

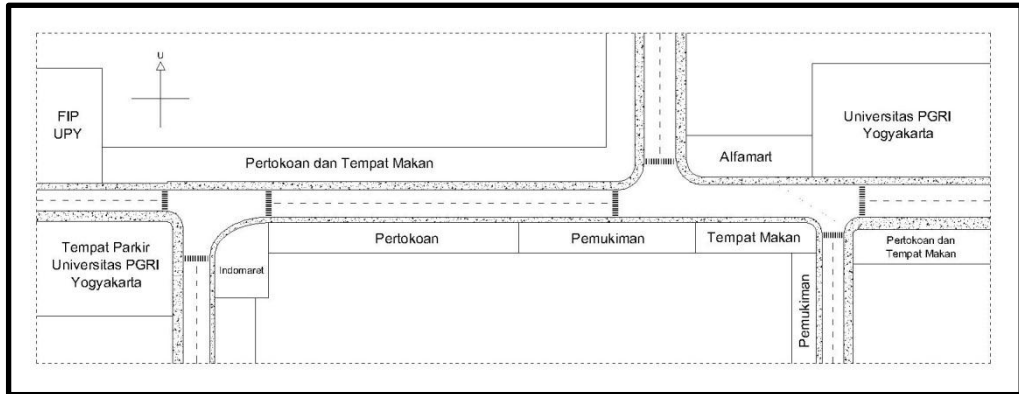
## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Primer

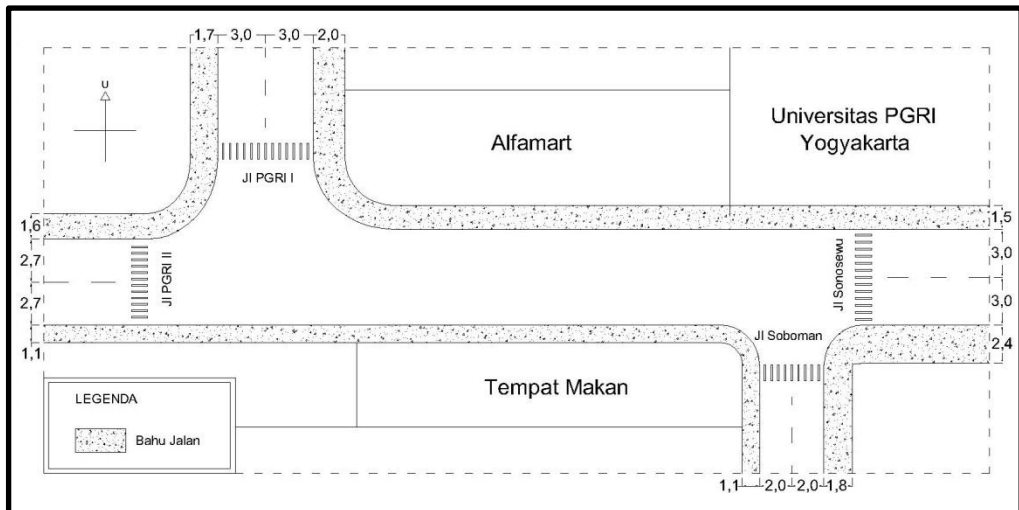
Penelitian ini dilakukan pengumpulan data primer yang diantaranya berupa kondisi geometrik simpang, kondisi lingkungan simpang, waktu siklus, jumlah fase dan data arus lalu lintas.

#### 4.1.1 Kondisi geometrik simpang

Berdasarkan hasil pegamatan survei untuk mendapatkan data kondisi geometrik simpang bersinyal Jalan PGRI II, Yogyakarta, maka didapatkan data geometrik di simpang A dan simpang B seperti pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.1 Kondisi Geometrik Simpang A dan Simpang B



Gambar 4.2 Kondisi Geometrik Simpang A



Gambar 4.3 Kondisi Geometrik Simpang B

Tabel 4.1 Data Geometrik Simpang

Simpang	Kode Pendekat	Pendekat (m)		
		Lebar Pendekat	Lebar Masuk	Lebar Keluar
A	Jl Sonosewu (T)	3,0	3,0	2,7
	Jl Soboman (S)	2,0	2,0	3,0
	Jl PGRI II (B)	2,7	2,7	3,0
	Jl PGRI I (U)	3,0	3,0	2,0
B	Jl PGRI II (T)	2,7	2,7	2,0
	Jl Sonosewu Baru (S)	2,7	2,7	-
	Jl PGRI II (B)	2,0	2,0	2,7

#### 4.1.2. Kondisi lingkungan simpang

Berdasarkan hasil pengamatan survei untuk mendapatkan data kondisi lingkungan simpang bersinyal jalan PGRI II, Yogyakarta, maka didapatkan data pada simpang A dan simpang B seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Kondisi Lingkungan Simpang

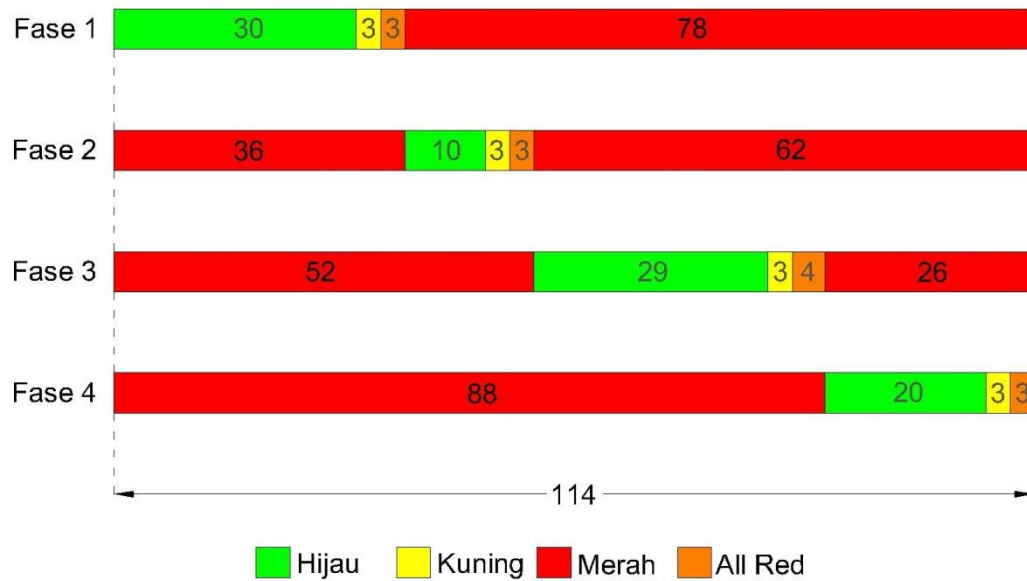
Simpang	Kode Pendekat	Kondisi Lingkungan	Hambatan Samping	Median	Kelandaian (%)	BKiJT
A	T	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
	S	Pemukiman	Rendah	Tidak	0	Tidak
	B	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
	U	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
B	T	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
	S	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak
	B	Komersial	Rendah	Tidak	0	Tidak

#### 4.1.3. Kondisi waktu siklus dan jumlah fase

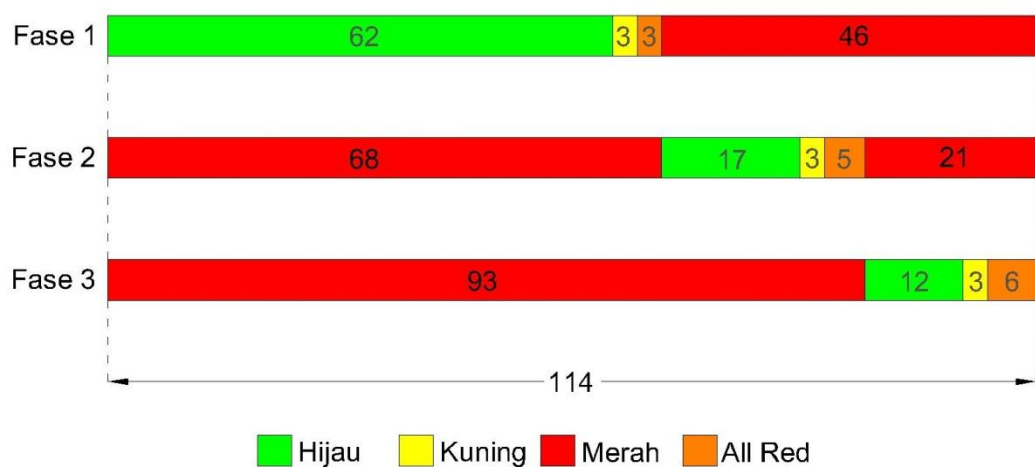
Kondisi lalu lintas pada simpang bersinyal terdiri dari jumlah fase, waktu siklus masing-masing di setiap fase dan gerakan sinyal secara berurutan dari waktu hijau, kuning dan merah. Pada simpang bersinyal di jalan PGRI II, Yogyakarta memiliki empat fase pada simpang A dan tiga fase pada simpang B. Waktu lamanya sinyal di setiap fase dapat dilihat pada tabel dan diagram pada gambar berikut.

Tabel 4.3 Kondisi Waktu Siklus dan Jumlah Fase

Simpang	Fase	Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Merah (detik)	All Red (detik)	Waktu Siklus (detik)
A	1	T	P	30	3	81	3	114
	2	S	P	10	3	101	3	114
	3	B	P	29	3	82	4	114
	4	U	P	20	3	91	3	114
B	1	T	P	62	3	49	3	114
	2	S	P	17	3	94	5	114
	3	B	P	12	3	99	6	114



Gambar 4.4 Diagram Waktu Siklus Simpang A



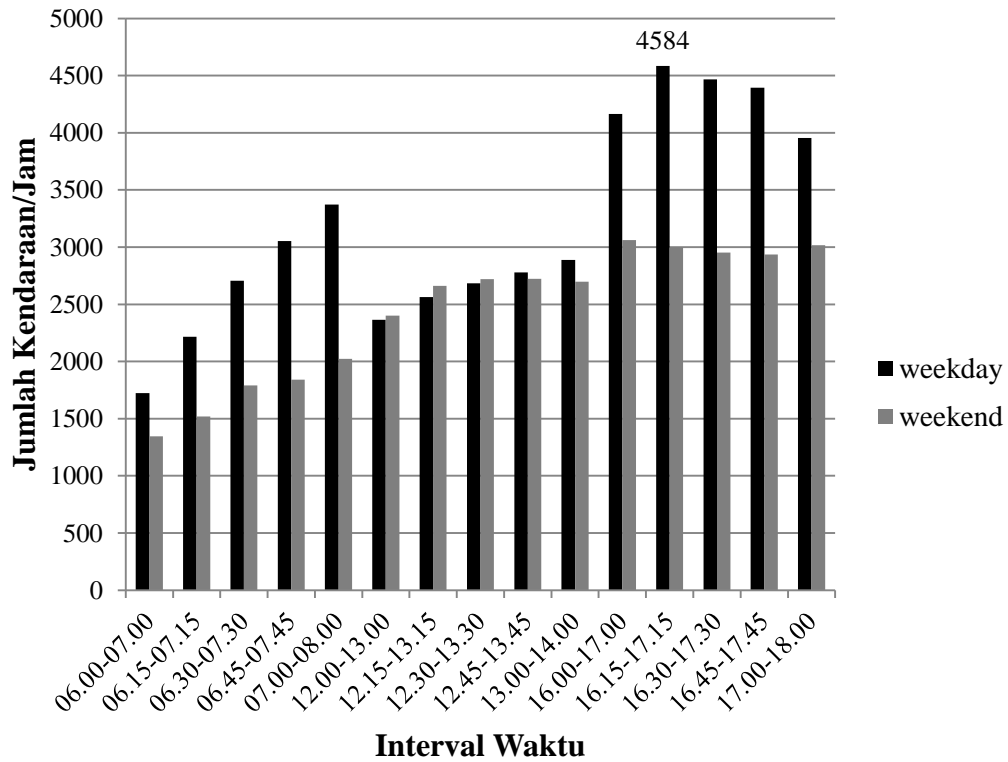
Gambar 4.5 Diagram Waktu Siklus Simpang

#### 4.1.4 Data arus lalu lintas

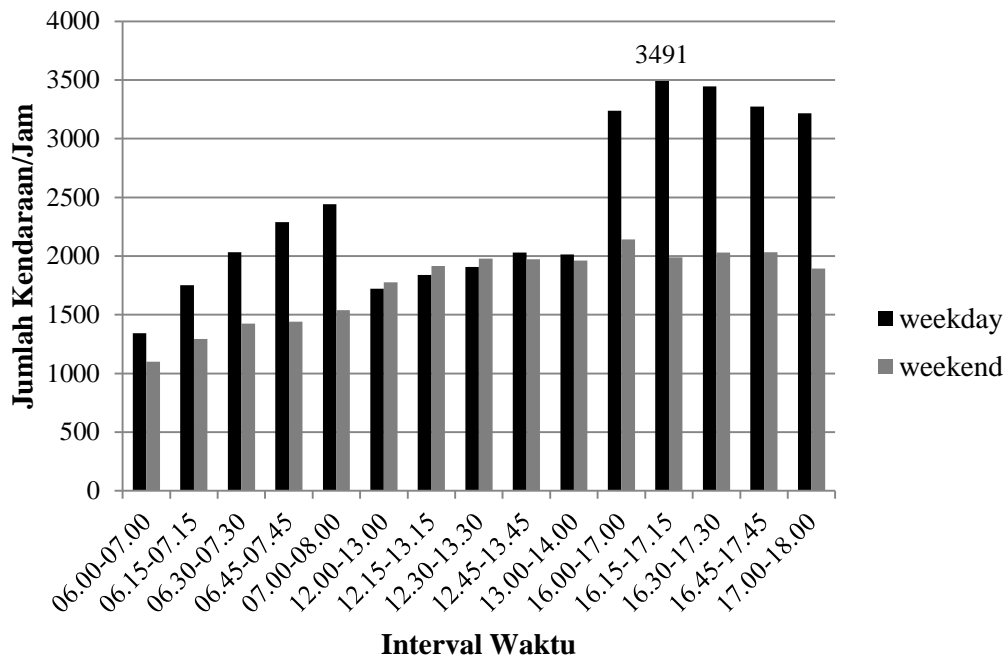
Berdasarkan hasil pengamatan arus lalu lintas yang telah dilakukan selama 2 hari yaitu hari Minggu, 17 Desember 2017 dan hari Senin, 18 Desember 2017 pada masing-masing jam sibuk yaitu pagi pukul 06.00-08.00 WIB, siang pukul 12.00-14.00 WIB dan sore pukul 16.00-18.00 WIB di simpang bersinyal jalan PGRI II, Yogyakarta dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.

Tabel 4.4 Data Lalu Lintas Simpang

Interval	Arus Lalu Lintas (Kend/Jam)			
	Minggu, 17 Desember 2017 (Weekend)		Senin, 18 Desember 2017 (Weekday)	
	Simpang A	Simpang B	Simpang A	Simpang B
06.00-07.00	1346	1099	1723	1343
06.15-07.15	1518	1293	2215	1753
06.30-07.30	1790	1425	2705	2032
06.45-07.45	1840	1441	3053	2289
07.00-08.00	2022	1540	3373	2441
12.00-13.00	2402	1776	2365	1721
12.15-13.15	2661	1916	2564	1838
12.30-13.30	2721	1978	2685	1908
12.45-13.45	2723	1972	2780	2031
13.00-14.00	2698	1962	2887	2013
16.00-17.00	3062	2141	4165	3239
<b>16.15-17.15</b>	3000	1988	<b>4584</b>	<b>3491</b>
16.30-17.30	2953	2029	4467	3446
16.45-17.45	2937	2032	4393	3274
17.00-18.00	3018	1894	3956	3217



Gambar 4.6 Diagram Arus Lalu Lintas Simpang A



Gambar 4.7 Diagram Arus Lalu Lintas Simpang B

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil survei arus lalu lintas dapat diketahui volume kendaraan jam puncak pada hari Minggu, 17 Desember 2017 yaitu pada pukul 16.00-17.00 WIB di simpang A sebesar 3062 kend/jam dan simpang B sebesar 2141 kend/jam serta volume kendaraan jam puncak pada hari Senin, 18 Desember 2017 pada pukul 16.15-17.15 WIB di simpang A sebesar 4584 kend/jam dan simpang B sebesar 3491 kend/jam. Selanjutnya untuk perhitungan analisis maka data yang diambil adalah arus lalu lintas jam puncak terbesar yaitu pada hari Senin, 18 Desember 2017 dengan arus lalu lintas per jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Volume Kendaraan Jam Puncak

Simpang	Pendekat	KB	KR	SM	KTB
A	T ke S (Kiri)	0	10	148	2
	T ke B (Lurus)	3	70	1154	14
	T ke U (Kanan)	7	126	381	0
	S ke B (Kiri)	0	2	37	3
	S ke U (Lurus)	0	31	71	1
	S ke T (Kanan)	0	12	129	1
	B ke U (Kiri)	1	51	257	3
	B ke T (Lurus)	3	76	849	9
	B ke S (Kanan)	0	4	59	0
	U ke T (Kiri)	7	130	330	1
	U ke S (Lurus)	3	29	108	0
	U ke B (Kanan)	3	61	394	4
	B	T ke S (Kiri)	4	72	773
T ke B (Lurus)		2	43	923	10
S ke B (Kiri)		0	12	188	2
S ke T (Kanan)		6	99	721	2
B ke T (Lurus)		3	31	481	5
B ke S (Kanan)		0	2	106	0

## 4.2. Analisis Kondisi Eksisting

### 4.2.1. Arus jenuh (S)

Arus jenuh dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dasar dan faktor-faktor penyesuaian antara lain faktor penyesuaian hambatan samping, ukuran kota, kelandaian, parkir, belok kanan dan belok kiri.

Langkah pertama yaitu menentukan nilai arus jenuh dasar ( $S_0$ ). Simpang bersinyal ini merupakan tipe pendekat terlindung (P) sehingga arus jenuh dasar dipengaruhi oleh lebar efektif. Contoh lebar efektif pada pendekat timur di simpang A sebesar 3,0 meter. Nilai arus jenuh dasar dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 S_0 &= 600 \times L_E \\
 &= 600 \times 3,0 \\
 &= 1800 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Langkah kedua yaitu menentukan faktor penyesuaian hambatan samping ( $F_{HS}$ ) yang dapat diketahui melalui tipe lingkungan, hambatan samping, tipe pendekat dan rasio kendaraan tak bermotor ( $Q_{KTb}/q_{KBm}$ ) pada setiap pendekat.

Untuk mendapatkan nilai tersebut dapat menggunakan metode interpolasi dari tabel 2.5. Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A sebagai berikut.

Keterangan :

$$\text{Nilai } (Q_{\text{KTb}}/q_{\text{KbM}}) = 0,0084$$

$$Y = 0,00$$

$$Y1 = 0,0084$$

$$Y2 = 0,05$$

$$X = 0,95$$

$$X2 = 0,93$$

$$\begin{aligned} \text{Interpolasi} &= X + \frac{Y1-Y}{Y2-Y} \times (X2 - X) \\ &= 0,95 + \frac{0,0084-0,00}{0,05-0,00} \times (0,93 - 0,95) \\ &= 0,94664 \end{aligned}$$

Langkah ketiga yaitu menentukan faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{\text{UK}}$ ) yang dapat diketahui dari tabel 2.4 dengan menyesuaikan jumlah penduduk di wilayah Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta Menurut Badan Pusat Statistik (2016) sebesar 983.527 jiwa, maka dipilih sebesar  $> 0,5 - 1,0$  juta jiwa dan didapat nilai  $F_{\text{UK}}$  sebesar 0,94.

Langkah keempat yaitu menentukan faktor penyesuaian kelandaian ( $F_{\text{G}}$ ) yang dapat diketahui menggunakan grafik pada gambar 2.4 dari tingkat kelandaian 0% sehingga nilai  $F_{\text{G}}$  sebesar 1,00.

Langkah kelima yaitu menentukan faktor penyesuaian parkir ( $F_{\text{P}}$ ) yang dapat diketahui dari jarak garis henti sampai ke kendaraan yang diparkir pertama pada lajur pendekat menggunakan grafik pada gambar 2.5. Berdasarkan pengamatan di lapangan tidak ada kendaraan yang parkir sepanjang lajur pendekat sehingga nilai  $F_{\text{P}}$  sebesar 1,0.

Langkah keenam yaitu menentukan faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{\text{BKa}}$ ) yang dapat diketahui melalui rasio kendaraan belok kanan berdasarkan formulir SIS II (lampiran). Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut.



$$\begin{aligned}
 F_{BKa} &= 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \\
 &= 1,0 + 0,27 \times 0,26 \\
 &= 1,07
 \end{aligned}$$

Langkah ketujuh yaitu menentukan faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{BK_i}$ ) yang dapat diketahui melalui rasio kendaraan belok kiri berdasarkan formulir SIS II (lampiran). Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 F_{BK_i} &= 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \\
 &= 1,0 - 0,08 \times 0,16 \\
 &= 0,99
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai arus jenuh dasar dan faktor-faktor penyesuaian maka selanjutnya yaitu menentukan nilai arus jenuh. Contoh perhitungan arus jenuh pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 S &= S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BKa} \\
 &= 1800 \times 0,94704 \times 0,94 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,99 \times 1,07 \\
 &= 1691,61
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Arus Jenuh

Simpang	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )	$F_{HS}$	$F_{UK}$	$F_G$	$F_P$	$F_{BK_i}$	$F_{BKa}$	Arus Jenuh (S)
A	T	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,99	1,07	1691,61
	S	1200	0,97	0,94	1,00	1,00	0,98	1,13	1212,68
	B	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,96	1,01	1403,72
	U	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,11	1658,45
B	T	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,00	1333,55
	S	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,97	1,21	1692,12
	B	1200	0,95	0,94	1,00	1,00	1,00	1,05	1116,13

#### 4.2.2. Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dan rasio waktu hijau pada setiap pendekat, sedangkan derajat kejenuhan dapat diketahui melalui arus lalu lintas dan kapasitas pada setiap pendekat. Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.13 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C &= S \times \frac{H}{c} \\
 &= 1691,61 \times \frac{30}{114} \\
 &= 445,16 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Kapasitas

Simpang	Kode Pendekat	Arus Jenuh (S) (skr/jam)	Waktu Hijau (H) (det)	Waktu Siklus (c) (det)	Kapasitas (C) (skr/jam)
A	T	1691,61	30	114	445,16
	S	1212,68	10	114	106,38
	B	1403,72	29	114	357,09
	U	1658,45	20	114	290,96
B	T	1333,55	62	114	725,26
	S	1692,12	17	114	252,33
	B	1116,13	12	114	117,49

Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.14 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 DJ &= \frac{Q}{c} \\
 &= \frac{471,45}{445,16} \\
 &= 1,06
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Derajat Kejenuhan

Sim pang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan
A	T	471,45	445,16	1,06
	S	80,55	106,38	0,76
	B	310,95	357,09	0,87
	U	361,70	290,96	1,24
B	T	377,20	725,26	0,52
	S	255,15	252,33	1,01
	B	124,95	117,49	1,06

#### 4.2.3. Panjang antrian (PA)

Pertama dalam menentukan panjang antrian hal yang harus dilakukan yaitu menentukan nilai  $N_Q$  terlebih dahulu sebagai awal isyarat lampu hijau. Nilai  $N_Q$  dapat diketahui melalui nilai  $N_{Q1}$  sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dan  $N_{Q2}$  sebagai jumlah kendaraan (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah. Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A sebagai berikut.

a. Nilai  $N_{Q1}$  jika  $D_J > 0,5$  dapat dihitung menggunakan persamaan 2.16.

$$\begin{aligned}
 N_{Q1} &= 0,25 \times C \times \left\{ (D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{c}} \right\} \\
 &= 0,25 \times 445,16 \times \left\{ (1,06 - 1) + \sqrt{(1,06 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,06 - 0,5)}{445,16}} \right\} \\
 &= 19,52 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

b. Nilai  $N_{Q2}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 2.17.

$$\begin{aligned}
 N_{Q2} &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_J)} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 114 \times \frac{(1 - 0,26)}{(1 - 0,26 \times 1,06)} \times \frac{471,45}{3600} \\
 &= 15,25 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

c. Nilai  $N_Q$  dapat dihitung menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned}
 N_Q &= N_{Q1} + N_{Q2} \\
 &= 19,52 + 15,25 \\
 &= 34,77 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

- d. Nilai  $N_{QMAX}$  sebagai evaluasi pembebanan lebih dari  $N_Q$  didapat menggunakan grafik pada gambar 2.8.
- e. Nilai panjang antrian dapat dihitung menggunakan persamaan 2.18.

$$\begin{aligned}
 PA &= N_{QMAX} \times \frac{20}{L_M} \\
 &= 44 \times \frac{20}{3} \\
 &= 293 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Panjang Antrian

Simpang	Kode Pendekat	$N_{Q1}$ (skr)	$N_{Q2}$ (skr)	$N_Q$ (skr)	$N_{QMAX}$ (skr)	PA (m)
A	T	19,52	15,25	34,77	44	293
	S	0,98	2,49	3,48	6	60
	B	2,58	9,43	12,01	18	133
	U	38,20	12,08	50,28	62	413
B	T	0,04	7,60	7,64	12	89
	S	8,77	8,10	16,86	22	163
	B	7,91	3,99	11,90	17	170

#### 4.2.4. Rasio kendaraan henti ( $R_{KH}$ )

Rasio kendaraan henti dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$ , arus lalu lintas dan waktu siklus disesuaikan. Contoh perhitungan pada hari Senin pukul 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A dapat dihitung menggunakan persamaan 2.19 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R_{KH} &= 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{34,77}{471,45 \times 114} \times 3600 \\
 &= 2,10 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu menentukan jumlah kendaraan henti pada setiap pendekat menggunakan persamaan 2.20 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 N_H &= Q \times R_{KH} \\
 &= 471,45 \times 2,10 \\
 &= 988,21 \text{ skr}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Rasio Kendaraan Henti Simpang A

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (det)	N <sub>Q</sub> (skr)	Rasio Kendaraan Henti (R <sub>KH</sub> ) (skr)	Jumlah Kendaraan Henti (N <sub>H</sub> ) (skr)
A	T	471,45	114	34,77	2,10	988,21
	S	80,55	114	3,48	1,23	98,82
	B	310,95	114	12,01	1,10	341,40
	U	361,70	114	50,28	3,95	1429,02
B	T	377,20	114	7,64	0,58	217,12
	S	255,15	114	16,86	1,88	479,21
	B	124,95	114	11,90	2,71	338,23

#### 4.2.5. Tundaan

Tundaan terdiri dari 2 macam, yaitu tundaan lalu lintas (T<sub>L</sub>), dan tundaan geometrik (T<sub>G</sub>). Contoh perhitungan pada hari Senin jam 16.15-17.15 WIB di pendekat timur simpang A sebagai berikut.

a. Nilai tundaan lalu lintas (T<sub>L</sub>) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.22.

$$\begin{aligned}
 T_L &= c \times \frac{0,5 \times (1-R_H)^2}{(1-R_H \times D_i)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c} \\
 &= 114 \times \frac{0,5 \times (1-0,26)^2}{(1-0,26 \times 1,06)} + \frac{19,52 \times 3600}{445,16} \\
 &= 200,76 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

b. Nilai tundaan geometrik (T<sub>G</sub>) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.23.

$$\begin{aligned}
 T_G &= (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\
 &= (1 - 2,10) \times 0,35 \times 6 + (2,10 \times 4) \\
 &= 6,06 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

c. Nilai tundaan rata-rata pendekat dapat dihitung menggunakan persamaan 2.21.

$$\begin{aligned}
 T_i &= T_{Li} + T_{Gi} \\
 &= 200,76 + 6,06 \\
 &= 206,82 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

d. Nilai tundaan total dapat dihitung menggunakan persamaan 2.24.

$$\begin{aligned}
 T_{total} &= T \times Q \\
 &= 206,82 \times 471,45 \\
 &= 97503,32 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

e. Nilai tundaan rata-rata simpang dapat dihitung menggunakan persamaan 2.25.

$$\begin{aligned}
 T_l &= \frac{\sum T_{total}}{Q_{total}} \\
 &= \frac{97503,32}{1224,65} \\
 &= 257,80 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Tundaan

Simpang	Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (TL) (det/skr)	Tundaan Geometrik (TG) (det/skr)	Tundaan Rata-Rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (det)	Tundaan Rata-Rata Simpang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Simpang
A	T	200,76	6,06	206,82	97503,32	257,80	F
	S	84,13	4,04	88,17	7101,97		
	B	66,73	4,22	70,95	22062,18		
	U	522,23	0,43	522,66	189044,84		
B	T	16,75	3,49	20,24	7633,48	119,33	F
	S	173,65	2,24	175,89	44878,99		
	B	293,89	9,05	302,94	37852,51		

Alternatif solusi yang dapat dilakukan diantaranya yaitu :

- Alternatif I yaitu perubahan waktu siklus.
- Alternatif II yaitu perubahan waktu siklus dan perubahan *all red*.
- Alternatif III yaitu perubahan waktu siklus, perubahan *all red* dan penambahan lebar efektif di simpang A pendekat timur sebesar 1,2 m, pendekat barat sebesar 0,5 m dan pendekat utara sebesar 1 m serta di simpang B pendekat selatan sebesar 1 m.

#### 4.3. Analisis Alternatif I

Alternatif I yaitu perubahan waktu siklus. Contoh perhitungan waktu siklus di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.11 sebagai berikut.

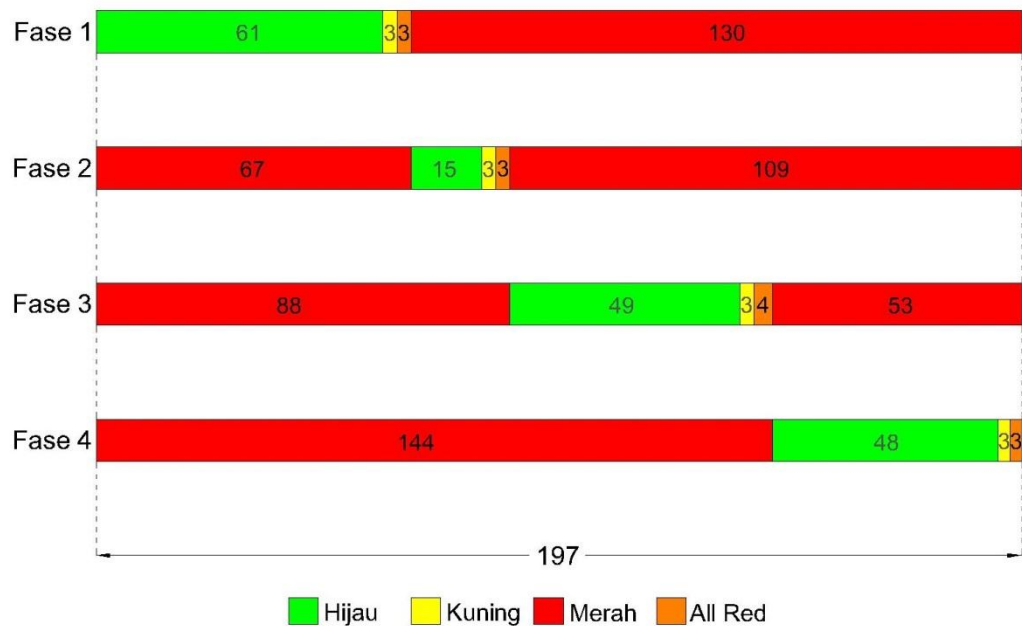
$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}} \\
 &= \frac{(1,5 \times 25 + 5)}{1 - 0,78} \\
 &= 197,43 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu menghitung waktu hijau pada pendekat timur di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut.

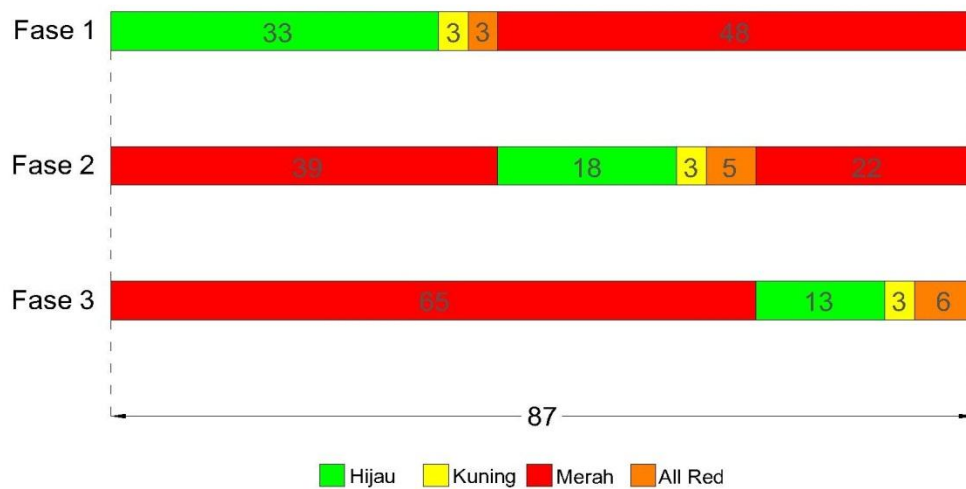
$$\begin{aligned}
 H_i &= (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{Q/S \text{ kritis}})_i} \\
 &= (197 - 25) \times \frac{0,28}{0,78} \\
 &= 61 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Waktu Hijau Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Waktu Siklus (det)	Waktu Hijau (det)
A	T	197	61
	S	197	15
	B	197	49
	U	197	48
B	T	87	33
	S	87	18
	B	87	13



Gambar 4.8 Diagram Waktu Siklus Simpang A Alternatif I



Gambar 4.9 Diagram Waktu Siklus Simpang B Alternatif I

#### 4.3.1. Arus jenuh

Arus jenuh dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dasar dan faktor-faktor penyesuaian. Nilai arus jenuh didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.13 Arus Jenuh Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )	$F_{HS}$	$F_{UK}$	$F_G$	$F_P$	$F_{Bki}$	$F_{Bka}$	Arus Jenuh (S)
A	T	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,99	1,07	1691,61
	S	1200	0,97	0,94	1,00	1,00	0,98	1,13	1212,68
	B	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,96	1,01	1403,72
	U	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,11	1658,45
B	T	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,00	1333,55
	S	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,97	1,21	1692,12
	B	1200	0,95	0,94	1,00	1,00	1,00	1,05	1116,13

#### 4.3.2. Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dan rasio waktu hijau pada setiap pendekat, sedangkan derajat kejenuhan dapat diketahui melalui arus lalu lintas dan kapasitas pada setiap pendekat. Nilai kapasitas dan derajat kejenuhan didapatkan sebagai berikut.



Tabel 4.14 Kapasitas Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Arus Jenuh (S) (skr/jam)	Waktu Hijau (H) (det)	Waktu Siklus (c) (det)	Kapasitas (C) (skr/jam)
A	T	1691,61	61	197	524,54
	S	1212,68	15	197	89,62
	B	1403,72	49	197	345,96
	U	1658,45	48	197	402,43
B	T	1333,55	33	87	508,59
	S	1692,12	18	87	344,02
	B	1116,13	13	87	168,47

Tabel 4.15 Derajat Kejenuhan Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan
A	T	471,45	524,54	0,90
	S	80,55	89,62	0,90
	B	310,95	345,96	0,90
	U	361,70	402,43	0,90
B	T	377,20	508,59	0,74
	S	255,15	344,02	0,74
	B	124,95	168,47	0,74

### 4.3.3. Panjang antrian

Panjang antrian dapat diketahui melalui nilai  $N_{QMAX}$  sebagai awal isyarat lampu hijau. Nilai panjang antrian didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.16 Panjang Antrian Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	$N_{Q1}$ (skr)	$N_{Q2}$ (skr)	$N_Q$ (skr)	$N_{QMAX}$ (skr)	PA (m)
A	T	3,48	24,68	28,16	36	240
	S	2,53	4,37	6,90	11	110
	B	3,31	16,47	19,78	26	193
	U	3,38	19,17	22,55	30	200
B	T	0,92	7,86	8,79	12	89
	S	0,92	5,78	6,70	10	74
	B	0,90	2,89	3,79	7	70

#### 4.3.4. Rasio kendaraan henti

Rasio kendaraan henti dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$ , arus lalu lintas dan waktu siklus disesuaikan. Nilai rasio kendaraan henti dan jumlah kendaraan henti didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.17 Rasio Kendaraan Henti Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (det)	$N_Q$ (skr)	Rasio Kendaraan Henti ( $R_{KH}$ ) (skr)	Jumlah Kendaraan Henti ( $N_H$ ) (skr)
A	T	471,45	197	28,16	0,98	463,13
	B	80,55	197	6,90	1,41	113,52
	S	310,95	197	19,78	1,05	325,38
	U	361,70	197	22,55	1,03	370,89
B	T	377,20	87	8,79	0,87	327,20
	B	255,15	87	6,70	0,98	249,57
	S	124,95	87	3,79	1,13	140,97

#### 4.3.5. Tundaan

Tundaan dipengaruhi oleh tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Nilai tundaan didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.18 Tundaan Alternatif I

Simpang	Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas ( $T_L$ ) (det/skr)	Tundaan Geometrik ( $T_G$ ) (det/skr)	Tundaan Rata-Rata ( $T$ ) (det/skr)	Tundaan Total (det)	Tundaan Rata-Rata Simpang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Simpang
A	T	88,91	3,97	92,87	43785,66	108,14	F
	S	192,10	4,07	196,17	15801,54		
	B	106,32	4,11	110,43	34338,07		
	U	102,49	3,97	106,46	38505,90		
B	T	29,74	3,84	33,58	12667,98	41,99	D
	S	42,10	4,04	46,15	11774,54		
	B	54,51	4,38	58,89	7358,11		

#### 4.4. Analisis Alternatif II

Alternatif II yaitu perubahan waktu siklus dan perubahan *all red*.

Tabel 4.19 *All Red* Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	<i>All Red</i> (det)	Waktu Kuning (det)	Waktu Hilang Total (H <sub>H</sub> ) (det)
A	T	1	3	20
	S	3	3	
	B	1	3	
	U	3	3	
B	T	3	3	15
	S	1	3	
	B	2	3	

Contoh perhitungan waktu siklus di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.11 sebagai berikut.

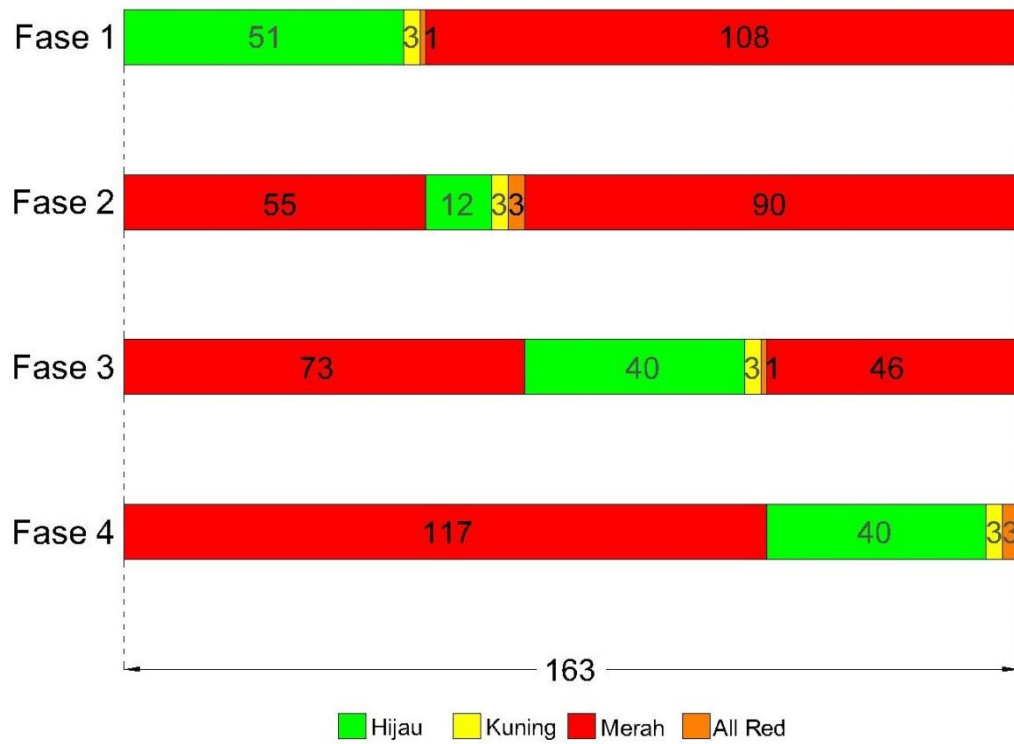
$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}} \\
 &= \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,78} \\
 &= 162,59 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu menghitung waktu hijau pada pendekat timur di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut.

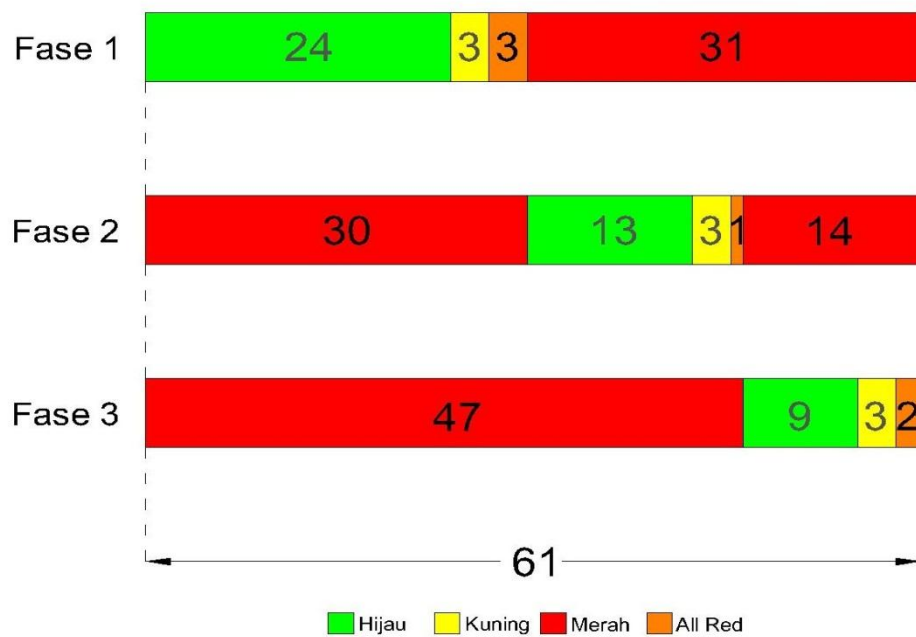
$$\begin{aligned}
 H_i &= (C - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{Q/S \text{ kritis}})_i} \\
 &= (163 - 20) \times \frac{0,28}{0,78} \\
 &= 51 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Waktu Hijau Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	Waktu Siklus (det)	Waktu Hijau (det)
A	T	163	51
	S	163	12
	B	163	40
	U	163	40
B	T	61	24
	S	61	13
	B	61	9



Gambar 4.10 Diagram Waktu Siklus Simpang A Alternatif II



Gambar 4.11 Diagram Waktu Siklus Simpang B Alternatif II

#### 4.4.1. Arus jenuh

Arus jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar dengan faktor-faktor penyesuaian. Nilai arus jenuh didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.21 Arus Jenuh Alternatif II

Sim pang	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (S <sub>0</sub> )	F <sub>HS</sub>	F <sub>UK</sub>	F <sub>G</sub>	F <sub>P</sub>	F <sub>Bki</sub>	F <sub>bka</sub>	Arus Jenuh (S)
A	T	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,99	1,07	1691,61
	S	1200	0,97	0,94	1,00	1,00	0,98	1,13	1212,68
	B	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,96	1,01	1403,72
	U	1800	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,11	1658,45
B	T	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,00	1333,55
	S	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,97	1,21	1692,12
	B	1200	0,95	0,94	1,00	1,00	1,00	1,05	1116,13

#### 4.4.2. Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dan rasio waktu hijau pada setiap pendekat, sedangkan derajat kejenuhan dapat diketahui melalui arus lalu lintas dan kapasitas pada setiap pendekat. Nilai kapasitas dan derajat kejenuhan didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.22 Kapasitas Alternatif II

Sim pang	Kode Pendekat	Arus Jenuh (S) (skr/jam)	Waktu Hijau (H) (det)	Waktu Siklus (c) (det)	Kapasitas (C) (skr/jam)
A	T	1691,61	51	163	527,06
	S	1212,68	12	163	90,05
	B	1403,72	40	163	347,63
	U	1658,45	40	163	404,37
B	T	1333,55	24	61	521,35
	S	1692,12	13	61	352,66
	B	1116,13	9	61	172,70

Tabel 4.23 Derajat Kejenuhan Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan
A	T	471,45	527,06	0,89
	S	80,55	90,05	0,89
	B	310,95	347,63	0,89
	U	361,70	404,37	0,89
B	T	377,20	521,35	0,72
	S	255,15	352,66	0,72
	B	124,95	172,70	0,72

#### 4.4.3. Panjang antrian

Panjang antrian dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$  sebagai awal isyarat lampu hijau. Nilai panjang antrian didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.24 Panjang Antrian Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	$N_{Q1}$ (skr)	$N_{Q2}$ (skr)	$N_Q$ (skr)	$N_{QMAX}$ (skr)	PA (m)
A	T	3,34	20,37	23,17	31	206
	S	2,46	3,62	6,08	10	100
	B	3,19	13,61	16,79	22	163
	U	3,25	15,84	19,08	26	173
B	T	0,80	5,43	6,23	10	74
	S	0,80	4,03	4,83	8	59
	B	0,78	2,02	2,80	6	44

#### 4.4.4. Rasio kendaraan henti

Rasio kendaraan henti dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$ , arus lalu lintas dan waktu siklus disesuaikan. Nilai rasio kendaraan henti dan jumlah kendaraan henti didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.25 Rasio Kendaraan Henti Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (det)	N <sub>Q</sub> (skr)	Rasio Kendaraan Henti (R <sub>KH</sub> ) (skr)	Jumlah Kendaraan Henti (N <sub>H</sub> ) (skr)
A	T	471,45	163	23,17	1,00	471,32
	B	80,55	163	6,08	1,50	120,83
	S	310,95	163	16,79	1,07	333,78
	U	361,70	163	19,08	1,05	379,32
B	T	377,20	61	6,23	0,88	330,77
	B	255,15	61	4,83	1,00	256,30
	S	124,95	61	2,80	1,19	148,61

#### 4.4.5. Tundaan

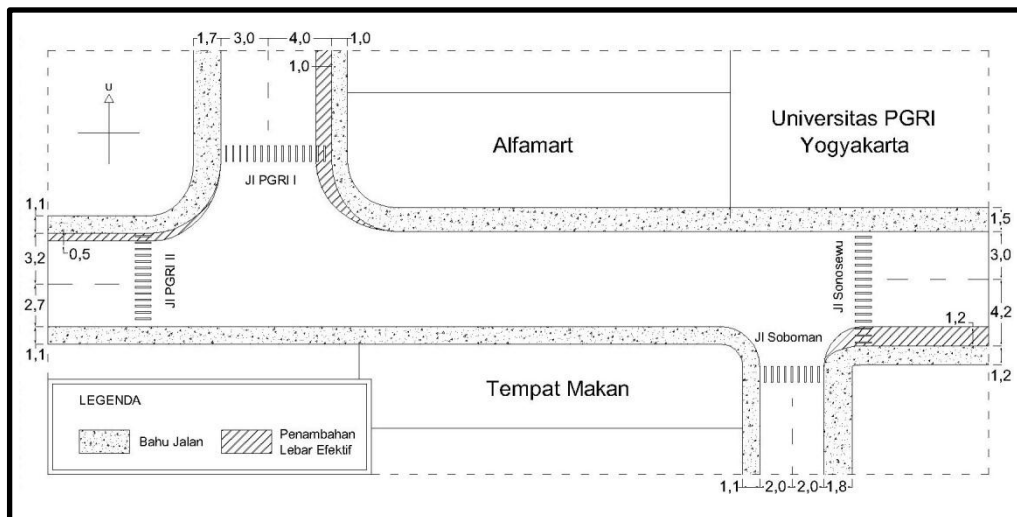
Tundaan dipengaruhi oleh tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Nilai tundaan didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.26 Tundaan Alternatif II

Simpang	Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (T <sub>L</sub> ) (det/skr)	Tundaan Geometrik (T <sub>G</sub> ) (det/skr)	Tundaan Rata-Rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (det)	Tundaan Rata-Rata Simpang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Simpang
A	T	76,35	4,00	80,35	37880,66	94,38	F
	S	173,26	4,09	177,34	14284,88		
	B	92,25	4,17	96,41	29980,21		
	U	88,49	3,94	92,43	33433,05		
B	T	21,30	3,85	25,15	9486,20	31,68	C
	S	30,62	3,99	34,62	8832,05		
	B	40,85	4,56	45,41	5674,47		

#### 4.5. Analisis Alternatif III

Alternatif III yaitu perubahan waktu siklus, perubahan *all red* seperti alternatif II dan penambahan lebar efektif di simpang A pendekat timur sebesar 1,2 m, pendekat barat sebesar 0,5 m dan pendekat utara sebesar 1 m serta di simpang B pendekat selatan sebesar 1 m.



Gambar 4.12 Kondisi Geometrik Alternatif III Simpang A



Gambar 4.13 Kondisi Geometrik Alternatif III Simpang B



Tabel 4.27 Lebar Efektif Alternatif III

Simpang	Kode Pendekat	Lebar Efektif	Lebar Efektif
		Kondisi Eksisting (m)	Alternatif (m)
A	T	3,0	4,2
	S	2,0	2,0
	B	2,7	3,2
	U	3,0	4,0
B	T	2,7	2,7
	S	2,7	3,7
	B	2,0	2,0

Contoh perhitungan waktu siklus di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.11 sebagai berikut.

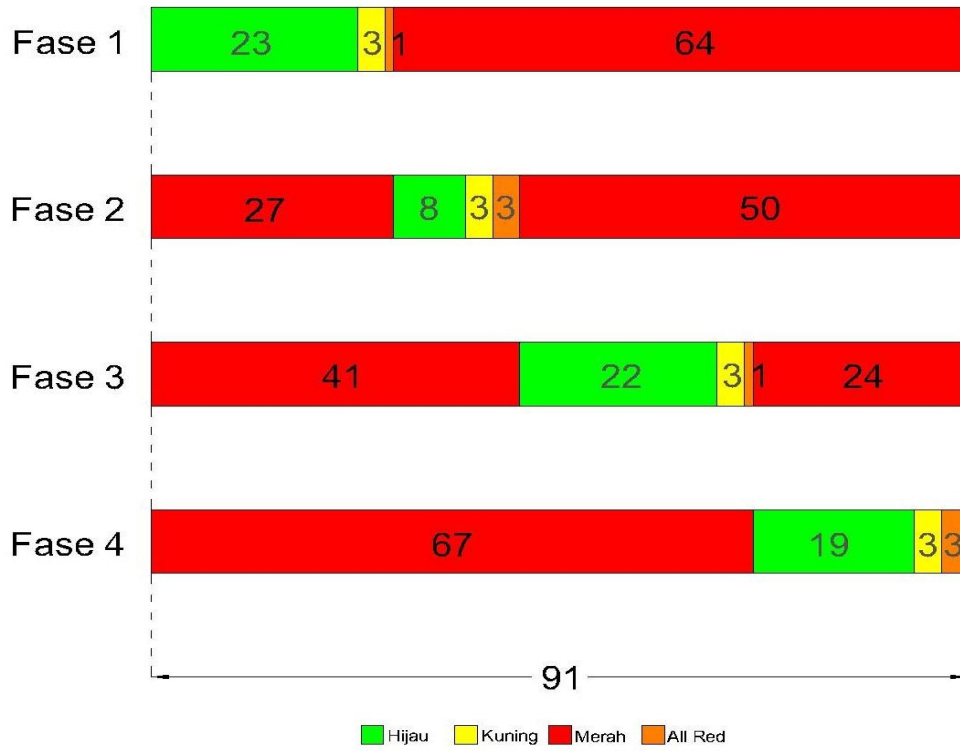
$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}} \\
 &= \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,62} \\
 &= 91,14 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu menghitung waktu hijau pada pendekat timur di simpang A dapat diketahui menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut.

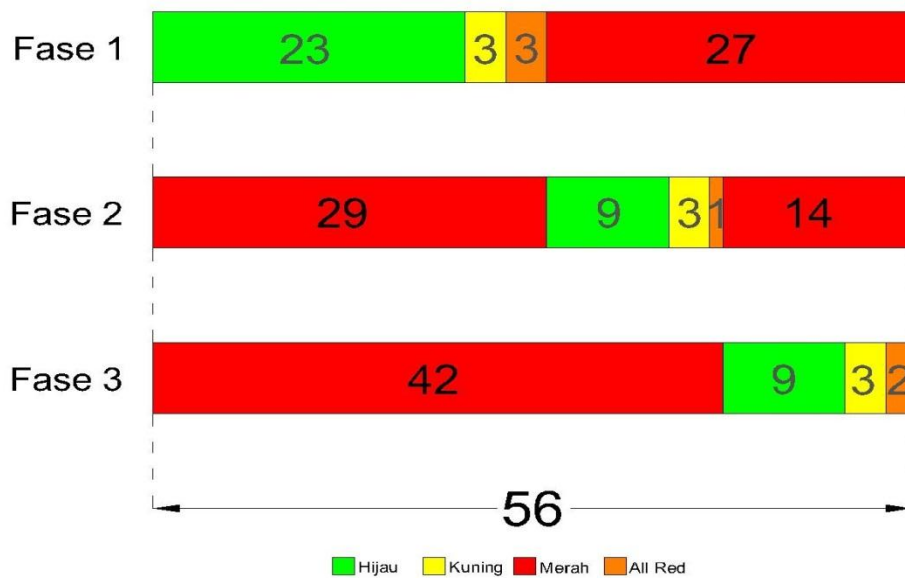
$$\begin{aligned}
 H_i &= (C - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{Q/S \text{ kritis}})_i} \\
 &= (91 - 20) \times \frac{0,20}{0,62} \\
 &= 23 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.28 Waktu Hijau Alternatif III

Simpang	Kode Pendekat	Waktu Siklus	Waktu Hijau
		(det)	(det)
A	T	91	23
	S	91	8
	B	91	22
	U	91	19
B	T	56	23
	S	56	9
	B	56	9



Gambar 4.14 Diagram Waktu Siklus Simpang A Alternatif III



Gambar 4.15 Diagram Waktu Siklus Simpang B Alternatif III

#### 4.5.1. Arus jenuh

Arus jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar dengan faktor-faktor penyesuaian. Nilai arus jenuh didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.29 Arus Jenuh Alternatif III

Simpan	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (S <sub>0</sub> )	F <sub>HS</sub>	F <sub>UK</sub>	F <sub>G</sub>	F <sub>P</sub>	F <sub>Bki</sub>	F <sub>Bka</sub>	Arus Jenuh (S)
A	T	2520	0,95	0,94	1,00	1,00	0,99	1,07	2368,26
	S	1200	0,97	0,94	1,00	1,00	0,98	1,13	1212,68
	B	1920	0,95	0,94	1,00	1,00	0,96	1,01	1663,67
	U	2400	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,11	2211,27
B	T	1620	0,95	0,94	1,00	1,00	0,93	1,00	1333,55
	S	2220	0,95	0,94	1,00	1,00	0,97	1,21	2318,84
	B	1200	0,95	0,94	1,00	1,00	1,00	1,05	1116,13

#### 4.5.2. Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas dapat diketahui melalui nilai arus jenuh dan rasio waktu hijau pada setiap pendekat, sedangkan derajat kejenuhan dapat diketahui melalui arus lalu lintas dan kapasitas pada setiap pendekat. Nilai kapasitas dan derajat kejenuhan didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.30 Kapasitas Alternatif III

Simpan	Kode Pendekat	Arus Jenuh (S) (skr/jam)	Waktu Hijau (H) (det)	Waktu Siklus (c) (det)	Kapasitas (C) (skr/jam)
A	T	2368,26	23	91	597,16
	S	1212,68	8	91	102,03
	B	1663,67	22	91	393,86
	U	2211,27	19	91	458,15
B	T	1333,55	23	56	547,04
	S	2318,84	9	56	370,03
	B	1116,13	9	56	181,21

Tabel 4.31 Derajat Kejenuhan Alternatif III Simpang A

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan
A	T	471,45	597,16	0,79
	S	80,55	102,03	0,79
	B	310,95	393,86	0,79
	U	361,70	458,15	0,79
B	T	377,20	547,04	0,69
	S	255,15	370,03	0,69
	B	124,95	181,21	0,69

#### 4.5.3. Panjang antrian

Panjang antrian dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$  sebagai awal isyarat lampu hijau. Nilai panjang antrian didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.32 Panjang Antrian Alternatif III

Simpang	Kode Pendekat	$N_{Q1}$ (skr)	$N_{Q2}$ (skr)	$N_Q$ (skr)	$N_{QMAX}$ (skr)	PA (m)
A	T	1,35	11,13	12,47	17	81
	S	1,23	2,00	3,23	6	60
	B	1,33	7,38	8,71	12	75
	U	1,34	8,67	10,00	14	70
B	T	0,61	4,83	5,43	9	67
	S	0,60	3,75	4,35	8	43
	B	0,60	1,83	2,43	5	50

#### 4.5.4. Rasio kendaraan henti

Rasio kendaraan henti dapat diketahui melalui nilai  $N_Q$ , arus lalu lintas dan waktu siklus disesuaikan. Nilai rasio kendaraan henti dan jumlah kendaraan henti didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.33 Rasio Kendaraan Henti Alternatif III Simpang A

Simpang	Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Waktu Siklus (c) (det)	N <sub>Q</sub> (skr)	Rasio Kendaraan Henti (R <sub>KH</sub> ) (skr)	Jumlah Kendaraan Henti (N <sub>H</sub> ) (skr)
A	T	471,45	91	12,47	0,94	444,12
	B	80,55	91	3,23	1,43	115,04
	S	310,95	91	8,71	1,00	310,14
	U	361,70	91	10,00	0,98	356,19
B	T	377,20	56	5,43	0,83	314,26
	B	255,15	56	4,35	0,99	251,80
	S	124,95	56	2,43	1,13	140,66

#### 4.5.5. Tundaan

Tundaan dipengaruhi oleh tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Nilai tundaan didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.34 Tundaan Alternatif III Simpang A

Simpang	Kode Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (T <sub>L</sub> ) (det/skr)	Tundaan Geometrik (T <sub>G</sub> ) (det/skr)	Tundaan Rata-Rata (T) (det/skr)	Tundaan Total (det)	Tundaan Rata-Rata Simpang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Simpang
A	T	39,89	3,89	43,78	20639,68	49,45	D
	S	84,40	4,07	88,48	7126,70		
	B	44,78	3,99	48,77	15165,33		
	U	44,71	4,02	48,72	17623,46		
B	T	17,57	3,80	21,37	8061,08	27,80	B
	S	28,10	4,03	32,13	8196,85		
	B	34,00	4,37	38,37	4794,43		

#### 4.6. Pembahasan

Berdasarkan dari hasil analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014 pada kondisi eksisting yaitu hari Senin, 18 Desember 2017 pukul 16.15-17.15 WIB diperoleh nilai derajat kejenuhan di simpang A pendekat timur sebesar 1,06, pendekat selatan sebesar 0,76, pendekat barat sebesar 0,87 dan pendekat utara sebesar 1,24 serta di simpang B pendekat timur sebesar 0,52, pendekat selatan sebesar 1,01 dan pendekat barat sebesar 1,06, hasil tersebut menunjukkan bahwa di sebagian besar pendekat masih dalam kondisi jenuh yaitu

nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85. Nilai tundaan rata-rata di simpang A sebesar 257,80 detik/skr dan di simpang B sebesar 119,33 detik/skr dengan tingkat pelayanan F (buruk sekali). Kondisi ini dikarenakan pada lokasi penelitian terdapat area kampus Universitas PGRI Yogyakarta dan berbagai macam tempat berdagang serta jam puncak diperoleh pada hari kerja sore hari dimana berakhirnya aktivitas perkuliahan dan mulai banyaknya masyarakat yang aktif dalam berdagang di sekitar lokasi tersebut sehingga meningkatnya pergerakan arus lalu lintas.

Berdasarkan dari hasil analisis kondisi eksisting tersebut maka perlu dilakukan analisis alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja simpang diantaranya yaitu :

- a. Analisis Alternatif I yaitu perubahan waktu siklus.
- b. Analisis Alternatif II yaitu perubahan waktu siklus dan perubahan *all red*.
- c. Analisis Alternatif III yaitu perubahan waktu siklus, perubahan *all red* seperti alternatif II dan penambahan lebar efektif di simpang A pendekat timur sebesar 1,2 m, pendekat barat sebesar 0,5 m dan pendekat utara sebesar 1 m serta di simpang B pendekat selatan sebesar 1 m.

Ketiga alternatif solusi tersebut dapat menurunkan derajat kejenuhan dan tundaan rata-rata dari kondisi eksisting, tetapi alternatif III yang paling direkomendasi untuk diterapkan karena alternatif ini menghasilkan derajat kejenuhan dan tundaan rata-rata paling rendah dibandingkan dengan alternatif I dan II. Untuk perbandingan hasil dari kondisi eksisting dan alternatif solusi di simpang A dapat dilihat pada tabel 4.35 dan di simpang B dapat dilihat pada tabel 4.36.

Tabel 4.35 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Alternatif Solusi Sempang A

Kondisi	Pendekat	Hi	DJ	PA (m)	Tundaan Pendekat (det/skr)	Tundaan Sempang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Sempang
Eksisting	T	30	1,06	293	206,82	257,80	F
	S	10	0,76	60	88,17		
	B	29	0,87	133	70,95		
	U	20	1,24	413	522,66		
Alternatif I	T	61	0,90	240	92,87	108,14	F
	S	15	0,90	110	196,17		
	B	49	0,90	193	110,43		
	U	48	0,90	200	106,46		
Alternatif II	T	51	0,89	206	80,35	94,38	F
	S	12	0,89	100	177,34		
	B	40	0,89	163	96,41		
	U	40	0,89	173	92,43		
Alternatif III	T	23	0,79	81	43,78	49,45	D
	S	8	0,79	60	88,48		
	B	22	0,79	75	48,77		
	U	19	0,79	70	48,72		

Tabel 4.36 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Alternatif Solusi Sempang B

Kondisi	Pendekat	Hi	DJ	PA (m)	Tundaan Pendekat (det/skr)	Tundaan Sempang (det/skr)	Tingkat Pelayanan Sempang
Eksisting	T	62	0,52	104	20,24	119,33	F
	S	17	1,01	311	175,89		
	B	12	1,06	320	302,94		
Alternatif I	T	33	0,74	89	33,58	41,99	D
	S	18	0,74	74	46,15		
	B	13	0,74	70	58,89		
Alternatif II	T	24	0,72	74	25,15	31,68	C
	S	13	0,72	59	34,62		
	B	9	0,72	44	45,41		
Alternatif III	T	23	0,69	67	21,37	27,80	B
	S	9	0,69	43	32,13		
	B	9	0,69	50	38,37		