTAL	Waktu Kuning Total	12
	Waktu Hilang (LTI) = Merah Semua Total + Waktu Kuning (det/siklus)	20

4. Diagram Siklus

UTARA	H.24	K.3	AR.2	M.144		
SELATAN	M.121			K.3	AR.2	H.47
TIMUR	H.29	K.3	AR.2	M.139		
BARAT	M.115		K.3	AR.2	H.53	

Gambar 5.2 Diagram Siklus Simpang Bersinyal Gejayan

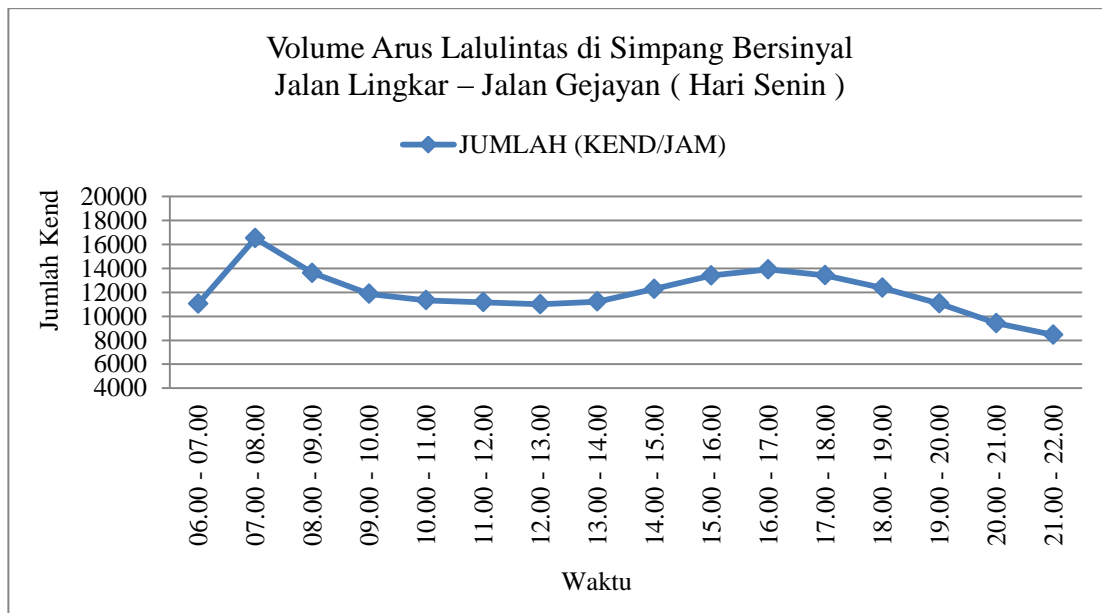
C. Kondisi Arus Lalu Lintas

1. Volume Arus Lalu Lintas

Tabel 5.4 Volume Arus Lalu Lintas Simpang Gejayan (Hari Senin)

WAKTU	VOLUME DARI TIAP LENGAN (KEND)				JUMLAH (KEND/JAM)
	UTARA	TIMUR	SELATAN	BARAT	
06.00 - 07.00	2289	3611	1817	3331	11048
07.00 - 08.00	2827	5629	2714	5341	16511
08.00 - 09.00	2507	4367	2549	4186	13609
09.00 - 10.00	2221	3671	2556	3417	11865
10.00 - 11.00	1923	3515	2513	3381	11332
11.00 - 12.00	2106	3399	2487	3175	11167
12.00 - 13.00	1848	3265	2747	3136	10996
13.00 - 14.00	1970	3198	2710	3343	11221
14.00 - 15.00	2308	3492	2957	3516	12273
15.00 - 16.00	2450	3830	3371	3748	13399
16.00 - 17.00	2391	4026	3395	4089	13901

WAKTU	VOLUME DARI TIAP LENGAN (KEND)				JUMLAH (KEND/JAM)
	UTARA	SELATAN	TIMUR	BARAT	
17.00 - 18.00	2318	3904	3262	3931	13415
18.00 - 19.00	2411	3620	2860	3476	12367
19.00 - 20.00	2116	3049	2757	3139	11061
20.00 - 21.00	1600	2731	2818	2273	9422
21.00 - 22.00	1308	2449	2674	2011	8442



Gambar5.3 Fluktuasi Arus Lalu lintas di Simpang Bersinyal
Jalan Lingkar – Jalan Gejayan (Hari Senin)

2. Volumen Lalu Lintas Jam Puncak

Tabel 5.5 Volume Jam Puncak di Simpang Bersinyal
Jalan Lingkar – Jalan Gejayan (Hari Senin)

LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN				JUMLAH (KEND/JAM)
			LV	HV	MC	UM	
U	BELOK KIRI	07.00 – 08.00	68	3	153	6	230
		14.00 – 15.00	111	12	284	3	410
		16.00 – 17.00	123	6	310	2	441
	LURUS	07.00 – 08.00	240	5	1344	2	1591
		14.00 – 15.00	254	8	945	2	1209
		16.00 – 17.00	211	3	1125	5	1344
	BELOK KANAN	07.00 – 08.00	166	12	826	2	1006
		14.00 – 15.00	188	12	487	2	689
		16.00 – 17.00	169	17	416	4	606
S	BELOK KIRI	07.00 – 08.00	132	2	635	3	772
		14.00 – 15.00	152	5	393	1	551
		16.00 – 17.00	89	1	492	1	583
	LURUS	07.00 – 08.00	134	9	725	2	870
		14.00 – 15.00	182	6	1130	9	1327
		16.00 – 17.00	244	3	1434	5	1686

LENGAN	ARAH	PERIODE WAKTU	JENIS KENDARAAN				JUMLAH (KEND/JAM)
			LV	HV	MC	UM	
	BELOK KANAN	07.00 – 08.00	233	10	826	3	1072
		14.00 – 15.00	347	10	720	2	1079
		16.00 – 17.00	301	2	817	6	1126
T	BELOK KIRI	07.00 – 08.00	383	13	1285	4	1685
		14.00 – 15.00	271	11	669	4	955
		16.00 – 17.00	278	5	631	9	923
	LURUS	07.00 – 08.00	830	49	2414	0	3293
		14.00 – 15.00	796	76	1090	1	1963
		16.00 – 17.00	793	112	1517	4	2426
	BELOK KANAN	07.00 – 08.00	139	10	497	5	651
		14.00 – 15.00	166	12	396	0	574
		16.00 – 17.00	192	2	482	1	677
B	BELOK KIRI	07.00 – 08.00	63	9	286	1	359
		14.00 – 15.00	86	11	355	3	455
		16.00 – 17.00	163	14	473	2	652
	LURUS	07.00 – 08.00	877	41	2370	2	3290
		14.00 – 15.00	873	83	1177	0	2133
		16.00 – 17.00	844	82	1551	0	2477
	BELOK KANAN	07.00 – 08.00	254	10	1424	4	1692
		14.00 – 15.00	254	11	663	0	928
		16.00 – 17.00	196	5	756	3	960

D. KAPASITAS

1. Arus Jenuh (S)

a. Arus Jenuh Dasar (So)

$S_o = 600 \times W_e$ smp/jam atau dapat dilihat dari grafik pada Gambar 3.2

Contoh perhitungan:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$W_e = 6.5 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

$$S_o = 600 \times 6.5 = 3900 \text{ smp/jam}$$

Dimana

$$W_e = \text{Lebar masuk (m)}$$

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Pada simpang bersinyal Gejayan merupakan bagian dari Yogyakarta yang lebih tepatnya berada di Kota Yogyakarta yang menurut hasil Badan Pusat Statistik jumlah penduduk di Kota Yogyakarta ± 1 juta orang. Menurut MKJI 1997 pada Tabel 3.3 maka faktor penyesuaian ukuran kota yaitu 1,00.

c. Faktor Hambatan Samping (Fsf)

Pada faktor hambatan samping acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Tabel 3.4

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

a. Tipe lingkungan = komersial

b. Hambatan samping = rendah

Maka FSF 0.93 melihat dari Tabel 3.4

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Pada faktor penyesuaian kelandaian acuan MKJI 1997

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

Kelandaian = 0%

Maka FSF 1

e. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

$$FP = (LP/3 - (WA-2) \times (LP/3-g) / WA) / g$$
 atau acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Gambar 3.5

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$L_p = 0$ m

$W_a = 6.5$ m

$g = 20$ detik

$$FP = (LP/3 - (WA-2) \times (LP/3-g) / WA) / g$$

$$FP = (0/3 - (6.5 - 2) \times (0/3 - 20) / 6.5) / 20 = 1$$

Dimana:

L_P = Jarak antar garis henti dan kendaraan dari parkir pertama (m)

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pada waktu pendekat

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$ atau acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Gambar 3.6

Contoh:

1. Pada arah Utara

$$PRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan yang belok kekanan}}{\text{Jumlah semua kendaraan}}$$

$$PRT = \frac{347}{965} = 0,35$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$FRT = 1,0 + 0,35 \times 0,26 = 1,09$$

Dimana:

PRT = Rasio berbelok kanan

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$ atau acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Gambar 3.7

Contoh:

1. Pada arah Utara

$$PLT = \frac{\text{Jumlah kendaraan yang belok ke kiri}}{\text{Jumlah semua kendaraan}}$$

$$PLT = \frac{103}{965} = 0,10$$

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$$

$$FLT = 1,0 - 0,10 \times 0,16 = 1,0$$

Dimana:

$$PLT = \text{Rasio berbelok kiri}$$

h. Arus Jenuh yang Disesuaikan (S)

$$S = SO \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \text{ smp/jam hijau}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$So = 3900 \text{ smp/jam}$$

$$FCS = 1$$

$$FSF = 0.93$$

$$FG = 1$$

$$FP = 1$$

$$FRT = 1.09$$

$$FLT = 1$$

$$S = SO \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT$$

$$S = 3900 \times 1 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 1.09 \times 0.93$$

$$= 3966 \text{ smp/jam hijau}$$

Dimana:

$$S = \text{Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)}$$

$$SO = \text{Arus jenuh dasar (smp/jam)}$$

$$FCS = \text{Faktor penyesuaian ukuran kota}$$

$$FSF = \text{Faktor penyesuaian hambatan samping}$$

$$FG = \text{Faktor penyesuaian kelandaian}$$

$$FP = \text{Faktor penyesuaian parkir}$$

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

Tabel 5.6 Nilai Arus Jenuh

KODE PENDEKAT	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	FG	Fp	Flt	Frt	S (smp/jam)
UTARA	3900	1	0.93	1	1	1.00	1.09	3966
SELATA	6000	1	0.93	1	1	1.00	1.11	6199
TIMUR	6900	1	0.93	1	1	1.00	1.03	6601
BARAT	6900	1	0.93	1	1	1.00	1.07	6858

E. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

a. Kapasitas

1. Rasio Arus

$$FR = Q/S$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$Q = 965 \text{ smp/jam}$$

$$S = 3966 \text{ smp/jam hijau}$$

$$FR = 0.243 \text{ Q/S}$$

$$FR = 965/3966 = 0.243$$

Dimana:

$$Q = \text{Arus lalu lintas (smp/jam)}$$

$$S = \text{Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)}$$

2. Rasio Arus Simpang

$$IFR = E (FR_{CRIT})$$

$$\text{IFR} = (0.243 + 0.155 + 0.247 + 0.285) = 0.931$$

Dimana:

$$\text{FR} = \text{Rasio arus}$$

3. Rasio Fase

$$\text{PR} = \text{FR}_{\text{CRIT}}/\text{IFR}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$\text{IFR} = 0.931$$

$$\text{FR} = 0.243$$

$$\text{PR} = \text{FR}_{\text{CRIT}}/\text{IFR}$$

$$\text{PR} = 0.243/0.931 = 0.261$$

Dimana:

$$\text{FR} = \text{Rasio arus}$$

$$\text{IFR} = \text{Rasio arus simpang}$$

4. Waktu Hilang Total

$$\begin{aligned} \text{LTI} &= \sum \text{kuning} + \sum \text{merah} \\ &= 8 + 20 \\ &= 20 \text{detik} \end{aligned}$$

5. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$\begin{aligned} \text{CUA} &= (1.5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1.5 \times 20 + 5) / (1 - 0.939) \\ &= 503.6 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dimana:

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang

6. Waktu Siklus yang Disesuaikan

$$\begin{aligned} c &= \sum g + LTI \\ &= (24 + 47 + 29 + 53) + 20 \\ &= 173 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dimana:

g = Waktu siklus (detik)

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

7. Kapasitas (C)

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

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$S = 3966 \text{ smp/jam}$$

$$g = 20 \text{ detik}$$

$$c = 173 \text{ detik}$$

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

$$C = 3966 \times 20/173 = 550.202 \text{ smp/jam}$$

Dimana:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

g = Waktu siklus (detik)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

b. Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q/C$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$Q = 965 \text{ smp/jam}$$

$$C = 550.202 \text{ detik}$$

$$DS = Q/C$$

$$DS = 965/550.202 = 1.753$$

Dimana:

$$DS = \text{Dearajat kejenuhan}$$

$$Q = \text{Arus lau lintas (smp/jam)}$$

$$C = \text{Kapasitas (smp/jam)}$$

Tabel 5.7 Nilai Derajat Kejenuhan

KODE PENDEKAT	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
UTARA	965	550.202	1.753
SELATAN	964	1599.959	0.572
TIMUR	1628	1106.455	1.471
BARAT	1956	2100.980	0.931

F. Perilaku Lalu Lintas

1. Panjang Antrian (QL)

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$DS = 1.753$$

$$C = 550.202 \text{ detik}$$

$$Q = 965 \text{ smp/jam}$$

$$c = 173 \text{ detik}$$

$$g = 20 \text{ detik}$$

$$NQ_{max} = 70 \text{ dilihat dari Gambar 3.12.}$$

$$W_a = 6.5 \text{ m}$$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 550.202$$

$$\left[(1. - 1) + \sqrt{(1.753 - 1)^2 + \frac{8 \times (1.753 - 0,5)}{550.202}} \right]$$

$$= 208.850 \text{ smp}$$

$$GR = g/c$$

$$Gr = 20/173 = 0.14$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 173 \times \frac{1-0.14}{1-0.14 \times 1.567} \times \frac{965}{3600} = 52.754 \text{ smp}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 208.850 + 52.754 = 261.604 \text{ smp}$$

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}}$$

$$QL = \frac{70 \times 20}{4.5} = 350 \text{ smp/m}$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

c = Waktu siklus (det)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

NQ = Jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

NQ = Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (smp)

NQ_{max} = Dilihat dari grafik

W_{masuk} = Lebar efektif (m)

Tabel 5.8 Jumlah Kendaraan Antri

KODE PENDEKAT	JUMLAH KENDARAAN ANTRI				QL (m)
	NQ1	NQ2	NQ	NQ_{max}	
UTARA	208.850	52.754	261.604	70	350
SELATAN	0.168	39.928	40.576	58	232
TIMUR	262.767	86.433	349.200	70	200
BARAT	5.788	91.223	97.011	70	200

2. Kendaraan Terhenti

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$Nsv = Q \times NS$$

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NSV}{Q_{TOT}}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$NQ = 261.604 \text{ smp}$$

$$Q = 965 \text{ smp/jam}$$

$$c = 173 \text{ detik}$$

$$Q_{total} = 6272 \text{ smp/jam}$$

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{261.604}{965 \times 173} \times 3600 = 5.079 \text{ stop/smp}$$

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 965 \times 5.079 = 4899.403 \text{ smp/jam}$$

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NSV}{Q_{TOT}}$$

$$NS_{TOT} = \frac{4899.403}{6272} = 2.2 \text{ smp/jam}$$

Dimana:

$$NQ = \text{Jumlah antrian (smp)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (det)}$$

$$Q = \text{Arus lalu lintas (smp/jam)}$$

NS = Angka henti (smp/jam)

Nsv = Jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

Tabel 5.9 Hasil Analisa Jumlah Kendaraan Terhenti

KODE PENDEKAT	Nsv (smp/jam)
UTARA	4899.403
SELATAN	750.944
TIMUR	6539.934
BARAT	1816.860

3. Tundaan

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

$$DG = (1 - NS) \times P_T \times 6 (NS \times 4)$$

$$D = DT + DG$$

$$D_{total} = Q \times D$$

$$D_{rata-rata} = \frac{D_{keseluruhan}}{Q_{total}}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$GR = 0.14$$

$$DS = 1.753$$

$$c = 173 \text{ detik}$$

$$NQ1 = 208.850 \text{ smp}$$

$$C = 550.202 \text{ smp/jam}$$

$$NS = 5.079$$

$$PT = 0$$

$$Q = 965 \text{ smp/jam}$$

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-0.14)^2}{(1-0.14 \times 1.753)} = 0.4900$$

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$DT = 173 \times 0.490 + \frac{208.850 \times 3600}{550.202} = 1451.299 \text{ det/smp}$$

$$DG = (1 - NS) \times PT \times 6 (NS \times 4)$$

$$DG = (1 - 5.079) \times 0.490 \times 6 (5.079 \times 4) = 11.517 \text{ det/smp}$$

$$D = DT + DG$$

$$D = 1451.299 + 11.517 = 1462.816 \text{ det/smp}$$

$$D_{total} = Q \times D$$

$$D_{total} = 965 \times 1462.816 = 1411032.354 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Drata-rata} = \text{Dkeseluruhan}/Q_{total}$$

$$\text{Drata-rata} = 2856503.113/6272 = 455.5 \text{ smp/jam}$$

Dimana:

c = Waktu siklus (det)

GR = Rasio hijau

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (snp/jam)

- NQ_1 = Jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)
 NS = Angka henti (smp/jam)
 Pr = Rasio kendaraan berbelok
 Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
 DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (Det/smp)
 DG = Tundaan geometrik rata-rata (Det/smp)
 D = Tundaan rata-rata (Det/smp)

Tabel 5.10 Hasil Analisi Tundaan Eksisting

KODE PENDEKAT	TUNDAAN				
	TUNDAAN LALU LINTAS RATA - RATA (DT)	TUNDAAN GEOMETRIK RATA - RATA (DG)	TUNDAAN RATA - RATA	TUNDAAN TOTAL Smp/jam	Tingkat Pelayanan Simpang
1	2	3	4	5	6
UTARA	1451.299	11.517	1462.816	1411032.354	F
SELATAN	0.360	3.682	4.042	3894.885	F
TIMUR	854.948	14.078	869.026	1414.686.906	F
BARAT	9.918	3.828	13.746	26888.968	F

G. Perilaku Lalu Lintas

Hasil analisis data yang mengacu pada manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, bahwa pada kondisi eksisting menunjukkan kinerja simpang empat bersinyal Gejayan menunjukkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan pada rumus MKJI 1997. Kapasitas jalan yang kurang lebar tidak

sebanding dengan volume arus kendaraan sehingga menyebabkan meningkatnya derajat kejenuhan, menambah panjang antrian dan tundaan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada jam puncak 07.00-08.00 pada hari senin didapat nilai kondisis eksisting derajat kejenuhan tinggi DS 1.753 tingkat pelayanan F, sehingga menyebabkan kemacetan dan antrian panjang. Dan tundaan total didapat dari hasil eksisting sebesar 1411032.354 tingkat pelayanan F berarti sangat buruk . dan panjang antrian sebesar 350 meter .

B. Analisis Kondisi pada 5 Tahun yang Akan Datang Pada tahun 2022

1. KAPASITAS

a. Arus Jenuh (Co)

Penentuan Arus Jenuh Dasar merupakan awah dari perhitungan untuk mendapatkan nilai kapasitas suatu lengan/pendekat. Nilai Arus Jenuh Dasar dapat ditentukan dengan persamaan beriku :

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam)}$$

$$S_o = 600 \times 6.5 = 3900 \text{ smp/jam}$$

Dimana

$$W_e = \text{Lebar masuk (m)}$$

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Pada simpang bersinyal Gejayan merupakan bagian dari Yogyakarta yang lebih tepatnya berada di Kota Yogyakarta yang menurut hasil Badan Pusat Statistik jumlah penduduk di Kota Yogyakarta \pm 1juta orang. Menurut MKJI 1997 pada Tabel 3.6 maka faktor penyesuaian ukuran kota yaitu 1.00.

c. Faktor Hambatan Samping (FSF)

Pada faktor hambatan samping acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Contoh:

2. Pada arah Utara

Diketahui:

c. Tipe lingkungan = komersial

d. Hambatan samping = tinggi

Maka FSF 0.93 melihat dari Tabel 3.4.

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Pada faktor penyesuaian kelandaian acuan MKJI 1997.

Contoh:

2. Pada arah Utara

Diketahui:

Kelandaian = 0%

Maka FSF 1 melihat dari Gambar 3.6.

e. Kondisi Arus Lalu Lintas pada tahun 2022

Tabel 5.11 Volume Arus Lalu Lintas tahun 2022

Lengan	Tipe kendaraan	Presentase					Pendekat				
		LT	ST	RT	dari Ibis	ke Ibis	LT	ST	RT	dari Ibis	ke Ibis
U	HV	1%	0%	1%	0%	0%	6	10	23	0	0
	LV	28%	15%	17%	59%	36%	131	462	320	9	4
	MC	64%	84%	82%	41%	64%	295	2588	1590	6	7
	UM	7%	0%	0%	0%	0%	31	4	4	0	0
Jumlah		100%	100%	100%	100%	100%	462	3063	1937	15	12
S	HV	0%	1%	1%	0%	0%	4	17	19	0	0
	LV	17%	15%	22%	59%	0%	254	258	449	23	0
	MC	82%	83%	77%	41%	0%	1223	1396	1590	16	0
	UM	0%	0%	0%	0%	0%	6	4	6	0	0

Jumlah		100%	100%	100%	100%	0%	1486	1675	2064	39	0
T	HV	1%	4%	2%	0%	0%	25	187	19	0	0
	LV	23%	37%	21%	0%	0%	737	1598	268	0	0
	MC	76%	58%	76%	0%	0%	2474	2524	957	0	0
	UM	0%	0%	1%	0%	0%	8	8	10	0	0
Jumlah		100%	100%	100%	0%	0%	3244	4317	1253	0	0
B	HV	3%	1%	1%	0%	0%	17	79	19	0	0
	LV	18%	27%	15%	59%	36%	121	1689	489	31	15
	MC	80%	72%	84%	41%	64%	551	4563	2742	21	27
	UM	0%	0%	0%	0%	0%	2	4	8	0	0
Jumlah		100%	100%	100%	100%	100%	691	6334	3258	52	42

(Sumber : Trendy Amarena Sigit, 2017)

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$ atau acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Contoh:

2. Pada arah Utara

$$PRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan yang belok kekanan}}{\text{Jumlah semua kendaraan}}$$

$$PRT = \frac{680}{1673} = 0.405$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$FRT = 1,0 + 0.405 \times 0.26 = 1.09$$

Dimana:

PRT = Rasio berbelok kanan

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$ atau acuan MKJI 1997 dapat dilihat pada Gambar 3.9

Contoh:

2. Pada arah Utara

$$PLT = \frac{\text{Jumlah kendaraan yang belok kekiri}}{\text{Jumlah semua kendaraan}}$$

$$PLT = \frac{198}{1671} = 0.11$$

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$$

$$FLT = 1,0 - 0.11 \times 0,16 = 1.0$$

Dimana:

$$PLT = \text{Rasio berbelok kiri}$$

h. Arus Jenuh yang Disesuaikan (S)

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \text{ smp/jam hijau}$$

Contoh:

2. Pada arah Utara

Diketahui:

$$S_0 = 3900 \text{ smp/jam}$$

$$FCS = 1$$

$$FSF = 0.91$$

$$FG = 1$$

$$FP = 1$$

$$FRT = 1.09$$

$$FLT = 1.00$$

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT$$

$$S = 3900 \times 1 \times 0.91 \times 1 \times 1 \times 1.09 \times 1.00$$

$$= 3884 \text{ smp/jam}$$

Tabel 5.12 Nilai Arus Jenuh Pada Tahun 2022

KODE PENDEKAT	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	FG	Fp	Flt	Fr _t	S (smp/jam)
UTARA	3900	1	0.91	1	1	1.00	1.09	3884
SELATA	6000	1	0.93	1	1	1.00	1.11	6191
TIMUR	6900	1	0.93	1	1	1.00	1.03	6613
BARAT	6900	1	0.93	1	1	1.00	1.07	6854

i. Rasio Arus

$$FR = Q/S$$

Contoh:

2. Pada arah Utara

Diketahui:

$$Q = 1673 \text{ smp/jam}$$

$$S = 3884 \text{ smp/jam hijau}$$

$$FR = Q/S$$

$$FR = 1673/3884 = 0.431$$

j. Rasio Arus Simpang

$$IFR = E (FR_{CRIT})$$

$$IFR = (0.431 + 0.218 + 0.431 + 0.555) = 1.634$$

k. Rasio Fase

$$PR = FR_{CRIT}/IFR$$

Contoh:

2. Pada arah Utara

Diketahui:

$$IFR = 1.634$$

$$FR = 0.431$$

$$\begin{aligned} PR &= FR_{CRIT}/IFR \\ PR &= 0.431/1.634 = 0.263 \end{aligned}$$

1. Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q/C$$

Contoh:

Pada arah Utara

Diketahui:

$$Q = 1673 \text{ smp/jam}$$

$$C = 538.882 \text{ detik}$$

$$DS = Q/C$$

$$DS = 1671/538.882 = 3.104$$

Tabel 5.13 Nilai Derajat Jenuh Pada Tahun 2022

KODE PENDEKAT	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
UTARA	1673	538.882	3.104
SELATAN	1351	1681.848	0.808
TIMUR	2850	1108.543	2.571
BARAT	3802	2099.783	1.810

C. Perilaku Lalu Lintas

1. Panjang Antrian (QL)

Tabel 5.14 Jumlah Kendaraan Antri Tahun 2022

KODE PENDEKAT	JUMLAH KENDARAAN ANTRI				QL (m)
	NQ1	NQ2	NQ	NQmax	
UTARA	568.044	121.564	689.608	70	350
SELATAN	1.528	60.485	62.012	70	280

KODE PENDEKAT	JUMLAH KENDARAAN ANTRI				QL (m)
	NQ1	NQ2	NQ	NQmax	
TIMUR	872.245	200.389	1072.634	70	200
BARAT	852.522	284.542	1137.065	70	200

2. Kendaraan Terhenti

Tabel 5.15 Hasil Analisis Jumlah Kendaraan Terhenti Tahun 2022

KODE PENDEKAT	Nsv (smp/jam)
UTARA	12915.205
SELATAN	1161.388
TIMUR	20088.634
BARAT	21295.316

3. Tundaan

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

$$DG = (1 - NS) \times Pt \times 6 (NS \times 4)$$

$$D = DT + DG$$

$$D_{total} = Q \times D$$

$$D_{rata-rata} = \frac{D_{keseluruhan}}{Q_{total}}$$

Contoh:

1. Pada arah Utara

Diketahui:

$$GR = 0.14$$

$$DS = 3.104$$

$$c = 173 \text{ detik}$$

$$NQ1 = 568.044 \text{ smp}$$

$$C = 538.882 \text{ smp/jam}$$

$$NS = 7.722$$

$$PT = 0$$

$$Q = 1673 \text{ smp/jam}$$

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-0.14)^2}{(1-0.14 \times 3.104)} = 0.653$$

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$DT = 173 \times 0.653 + \frac{568.044 \times 3600}{538.882} = 3907.501 \text{ det/smp}$$

$$DG = (1 - NS) \times PT \times 6 (NS \times 4)$$

$$DG = (1 - 7.722) \times 0.653 \times 6 (7.722 \times 4) = 16.227 \text{ det/smp}$$

$$D = DT + DG$$

$$D = 3907.501 + 16.227 = 3923.728 \text{ det/smp}$$

$$D_{total} = Q \times D$$

$$D_{total} = 1673 \times 3923.728 = 20314526.176 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Drata-rata} = \text{Dkeseluruhan}/Q_{total}$$

$$\text{Drata-rata} = 20314526.176/11143 = 1824.3 \text{ smp/jam}$$

Tabel 5.16 Hasil Analisis Tundaan Tahun 2022

KODE PENDEKAT	TUNDAAN				Tingkat Pelayan an Simpan g
	TUNDAAN LALU LINTAS RATA - RATA (DT)	TUNDAAN GEOMETRIK RATA - RATA (DG)	TUNDAAN RATA – RATA	TUNDAAN TOTAL Smp/jam	
1	2	3	4	5	6
UTARA	3907.501	16.227	3923.728	6562434.832	F
SELATAN	3.270	3.793	7.063	9541.981	F
TIMUR	2832.618	23.927	2856.545	8142297.282	F
BARAT	1461.618	15.175	1476.792	5614174.158	F

4. Penilaian Perilaku Lalu lintas

Hasil analisis 5 tahun yang akan datang pada tahun 2022 menunjukkan jam puncak pada periode 07.00-08.00 WIB, volume tundaan rata-rata kendaraan tertinggi pada lengan A sebesar 3923.728, lengan sebesar B 7.063, lengan C sebesar 2856.545, lengan D sebesar 1476.792. hal ini tidak memenuhi persyaratan pada simpang empat Gejayan pada tahun 2022 yang menyebabkan peningkatan dan penumpukan kendaraan, dari hasil analisis pada tahu 2022 di dapat nilai derajat kejenuhan pada hari senin, didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 3.104, hal ini tidak memenuhi persyaratan pada peraturan MKJI 1997.

Nilai panjang antrian untuk setiap lengan didapatkan lengan A sebesar 400 meter, pada lengan B 400 meter, pada lengan C sebesar 400 meter, dan lengan D 400 meter, dengan tipe tingkat pelayanan simpang empat masuk dalam golongan F, untuk mengurangi atau meminimalisir

nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan meningkatnya tingkat pelayanan maka dibutuhkan beberapa alternative solusi.

D. Alternatif Solusi Persimpangan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), diperoleh tiga solusi alternative yang didapat digunakan pada simpang bersinyal pada Gejayan antara lain:

1. Alternatif : (mengubah waktu siklus)
2. Alternatif : (penambahan lebar efektif dan perancangan waktu siklus)
3. Alternatif: (pembangunan *UNDERPASS* pada lengan timur dan barat)

1. Alternatif 1 (mengubah waktu siklus)

Pada alternatif 1 dilakukan perancangan Ulang Waktu Siklus, nilai waktu hijau (g) dan waktu siklus yang disesuaikan (c) tidak menggunakan nilai pada kondisi eksisting.

Tabel 5.17 Perbandingan Waktu Hijau alternatif 1

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN WAKTU SIKLUS
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	24	24	33
SELATAN	47	47	55
TIMUR	29	29	39
BARAT	53	53	70

Tabel 5.18 Perbandingan Waktu Hijau alternatif 1

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN WAKTU SIKLUS
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	1.753	3.104	2.883
SELATAN	0.572	0.808	0.923
TIMUR	1.471	2.571	2.442
BARAT	0.931	1.810	1.751

Tabel 5.19 Perbandingan Panjang Antrian alternatif 1

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN WAKTU SIKLUS
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	350	350	350
SELATAN	232	280	280
TIMUR	200	200	200
BARAT	200	200	200

Tabel 5.20 Perbandingan Tundaan Rata-rata alternatif 1

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN WAKTU SIKLUS
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	1462.816	3923.728	3551
SELATAN	4.042	7.063	16.311
TIMUR	869.026	2856.545	2619.913
BARAT	13.746	1476.792	1367.349

2. Alternatif 2 (Penambahan Lebar Efektif dan perancangan Ulang Waktu Siklus)

Pada alternatif 2 dilakukan Penambahan Lebar Efektif pada lengan Utara, Selatan, Timur, Barat. Lebar efektif pada lengan Utara dengan menambah 4.5 meter, lengan Selatan dengan penambahan lebar 2 meter, pada lengan selatan 2 meter dan lengan Barat 2 meter.

Tabel 5.21 Penambahan Lebar efektif Alternatif 2

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN ULANG LEBAR EFEKTIF
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	6.5	6.5	11
SELATAN	10	10	11
TIMUR	11.5	11.5	13.5
BARAT	11.5	11.5	13.5

Tabel 5.22 Perbandingan Waktu Hijau Alternatif 2

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN ULANG LEBAR EFEKTIF
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	24	24	30
SELATAN	47	47	47
TIMUR	29	29	40
BARAT	53	53	60

Tabel 5.23 Perbandingan Derajat kejenuhan Alternatif 2

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN ULANG LEBAR EFEKTIF
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	1.753	3.104	1.702
SELATAN	0.572	0.808	0.848
TIMUR	1.471	2.571	1.845
BARAT	0.931	1.810	1.583

Tabel 5.24 Perbandingan Panjang Antrian Alternatif 2

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN ULANG LEBAR EFEKTIF
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	350	350	200
SELATAN	232	280	200
TIMUR	200	200	165
BARAT	200	200	165

Tabel 5.25 Perbandingan Tundaan Rata-rata Alternatif 2

KODE PENDEKAT	KONDISI EKSISTING	KONDISI 5 TAHUN	PERANCANGAN ULANG LEBAR EFEKTIF
	HARI SENIN	HARI SENIN	HARI SENIN
UTARA	1462.816	3923.728	1377.344
SELATAN	4.042	7.063	8.936
TIMUR	869.026	2856.545	1541.320
BARAT	13.746	1476.792	1063.551

3. Alternatif 3 (pembangunan *UNDERPASS* pada lengan timur dan barat)

Dari alternatif 1 dan 2 tidak ada yang memenuhi persyaratan tingkat pelayanan simpang pada MKJI 1997, untuk mengurangi tundaan dan panjang antrian maka menggunakan perancangan pembangunan *underpass* pada lengan Timur dan Barat dengan lebar *underpass* 15 meter.

a. Analisis Data

1. Nilai Arus Jenuh

Tabel 5.26 Nilai Arus Jenuh Alternatif 3

Kode pendekat	TIPE PENDEKAT	ARUS JENUH (S)
		Smp/jam
UTARA	Terlindung	5976
SELATAN	Terlindung	6191
TIMUR	Terlindung	9270
BARAT	Terlindung	10465

2. Nilai kapasitas

Tabel 5.27 Nilai Arus Jenuh Alternatif 3

Kode pendekat	Arus Jenuh (s)	Waktu siklus yang disesuaikan	Arus Jenuh (S)	Waktu hijau	Kapasitas
		Detik	Smp/jam	Detik	Smp/jam
UTARA	P	107	5976	37	2042.936
SELATAN	P		6191	30	1650.228
TIMUR	P		9270	7	591.322
BARAT	P		10465	13	1279.341

3. Nilai Derajat Jenuh

Tabel 5.28 Nilai Derajat jenuh Alternatif 3

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Derajat Kejenuhan
UTARA	P	1673	0.819
SELATAN	P	1351	0.819
TIMUR	P	484	0.819
BARAT	P	1062	0.819

4. Panjang Antrian

Tabel 5.29 Panjang Antrian Alternatif 3

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri			
		NQ1	NQ2	NQ3	NQ max
UTARA	P	1.741	49.998	51.739	233
SELATAN	P	1.737	41.458	43.196	200
TIMUR	P	1.703	15.641	17.345	80
BARAT	P	1.732	33.872	35.604	140

5. Jumlah Kendaraan Henti

Tabel 5.30 Jumlah Kendaraan Henti Alternatif 3

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Jumlah Kendaraan Terhenti Smp/jam
UTARA	P	1423.590
SELATAN	P	1188.524
TIMUR	P	477.240
BARAT	P	979.630

6. Nilai Tundaan

Tabel 5.31 Nilai Tundaan Alternatif 3

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Tundaan			
		Tundaan Lalu lintas Rata-Rata	Tundaan Geometrik Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata	Tundaan Rata-Rata Simpang
UTARA	P	38.482	3.729	42.212	97246.841
SELATAN	P	3.790	3.823	7.613	
TIMUR	P	10.370	3.967	14.337	
BARAT	P	4.806	4.066	8.872	

E. Pembahasan

Berdasarkan faktor-faktor yang ditemukan dilapangan, maka adanya perlu evaluasi pada Ruas Jalan Simpang Bersinyal Gejayan antara lain sebagai berikut:

1. Evaluasi kinerja simpang bersinyal yang telah ada dengan mengatur ulang waktu siklus sehingga diharapkan akan mengurangi nilai tundaan yang terjadi pada persimpangan.
2. Perancangan ulang pada Simpang Bersinyal Gejayan karena banyaknya kendaraan yang melewati simpang tersebut yang membuat antrian kendaraan,

Berdasarkan perhitungan diperlukannya penambahan lebar efektif pada Simpang Bersinyal Gejayan yang diharapkan akan mengurangi tundaan yang terjadi karena banyaknya kendaraan yang melewati simpang tersebut yang membuat antrian kendaraan panjang sehingga tidak mampu menampung volume kendaraan yang akan terus bertambah.

3. Pada perancan pembangunan *underpass* simpang bersinyal Gejayan diharapkan akan mengurangi nilai tundaan yang terjadi, melakukan pembangunan *underpass* karna dari perancangan ulang waktu siklus dan perancangan ulang lebar efektif belum memenuhi syarat yang ditentukan padatingkat pelayan simpang pada MKJI 1997.

Hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan MKJI 1997 didapatkan tiga alternatif pada simpang bersinyal Gejayan antara lain:

- a. Mengubah waktu siklus
- b. Penambahan lebar efektif
- c. Pembangunan *underpass* dan perancangan waktu siklus hijau.

Ketiga alternatif yang berhasil mengurangi tundaan dan antrian pada alternatif tiga yaitu pembangunan *underpass* pada lengan timur dan barat dan alternatif 1 dan 2 tidak dapat mengatasi volume kendaraan pada jam puncak yang menyebabkan tundaan dan atrian menumpuk pada jam 07.00 – 08.00.

Table 5.32 Perbandingan kondisi eksisting dan kondisi pada tahun 2022 dan alternatif

Tinjauan	Kondisi Eksisting	Kondisi Tahun 2022	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
WAKTU HIJAU					
UTARA	24	24	33	30	40
SELATAN	47	47	55	47	31
BARAT	29	29	39	40	8
TIMUR	53	53	70	60	15
DERAJAT JENUH					
UTARA	1.753	3.104	2.883	1.702	0.819
SELATAN	0.572	0.808	0.923	0.848	0.819
BARAT	1.471	2.571	2.442	1.845	0.819
TIMUR	0.931	1.810	1.751	1.583	0.819
PANJANG ANTRIAN					
UTARA	350	350	350	200	233
SELATAN	232	280	280	200	200
BARAT	200	200	200	165	80
TIMUR	200	200	200	165	140
TUNDAAN RATA-RATA					
UTARA	1462.816	3923.728	3551.873	1377.344	42.212

Tinjauan	Eksisting	Tahun 2022	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
SELATAN	4.042	7.063	16.311	8.936	7.613
BARAT	869.026	2856.545	2619.913	1541.320	14.337
TIMUR	13.746	1476.792	1367.349	1063.551	8.872
TUNDAAN SIMPANG	455.5	1824.3	1671.8	965.2	16.1
PELAYANAN SIMPANG	F	F	F	F	C