

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kinerja Simpang Eksisting

Perhitungan kinerja simpang saat kondisi eksisting dilakukan dengan menggunakan panduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia . Berikut hasil perhitungan kondisi eksisting yang diperoleh:

1. Simpang Muktisari

Simpang Muktisari merupakan simpang yang berada di ruas jalan Nasional III dan merupakan simpang APILL dengan tipe 422. Tata guna lahan di sekitar simpang ini berupa kawasan Rumah sakit, pertokoan dan perkebunan.

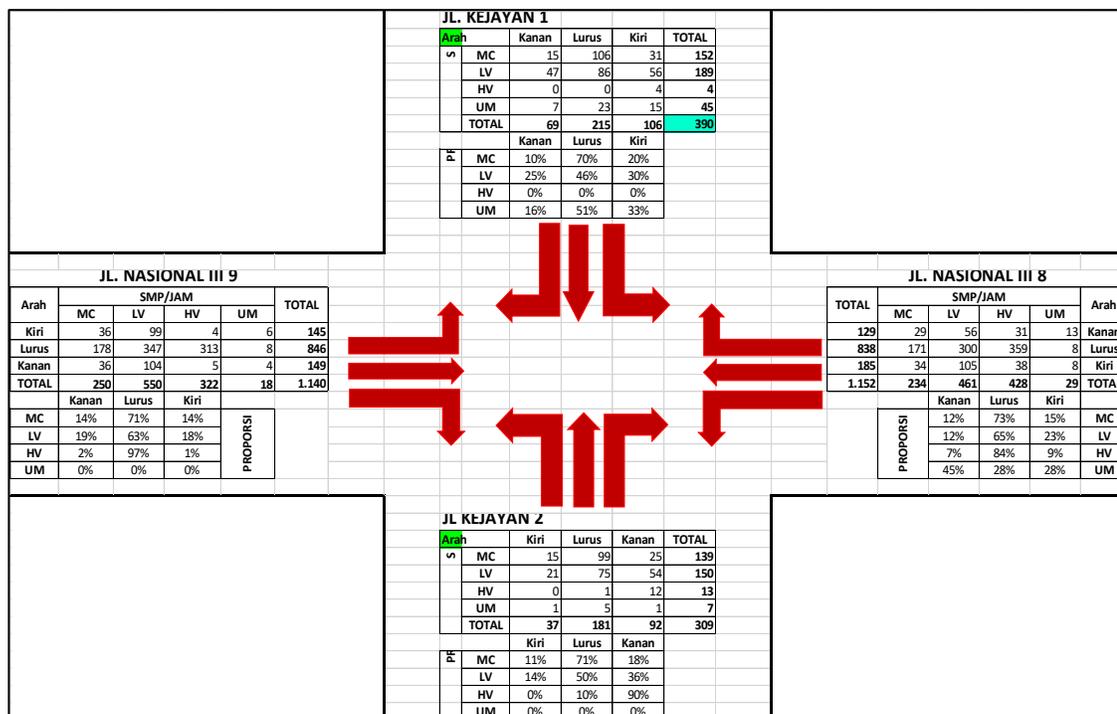
Adapun diagram arus untuk Simpang Muktisari sebagai berikut:

Tabel V. 1 Arus Simpang Muktisari

Lengan Pendekat	Nama Jalan	Arus Lalu Lintas
		smp/jam
Utara	Jl. Kejayan 1	390
Selatan	Jl. Kejayan 2	309
Timur	Jl. Nasional III 8	1152
Barat	Jl. Nasional III 9	1140

Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Dari **Tabel V. 1** diketahui bahwa arus terbanyak pada Simpang Muktisari berasal dari pendekat Timur dengan total volume 1152 smp/jam. Lebih jelas diagram arusnya dapat dilihat pada **Gambar V. 1** berikut ini.



Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Gambar V. 1 Diagram Arus Simpang Muktisari

Simpang Muktisari memiliki rincian lebar pendekat seperti pada

Tabel V. 2 berikut:

Tabel V. 2 Lebar Efektif Pendekat Simpang Muktisari

Nama Simpang	Lengan Pendekat	Lebar Efektif (We) (m)
Simpang Muktisari	Utara (Jl. Kejayan 1)	6 meter
	Selatan (Jl. Kejayan 2)	6 meter
	Timur (Jl. Nasional III 8)	7,2 meter
	Barat (Jl. Nasional III 9)	7,2 meter

Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Lebar terbesar berada ppada pendekat Timur dan Barat sebesar 7,2 meter. Selain itu waktu siklus dan fase pada Simpang Muktisari yaitu sebagai berikut:

Tabel V. 3 Waktu siklus Simpang Muktisari

Kaki	Fase	Hijau	Kuning	Merah	Waktu siklus
Utara	2	26	3	163	186
Selatan	4	26	3	163	
Barat	3	55	3	134	
Timur	1	55	3	134	

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

Berikut fase dan siklus untuk Simpang Muktisari dapat dilihat pada **Tabel V. 4** dan **Gambar V. 2** dibawah ini:

Tabel V. 4 Diagram Fase

FASESINYAL YANG ADA							
							Waktu Siklus (detik)
							C: 122
							Waktu Hilang Total
							$LTI = \sum IG =$
							24
Hijau	52	Hijau	23	Hijau	52	Hijau	23
Merah	131	Merah	160	Merah	131	Merah	160
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

FASE 1	TIMUR	53	3	3	128	
FASE 2	UTARA	59	23	3	3	98
FASE 3	BARAT	88	53	3	3	40
FASE 4	SELATAN	147	30	3	3	10

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

Gambar V. 2 Diagram Siklus

Terdapat beberapa indikator dalam menentukan kinerja persimpangan diantaranya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Hasil indikator

kinerja tersebut dapat digunakan untuk menentukan baik buruknya persimpangan yang dilihat dari Tingkat Pelayanan. Dalam menentukan indikator tersebut, diperlukan beberapa langkah terlebih dahulu seperti menghitung Arus Jenuh yang disesuaikan, dan Kapasitas.

a. Arus Jenuh Dasar

Perhitungan kapasitas diperlukan nilai arus jenuh yang disesuaikan. Adapun perhitungan untuk menghitung arus jenuh dasar memiliki perbedaan antara tipe simpang terlawan dan tipe simpang terlindung.

1) Arus Jenuh Dasar Terlindung

Contoh Perhitungan arus jenuh dasar tipe pendekat terlindung:

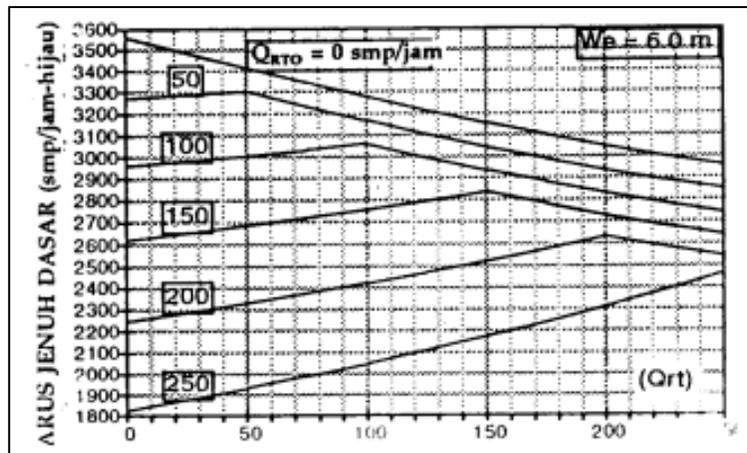
$$S_0 = W_e \times 600$$

$$S_0 = 6 \times 600$$

$$S_0 = 3600 \text{ smp/jam}$$

2) Arus jenuh Terlawan

Dalam menghitung arus jenuh terlawan dilihat dari ORT (Volume Belok Kanan) dan QRTO (Volume Belok Kanan Opposite) yang disesuaikan dengan grafik dibawah ini.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar V. 3 Grafik Arus Jenuh Dasar

Contoh Perhitungan:

Diketahui pendekatan Selatan memiliki QRT = 91 smp/jam, dan QRTO = 62 smp/jam. Berdasarkan grafik diketahui $S_o = 3600$ smp/jam.

Berikut ini merupakan perhitungan arus jenuh dasar pada pendekatanlainnya pada Simpang Muktisari.

Tabel V. 5 Arus jenuh Dasar Simpang Muktisari

Pendekat	Tipe	We	QRT	QRTO	So (smp/jam)
Utara	Terlindung	6	62	91	3600
Selatan	Terlindung	6	91	62	3600
Timur	Terlindung	7,2	116	145	4320
Barat	Terlindung	7,2	145	116	4320

Sumber : Hasil Analisis

b. Arus Jenuh yang Disesuaikan

Langkah selanjut berikutnya setelah diketahui arus jenuh dasar masing-masing pendekatan dalam menghitung kinerja yaitu menghitung arus jenuh yang disesuaikan dengan perhitungan berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

1) Arus Jenuh Dasar (S_o)

Nilai S_o didapat dari perhitungan pada subbab a.

2) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Nilai F_{CS} merupakan jumlah penduduk suatu kota yang disesuaikan dengan ketentuan dari MKJI.

Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Ukran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
1	2	3
sangat kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat besar	> 3.0	1.05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten Kebumen memiliki jumlah penduduk sebesar 1.361.913 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 1,00.

3) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor penyesuaian hambatan samping didapatkan dari rasio kendaraan tak bermotor, lingkungan jalan, hambatan samping, dan tipe fasenya.

Tabel V. 7 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

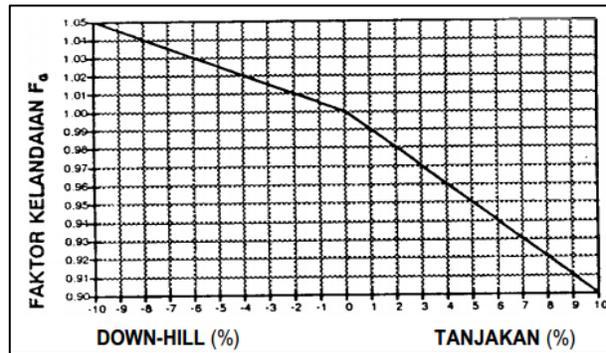
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI, 1997

Contoh perhitungan: Pendekat Timur memiliki rasio kendaraan tak bermotor 0,047 dengan lingkungan jalan mayoritas wilayah komersial pertokoan, hambatan samping sedang, dan merupakan fase terlindung maka nilai F_{SF} nya yaitu 0,92.

4) Faktor Kelandaian (F_G)

Faktor kelandaian didapatkan dari presentase kemiringan permukaan tanah baik itu datar, menurun, atau menanjak yang ditunjukkan dalam grafik berikut ini.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar V. 4 Faktor Penyesuaian kelandaian

Contoh: Simpang Muktisari berada di permukaan tanah datar sehingga nilai F_G nya yaitu 1.

5) Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

Faktor penyesuaian parkir didapatkan menggunakan perhitungan

$$F_P = \frac{\left[\frac{L_p}{3} - (W_A - 2) \times \left(\frac{L_p}{3 - g} \right) \right]}{g}$$

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek)

W_A = Lebar Pendekat (m)

g = Waktu hijau pendekat

Contoh perhitungan:

Pada semua pendekat di Simpang Muktisari tidak ada kendaraan parkir sehingga nilai F_P yaitu 1.

6) Faktor Penyesuaian Belok kanan (F_{RT})

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{RT} , yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindung, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai F_{RT} yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$\text{Prt} = 0,18 \text{ maka Frt sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} \text{Frt} &= 1,0 + \text{Prt} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,18 \times 0,26 \\ &= 1,05 \end{aligned}$$

7) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri P_{LT} , yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindung, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai F_{LT} yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$\text{Plt} = 0,26, \text{ maka Flt sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} \text{Flt} &= 1,0 - \text{Plt} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,26 \times 0,16 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

8) Arus Jenuh yang disesuaikan (S)

Untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan digunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } S_0 &= 3600 & F_P &= 1 \\ F_{CS} &= 1 & F_{RT} &= 1,04 \\ F_{SF} &= 0,92 & F_{LT} &= 0,96 \\ F_G &= 1 \end{aligned}$$

$$S = 3600 \times 1 \times 0,92 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 3312 \text{ smp/jam}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan arus jenuh yang disesuaikan untuk pendekat lainnya.

Gambar V. 5 Arus Jenuh yang disesuaikan

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,05	3323
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,08	3502

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	(smp/jam)							(smp/jam)
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,97	1,03	3973
Barat	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4030

Sumber : Hasil Analisis

c. Kapasitas

Mencari nilai kapasitas simpang tiap pendekatnya, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Contoh:

Pendekat Selatan memiliki waktu hijau 26 detik dan waktu siklus 192 detik dengan arus yang disesuaikan 3582 smp/jam

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

$$C = 3502 \times \frac{26}{192}$$

$$C = 474 \text{ smp/jam}$$

Adapun hasil dari kapasitas pendekat lainnya yang dihitung menggunakan cara yang sama dapat dilihat pada **Tabel V. 8** dibawah ini.

Tabel V. 8 Kapasitas Simpang Muktisari

Pendekat	Arus yang disesuaikan (S)	Waktu Hijau (g)	Waktu Siklus (c)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3323	26	192	659
Selatan	3502	26		695
Timur	3973	55		1670
Barat	4030	55		1690

Sumber : Hasil Analisis

Dilihat dari analisis pada **Tabel V. 8** diatas setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan kapasitas terbesar berada pada pendekat Barat dengan nilai kapasitas sebesar 1690 smp/jam.

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Dimana derajat kejenuhan merupakan perbandingan dari total arus lalu lintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam). Mencari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan rumus berikut ini

$$DS = \frac{Volume (Q)}{Kapasitas (C)}$$

$$DS = \frac{345}{659}$$

$$DS = 0,52$$

Tabel V. 9 Derajat Kejenuhan Simpang Muktisari

Pendekat	Fase	Volume (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	2	345	659	0,52
Selatan	4	302	695	0,43
Timur	1	1123	1670	0,67
Barat	3	1122	1690	0,66

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel V. 9** Simpang Muktisari memiliki derajat kejenuhan tertinggi pada pendekat Timur dan derajat kejenuhan terendah terdapat pada pendekat Selatan dengan rata-rata derajat kejenuhan pada Simpang Muktisari sebesar 0,57.

e. Panjang Antrian

Berikut merupakan panjang antrian di Simpang Muktisari, dapat dilihat pada **Tabel V. 10** dibawah ini:

Tabel V. 10 Panjang Antrian Simpang Muktisari

Pendekat	Lengan Pendekat	Panjang Antrian (QL)
Utara	Jl. Kejayan 1	21 meter
Selatan	Jl. Kejayan 2	18 meter
Timur	Jl. Nasional III 8	59 meter
Barat	Jl. Nasional III 9	59 meter

Sumber : Hasil Analisis

Dilihat dari **Tabel V. 10** diketahui bahwa panjang antrian pada Simpang Muktisari yang terpanjang berada pada pendekat Timur dan Barat yaitu sepanjang 59 meter. Sedangkan panjang antrian terpendek berada pada pendekat Selatan yaitu jalan Kejayan 2 sepanjang 18 meter. Rata-rata panjang antrian di Simpang Muktisari yaitu sepanjang 58,67 meter.

f. Angka Henti Kendaraan

Untuk mencari nilai angka henti dapat digunakan rumus berikut ini:

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

Contoh perhitungan:

NQ pendekat utara sebesar 6,33 dan Arus pendekat utara 345 smp/jam serta siklus selama 192 detik, sehingga Angka Hentinya:

$$NS = 0,9 \times \frac{6,33}{345 \times 192} \times 3600 = 0,31 \text{ stop/smp}$$

Setelah dihitung angka henti (NS) maka dihitung kendaraan yang terhenti (N_{SV}) dengan rumus berikut

$$N_{SV} = Q \times NS$$

$$N_{SV} = 345 \times 0,31 = 106,8 \text{ smp/jam}$$

Kemudian untuk menghitung angka henti total keseluruhan simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{Total}}$$

Contoh perhitungan:

N_{SV} untuk pendekat utara 106,8 pendekat selatan 90,6, pendekat timur 356,4 dan pendekat barat 355,7, sehingga NS total:

$$NS_{Total} = \frac{909,56}{2893} = 0,31 \text{ stop/smp}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut ini:

Tabel V. 11 Angka Henti Simpang Muktisari

Pendekat	Arus	Waktu Siklus	NQ	NS	NSV
	Q (smp/jam)	c (detik)		(stop/smp)	(smp/jam)
Utara	345	192	6,33	0,31	106,8
Selatan	302		5,37	0,30	90,6
Timur	1123		21,12	0,32	356,4
Barat	1122		21,08	0,32	355,7
Total	2892			0,31	909,56

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel V. 11** diketahui bahwa angka henti total rata-ratanya di Simpang Muktisari yaitu sebesar 0,31 stop/smp.

g. Tundaan

Adapun tundaan pada Simpang Muktisari sebagai berikut:

Tabel V. 12 Tundaan Simpang Muktisari

Pendekat	Tundaan		
	D (detik/smp)	Q (smp/jam)	D x Q (det.smp)
Utara	64,08	345	22.107,6
Selatan	63,86	302	19.285,72
Timur	66,63	1123	74.825,49
Barat	66,56	1122	74.680,32
Tundaan Total Rata-Rata	$\Sigma(D \times Q) / \Sigma Q$		66,01 detik/smp

Sumber : Hasil Analisis

Dari **Tabel V. 12** diketahui bahwa tundaan rata pada Simpang Muktisari yaitu sebesar 66,01 detik/smp. Berdasarkan Pm 96 Tahun 2015 Tundaan sebesar itu termasuk tingkat pelayanan F.

h. Evaluasi Jenis Pengendalian Simpang Muktisari

Pengendalian simpang dapat ditentukan menggunakan grafik kriteria penentuan pengaturan persimpangan yang tercantum pada gambar III. 2. Faktor yang mempengaruhi jenis pengendalian pada grafik tersebut adalah volume lalu lintas harian pada kaki simpang mayor dan minor. Volume lalu lintas harian diperoleh dari jumlah volume lalu lintas dalam satu hari pada kaki simpang mayor dan juga kaki simpang minor. Volume lalu lintas ini kemudian dimasukkan kedalam gambar penentuan pengendalian persimpangan sehingga

dapat diketahui jenis pengendalian yang tepat berdasarkan pada volume lalu lintas yang ada pada persimpangan wilayah kajian. Penganalisaan dilakukan seperti berikut:

1) Volume Jalan Mayor

Diketahui:

VJP : 2245 smp/jam

K : Jumlah penduduk kabupaten Kebumen adalah 1.361.913 juta dan lokasi simpang yang merupakan jalan pada daerah komersil dan arteri maka nilainya 9%

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{VJP}/\text{K} \\ &= 24944,4 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

2) Volume Jalan Minor

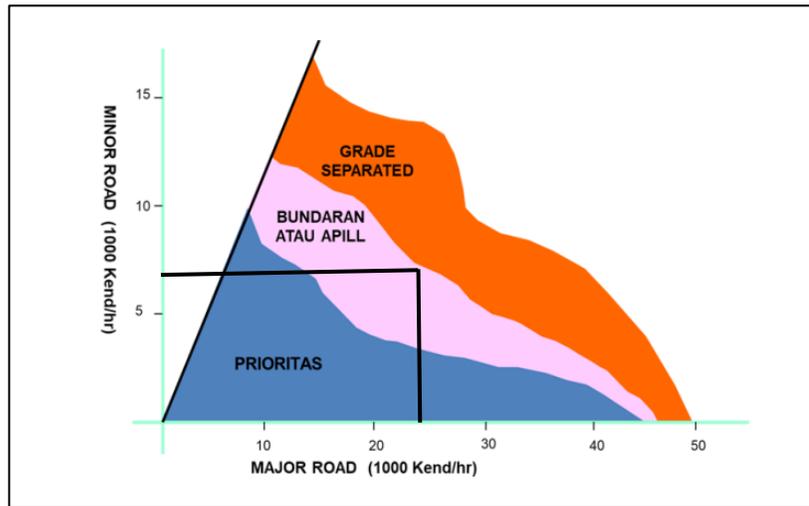
Diketahui:

VJP : 648 smp/jam

K : Jumlah penduduk kabupaten Kebumen adalah 1.361.913 juta dan lokasi simpang yang merupakan jalan pada daerah permukiman maka nilainya 9%

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{VJP}/\text{K} \\ &= 7200 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, dapat kita tentukan sistem pengendalian dengan cara memasukkan data tersebut ke dalam gambar penentuan pengendalian persimpangan seperti gambar berikut:



Gambar V. 6 Grafik Penentuan Sistem pengendali pada Simpang Muktisari

2. Simpang Sokka Baru

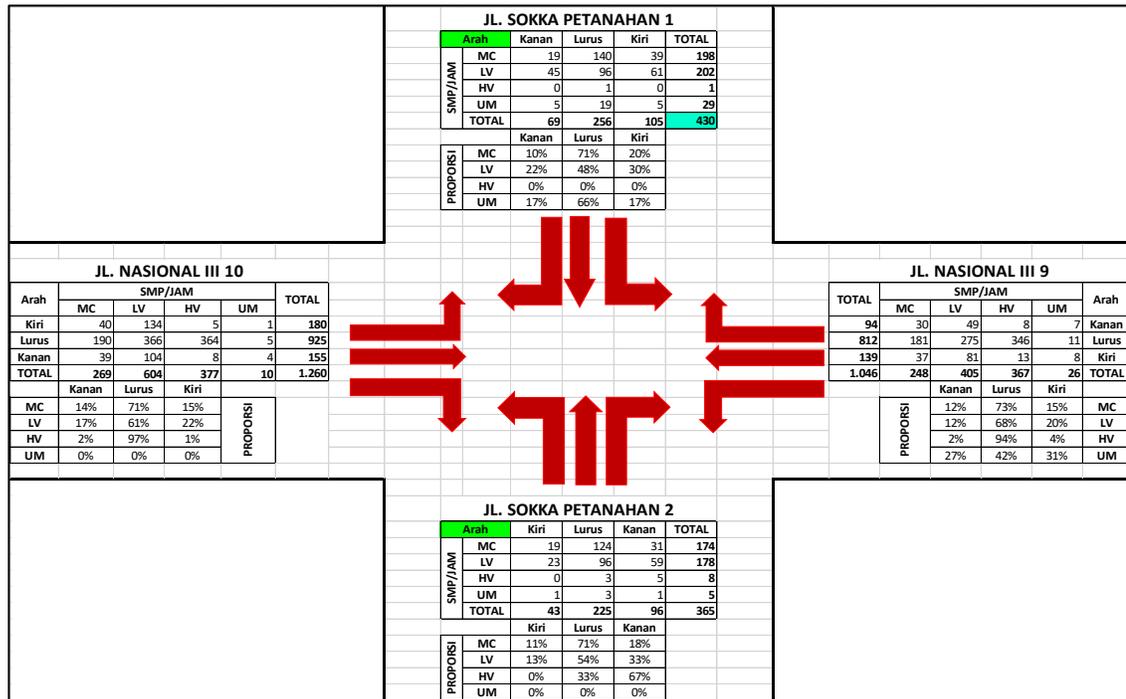
Simpang Sokka Baru merupakan simpang yang berada di ruas jalan Nasional III dan merupakan simpang APILL dengan tipe 422. Tata guna lahan di sekitar simpang ini berupa dominan kawasan Pertokoan dan Permukiman.

Tabel V. 13 Arus Simpang Sokka Baru

Pendekat	Nama Jalan	Arus Lalu Lintas
		(smp/jam)
Utara	Jl. Sokka Petanahan 1	430
Selatan	Jl. Sokka Petanahan 2	365
Timur	Jl. Nasional III 9	1046
Barat	Jl. Nasional III 10	1246

Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Dapat diketahui dari Tabel V. 13 diatas bahwa arus terbanyak pada Simpang Sokka Baru berasal dari pendekat Barat dengan volume 1246 smp/jam. Untuk lebih jelasnya terkait diagram arusnya dapat dilihat pada gambar berikut ini



Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Gambar V. 7 Diagram Arus Simpang Sokka Baru

Berikut merupakan rincian lebar tiap pendekat pada Simpang Sokka Baru:

Tabel V. 14 Leber Efektif Pendekat Simpang Sokka Baru

Nama Simpang	Lengan Pendekat	Lebar Efektif (We) (m)
Simpang Sokka Baru	Utara (Jl. Sokka Petanahan 1)	6
	Selatan (Jl. Sokka Petanahan 2)	6
	Timur (Jl. Nasional III 9)	7,6
	Barat (Jl. Nasional III 10)	7,2

Sumber : PKL Kabupaten Kebumen 2022

Yang memiliki lebar terbesar berada pada pendekat timur sebesar 7,6 meter. Selain itu waktu siklus dan fase pada Simpang Sokka Baru dapat dilihat dibawah ini:

Tabel V. 15 Waktu Siklus Simpang Sokka Baru

Kaki	Fase	Hijau	Kuning	Merah	Waktu siklus
Utara	2	23	3	160	186

Selatan	4	23	3	160
Barat	3	52	3	131
Timur	1	52	3	131

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

Berikut fase dan siklus untuk Simpang Sokka baru dapat dilihat pada **Tabel V. 16** dan **Gambar V. 7** dibawah ini

Tabel V. 16 Diagram Fase

FASESINYAL YANG ADA								
								Waktu Siklus (detik) C: 122
						Waktu Hilang Total $LTI = \sum IG =$		
						24		
Hijau	52	Hijau	23	Hijau	52	Hijau	23	
Merah	131	Merah	160	Merah	131	Merah	160	
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

FASE 1	TIMUR	53	3	3	128
FASE 2	UTARA	59	23	3	98
FASE 3	BARAT	88	53	3	40
FASE 4	SELATAN	147	30	3	10

Sumber: PKL Kabupaten Kebumen 2022

Gambar V. 8 Diagram Siklus

Terdapat beberapa indikator dalam menentukan kinerja persimpangan diantaranya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Hasil indikator kinerja tersebut dapat digunakan untuk menentukan baik buruknya persimpangan yang dilihat dari Tingkat Pelayanan. Dalam menentukan indikator tersebut, diperlukan beberapa langkah terlebih dahulu seperti menghitung Arus Jenuh yang disesuaikan, dan Kapasitas.

a. Arus Jenuh Dasar

Perhitungan kapasitas diperlukan nilai arus jenuh yang disesuaikan. Adapun perhitungan untuk menghitung arus jenuh dasar memiliki perbedaan antara tipe simpang terlawan dan tipe simpang terlindung.

1) Arus Jenuh Dasar Terlindung

Contoh perhitungan arus jenuh dasar tipe pendekatan terlindung:

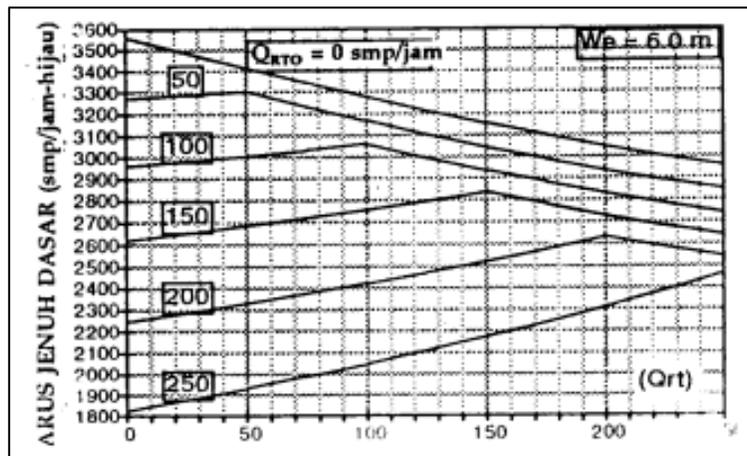
$$S_0 = W_e \times 600$$

$$S_0 = 6 \times 600$$

$$S_0 = 3600 \text{ smp/jam}$$

2) Arus jenuh Terlawan

Dalam menghitung arus jenuh terlawan dilihat dari ORT (Volume Belok Kanan) dan QRTO (Volume Belok Kanan Opposite) yang disesuaikan dengan grafik dibawah ini.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar V. 9 Grafik Arus Jenuh Dasar

Contoh Perhitungan:

Diketahui pendekatan Utara memiliki QRT = 64 smp/jam, dan QRTO = 95 smp/jam. Berdasarkan grafik diketahui $S_0 = 3600$ smp/jam.

Berikut ini merupakan perhitungan arus jenuh dasar pada pendekatan lainnya pada Simpang Sokka Baru.

Tabel V. 17 Arus jenuh Dasar Simpang Sokka Baru

Pendekat	Tipe	We	QRT	QRTO	So (smp/jam)
Utara	Terlindung	6	64	95	3600
Selatan	Terlindung	6	95	64	3600
Timur	Terlindung	7,2	87	151	4320
Barat	Terlindung	7,6	151	87	4560

Sumber : Hasil Analisis

b. Arus Jenuh yang Disesuaikan

Langkah selanjut berikutnya setelah diketahui arus jenuh dasar masing-masing pendekat dalam menghitung kinerja yaitu menghitung arus jenuh yang disesuaikan dengan perhitungan berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

1) Arus Jenuh Dasar (So)

Nilai So didapat dari perhitungan pada subbab a.

2) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Nilai F_{CS} merupakan jumlah penduduk suatu kota yang disesuaikan dengan ketentuan dari MKJI.

Tabel V. 18 Faktor Penyesuaian Ukran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
1	2	3
sangat kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat besar	> 3.0	1.05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten Kebumen memiliki jumlah penduduk sebesar 1.361.913 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 1,00.

3) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor penyesuaian hambatan samping didapatkan dari rasio kendaraan tak bermotor, lingkungan jalan, hambatan samping, dan tipe fasenya.

Tabel V. 19 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

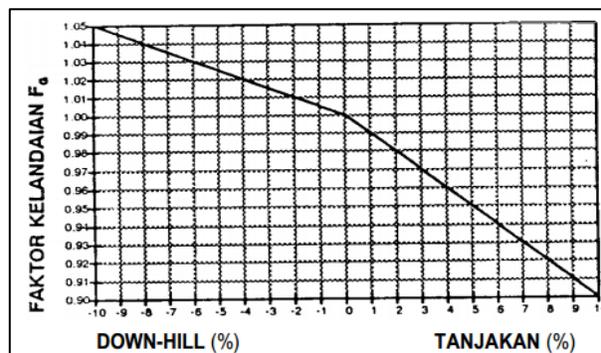
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI, 1997

Contoh perhitungan: Pendekat Timur memiliki rasio kendaraan tak bermotor 0,024 dengan lingkungan jalan mayoritas wilayah komersil pertokoan, hambatan samping sedang, dan merupakan fase terlindung maka nilai F_{SF} nya yaitu 0,92.

4) Faktor Kelandaian (F_G)

Faktor kelandaian didapatkan dari presentase kemiringan permukaan tanah baik itu datar, menurun, atau menanjak yang ditunjukkan dalam grafik berikut ini.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar V. 10 Faktor Penyesuaian kelandaian

Contoh: Simpang Sokka Baru berada di permukaan tanah datar sehingga nilai F_G nya yaitu 1.

5) Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

Faktor penyesuaian parkir didapatkan menggunakan perhitungan

$$F_P = \frac{\left[\frac{L_P}{3} - (W_A - 2) \times \left(\frac{L_P}{3 - g} \right) \right]}{W_A \cdot g}$$

L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek)

W_A = Lebar Pendekat (m)

g = Waktu hijau pendekat

Contoh perhitungan:

Pada semua pendekat di Simpang Sokka Baru tidak ada kendaraan parkir sehingga nilai F_P yaitu 1.

6) Faktor Penyesuaian Belok kanan (F_{RT})

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{RT} , yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindung, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai F_{RT} yaitu 1

Contoh perhitungan:

P_{rt} = 0,16 maka F_{rt} sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{rt} &= 1,0 + P_{rt} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,16 \times 0,26 \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

7) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri P_{LT} , yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindung, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai F_{LT} yaitu 1

Contoh perhitungan:

P_{lt} = 0,25, maka F_{lt} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Flt &= 1,0 - Plt \times 0,16 \\
 &= 1,0 - 0,25 \times 0,16 \\
 &= 0,96
 \end{aligned}$$

8) Arus Jenuh yang disesuaikan (S)

Untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan digunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui: } S_0 &= 3600 & F_P &= 1 \\
 F_{CS} &= 1 & F_{RT} &= 1,04 \\
 F_{SF} &= 0,92 & F_{LT} &= 0,96 \\
 F_G &= 1
 \end{aligned}$$

$$S = 3600 \times 1 \times 0,92 \times 1 \times 1 \times 1,04 \times 0,96 = 3307 \text{ smp/jam}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan arus jenuh yang disesuaikan untuk pendekat lainnya.

Tabel V. 20 Arus Jenuh yang disesuaikan

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	smp/jam							smp/jam
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,04	3307
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,07	3473
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,02	3973
Barat	4560	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4235

Sumber : Hasil Analisis

c. Kapasitas

Mencari nilai kapasitas simpang tiap pendekatnya, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Contoh:

Pendekat Utara memiliki waktu hijau 23 detik dan waktu siklus 186 detik dengan arus yang disesuaikan 3307 smp/jam

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

$$C = 3307 \times \frac{23}{186}$$

$$C = 624 \text{ smp/jam}$$

Adapun hasil dari kapasitas pendekat lainnya yang dihitung menggunakan cara yang sama dapat dilihat pada **Tabel V. 21** dibawah ini.

Tabel V. 21 Kapasitas Simpang Sokka Baru

Pendekat	Arus yang disesuaikan (S)	Waktu Hijau (g)	Waktu Siklus (c)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3307	23	186	624
Selatan	3473	23		655
Timur	3973	52		1696
Barat	4346	52		1849

Sumber : Hasil Analisis

Dilihat dari analisis pada **Tabel V. 21** diatas setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan kapasitas terbesar berada pada pendekat Barat dengan nilai kapasitas sebesar 1849 smp/jam.

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Dimana derajat kejenuhan merupakan perbandingan dari total arus lalu lintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam). Mencari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan rumus berikut ini

$$DS = \frac{\text{Volume (Q)}}{\text{Kapasitas (C)}}$$

$$DS = \frac{401}{624}$$

$$DS = 0,64$$

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Simpang Sokka Baru

Pendekat	Fase	Volume (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	2	401	624	0,64
Selatan	4	360	655	0,55

Pendekat	Fase	Volume (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Timur	1	1020	1696	0,60
Barat	3	1250	1849	0,68

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel V. 22** Simpang Sokka Baru memiliki derajat kejenuhan tertinggi pada pendekat Barat dan derajat kejenuhan terendah terdapat pada pendekat Selatan dengan rata-rata derajat kejenuhan pada Simpang Sokka Baru sebesar 0,62.

e. Panjang Antrian

Berikut merupakan panjang antrian di Simpang Sokka Baru, dapat dilihat pada **Tabel V. 23** dibawah ini:

Tabel V. 23 Panjang Antrian Simpang Sokka Baru

Pendekat	Lengan Pendekat	Panjang Antrian (QL)
Utara	Jl. Sokka Petanahan 1	27 meter
Selatan	Jl. Sokka Petanahan 2	23 meter
Timur	Jl. Nasional III 9	55 meter
Barat	Jl. Nasional III 10	63 meter

Sumber : Hasil Analisis

Dilihat dari **Tabel V. 23** diketahui bahwa panjang antrian pada Simpang Sokka Baru yang terpanjang berada pada pendekat Barat yaitu sepanjang 63 meter. Sedangkan panjang antrian terpendek berada pada pendekat Selatan yaitu jalan Sokka Petanahan 2 sepanjang 23 meter. Rata-rata panjang antrian di Simpang Sokka Baru yaitu sepanjang 62,61 meter.

f. Angka Henti Kendaraan

Untuk mencari nilai angka henti dapat digunakan rumus berikut ini:

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

Contoh perhitungan:

NQ pendekat utara sebesar 8,01 dan Arus pendekat utara 401 smp/jam serta siklus selama 186 detik, sehingga Angka Hentinya:

$$NS = 0,9 \times \frac{8,01}{401 \times 186} \times 3600 = 0,35 \text{ stop/smp}$$

Setelah dihitung angka henti (NS) maka dihitung kendaraan yang terhenti (N_{SV}) dengan rumus berikut

$$N_{SV} = Q \times NS$$

$$N_{SV} = 401 \times 0,35 = 140,4 \text{ smp/jam}$$

Kemudian untuk menghitung angka henti total keseluruhan simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{Total}}$$

Contoh perhitungan:

N_{SV} untuk pendekat utara 110,4, pendekat selatan 122,4, pendekat timur 346,8, dan pendekat barat 425, sehingga NS total:

$$NS_{Total} = \frac{1034,55}{3031} = 0,34 \text{ stop/smp}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut ini:

Tabel V. 24 Angka Henti Simping Sokka Baru

Pendekat	Arus	Waktu Siklus	NQ	NS	NSV
	Q (smp/jam)	C (detik)		(stop/smp)	(smp/jam)
Utara	401	186	8,01	0,35	140,4
Selatan	360		6,93	0,34	122,4
Timur	1020		19,67	0,34	346,8
Barat	1250		24,42	0,34	425
Total	3031			0,34	1034,55

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel V. 24** diketahui bahwa angka henti total rata-ratanya di Simping Sokka Baru yaitu sebesar 0,34 stop/smp.

g. Tundaan

Adapun tundaan pada Simpang Sokka Baru sebagai berikut:

Tabel V. 25 Tundaan Simpang Sokka Baru

Pendekat	Tundaan		
	D (detik/smp)	Q (smp/jam)	D x Q (det.smp)
Utara	64,08	345	22.107,6
Selatan	63,86	302	19.285,72
Timur	66,63	1123	74.825,49
Barat	66,56	1122	74.680,32
Tundaan Total Rata-Rata	$\Sigma(D \times Q) / \Sigma Q$		62,37 detik/smp

Sumber : Hasil Analisis

Dari **Tabel V. 25** diketahui bahwa tundaan rata pada Simpang Sokka Naru yaitu sebesar 62,37 detik/smp. Berdasarkan Pm 96 Tahun 2015 Tundaan sebesar itu termasuk tingkat pelayanan F.

h. Evaluasi Jenis Pengendalian Simpang Sokka Baru

Pengendalian simpang dapat ditentukan menggunakan grafik kriteria penentuan pengaturan persimpangan yang tercantum pada gambar III. 2. Faktor yang mempengaruhi jenis pengendalian pada grafik tersebut adalah volume lalu lintas harian pada kaki simpang mayor dan minor. Volume lalu lintas harian diperoleh dari jumlah volume lalu lintas dalam satu hari pada kaki simpang mayor dan juga kaki simpang minor. Volume lalu lintas ini kemudian dimasukkan kedalam gambar penentuan pengendalian persimpangan sehingga dapat diketahui jenis pengendalian yang tepat berdasarkan pada volume lalu lintas yang ada pada persimpangan wilayah kajian. Penganalisaan dilakukan seperti berikut:

1) Volume Jalan Mayor

Diketahui:

VJP : 2270 smp/jam

K : Jumlah penduduk kabupaten Kebumen adalah 1.361.913 juta dan lokasi simpang yang merupakan jalan pada daerah komersill dan arteri maka nilainya 9%

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{VJP}/\text{K} \\ &= 22700 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

2) Volume Jalan Minor

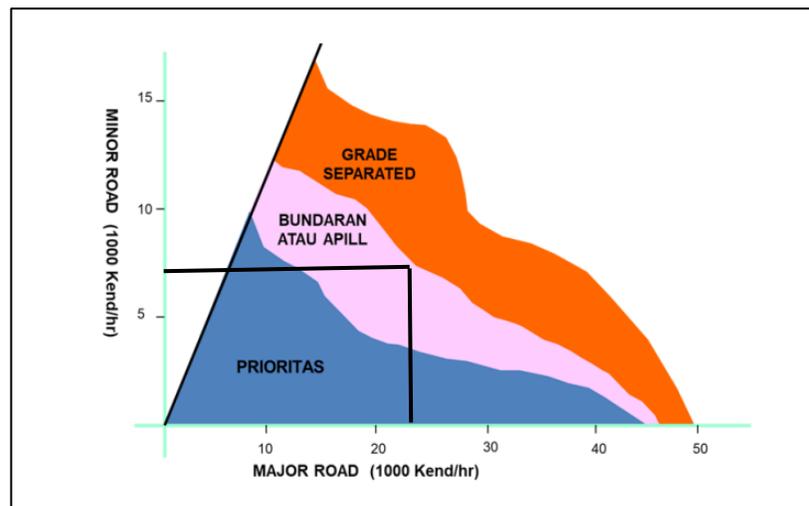
Diketahui:

VJP : 761 smp/jam

K : Jumlah penduduk kabupaten Kebumen adalah 1.361.913 juta dan lokasi simpang yang merupakan jalan pada daerah permukiman maka nilainya 9%

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{VJP}/\text{K} \\ &= 7610 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, dapat kita tentukan sistem pengendalian dengan cara memasukkan data tersebut ke dalam gambar penentuan pengendalian persimpangan seperti gambar berikut:



Gambar V. 11 Grafik Penentuan Sistem pengendali pada Simpang Sokka Baru

5.2 Usulan Pemecahan Masalah

5.2.1 Analisis Kinerja Simpang Muktisari Kondisi Usulan I (2 Fase)

Dari analisis perhitungan kondisi eksisting pada kedua simpang telah diketahui dan terdapat beberapa permasalahan terkait dengan kinerja pada simpang. Usulan pertama yakni dengan melakukan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 2 fase. Tujuan dari usulan yang pertama ini yaitu mencari waktu siklus yang optimum untuk mengurangi terjadinya konflik, derajat kejenuhan, antrian dan tundaan yang besar pada masing-masing pendekat kaki simpang. Berikut perhitungan kinerja kedua simpang pada kondisi usulan pertama:

1. Simpang Muktisari

Setelah evaluasi simpang pada kondisi eksisting dilakukan dan sudah disesuaikan dengan grafik penentuan simpang, maka selanjutnya usulan pada Simpang Muktisari dengan melakukan pemberlakuan pengaturan ulang fase menjadi 2 fase. Berikut merupakan perhitungannya:

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 26 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,05	3323
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,08	3502
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,97	1,03	3973
Barat	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4030

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekatan yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{FR} &= Q/S \\ &= 1123/3973 \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 27 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	345	3323	0,10
Selatan	302	3502	0,09
Timur	1123	3973	0,28
Barat	1122	4030	0,28

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \sum (\text{Frcrit}) \\ &= (0,10 + 0,28) \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{Frcrit} / \text{IFR} \\ &= 0,10 / 0,38 \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 28 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,10	0,27
Selatan	0,09	0,22
Timur	0,28	0,74
Barat	0,28	0,73

Sumber : Hasil Analisis

1) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\
 &= (1,5 \times 8 + 5) / (1 - 0,38) \\
 &= 32 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR$$

Tabel V. 29 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,27	7
Selatan	0,22	6

Timur	0,74	18
Barat	0,73	18

Sumber : Hasil Analisis

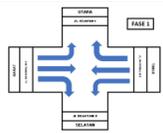
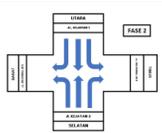
Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 7 detik dan 18 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (12 + 18) + 10 = 40 \text{ detik}$$

FASE SINYAL YANG ADA						
				Waktu Siklus (detik)		
				C : 40		
				Waktu Hilang Total		
				LTI = $\sum IG =$		
				8		
Hijau	18	Hijau	12			
Merah	20	Merah	26			
Kuning	2	Kuning	2			
Diagram Fase :						
Fase 1	Timur - Barat	18	2	2	18	
Fase 2	Utara - Selatan	22	12	2	2	2

Gambar V. 12 Diagram Fase Simpang Muktisari (2 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 30 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3323	12	40	997
Selatan	3502	10		875
Timur	3973	19		1817
Barat	4030	19		1816

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 31 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	997	0,35
Selatan	302	875	0,34
Timur	1123	1817	0,62
Barat	1122	1816	0,62

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 32 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ1 (m)
Utara	997	0,35	-0,24
Selatan	875	0,34	-0,24
Timur	1817	0,62	0,31
Barat	1816	0,62	0,31

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 33 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,18	40	0,35	345	3,37
Selatan	0,15		0,34	302	3,01
Timur	0,45		0,62	1123	9,51
Barat	0,45		0,62	1122	9,50

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (3,47/345 \times 40) \times 3600 \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 34 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	3,13	345	40	0,74
Selatan	2,77	302		0,74

Timur	9,81	1123	0,71
Barat	9,81	1122	0,71

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$N_{sv} = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 35 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	0,74	254
Selatan	302	0,74	224
Timur	1123	0,71	795
Barat	1122	0,71	794

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 36 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	40	0,35	0,18	997	-0,24	13,64
Selatan		0,62	0,15	875	-0,24	14,26
Timur		0,62	0,45	1817	0,31	8,99
Barat		0,62	0,45	1816	0,31	8,99

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 37 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,74	0,26	2,79
Selatan	0,74	0,12	3,44
Timur	0,71	0,16	3,15
Barat	0,71	0,12	3,32

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan 1

Tabel V. 38 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	13,64	2,79	16,43	345	5669
Selatan	14,26	3,44	17,70	302	5346
Timur	8,99	3,15	12,14	1123	13637
Barat	8,99	3,32	12,31	1122	13816
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					13,30

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 39 Rekap Hitungan Simpang Muktisari

Indikator	Hasil Perhitungan 2 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,46
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	13,30
Antrian	18,54
Tingkat Pelayanan	B

Sumber : Hasil Analisis

2. Simpang Sokka Baru

Setelah evaluasi simpang pada kondisi eksisting dilakukan dan sudah disesuaikan dengan grafik penentuan simpang, maka selanjutnya usulan pada Simpang Sokka Baru dengan melakukan pemberlakuan pengaturan ulang fase menjadi 2 fase. Berikut merupakan perhitungannya:

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 40 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Fit	Frt	S
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,04	3307
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,07	3473
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,02	3973
Barat	4680	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4346

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 41 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	smp/jam	
Utara	401	3307	0,12
Selatan	360	3473	0,10
Timur	1020	3973	0,26
Barat	1250	4012	0,31

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{IFR} &= \sum (\text{Frcrit}) \\
 &= (0,12 + 0,31) \\
 &= 0,43
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 \text{PR} &= \text{Frcrit} / \text{IFR} \\
 &= 0,12 / 0,43 \\
 &= 0,28
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 42 Perhitugan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,12	0,28
Selatan	0,10	0,24
Timur	0,26	0,59

Barat	0,31	0,72
-------	------	------

Sumber : Hasil Analisis

2) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\
 &= (1,5 \times 8 + 5) / (1 - 0,43) \\
 &= 30 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b) Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$\begin{aligned}
 g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR \\
 g_i &= (30 - 8) \times 0,28 \\
 g_i &= 9 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 43 Waktu siklus dan hijau Simpang Sokka Baru

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,28	6
Selatan	0,24	5
Timur	0,59	13
Barat	0,72	16

Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 6 detik dan 16 detik.

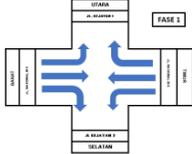
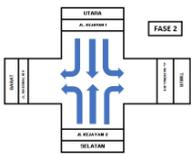
c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (13 + 17) + 10$$

$$c = 40 \text{ detik}$$

FASE SINYAL YANG ADA					
				Waktu Siklus (detik)	
				C :	40
				Waktu Hilang Total	
				LTI = $\sum IG =$	8
Hijau	17	Hijau	13		
Merah	21	Merah	25		
Kuning	2	Kuning	2		
Diagram Fase :					
Fase 1	Timur - Barat	17	2	2	19
Fase 2	Utara - Selatan	21	13	2	2

Gambar V. 13 Diagram Fase Simpang Sokka Baru (2 Fase)

d) Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 44 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3307	13	40	1075
Selatan	3473	10		868

Timur	3973	13	1296
Barat	4012	17	1588

Sumber : Hasil Analisis

e) Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 45 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	1075	0,37
Selatan	360	868	0,41
Timur	1020	1296	0,79
Barat	1250	1705	0,73

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 46 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	1075	0,37	-0,20
Selatan	868	0,41	-0,15
Timur	1296	0,79	1,33
Barat	1705	0,73	0,87

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 47 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,33	40	0,37	401	3,42
Selatan	0,25		0,41	360	3,35
Timur	0,33		0,79	1020	10,27
Barat	0,43		0,73	1250	11,60

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (4,39/401 \times 40) \times 3600 \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 48 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	3,22	401	40	0,65
Selatan	3,20	360		0,72
Timur	11,61	1020		0,92
Barat	12,47	1250		0,81

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 49 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	0,65	261
Selatan	360	0,72	259
Timur	1020	0,92	940
Barat	1250	0,81	1010

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 50 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	40	0,37	0,33	1075	-0,20	9,69
Selatan		0,41	0,25	868	-0,15	11,95
Timur		0,79	0,33	1296	1,33	15,92
Barat		0,73	0,43	1705	0,87	11,44

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 51 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,65	0,25	2,63
Selatan	0,72	0,12	3,36

Timur	0,92	0,16	3,80
Barat	0,81	0,12	3,65

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 1

Tabel V. 52 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	9,69	2,63	12,32	401	4939
Selatan	11,95	3,36	15,31	360	5511
Timur	15,92	3,80	19,72	1020	20119
Barat	11,44	3,65	15,09	1250	18867
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					16,31

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 53 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 2 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,58
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	16,31
Antrian	22,07
Tingkat Pelayanan	C

Sumber : Hasil Analisis

5.2.2 Analisis Kinerja Simpang Muktisari Usulan I (3 Fase)

Setelah mengetahui kinerja simpang berdasarkan perhitungan simpang bersinyal dengan 2 fase, muncul beberapa permasalahan yang terjadi, maka dari itu dilakukan perhitungan dengan 3 fase. Usulan dengan 3 fase ini dilakukan supaya tidak terjadi konflik di persimpangan karena waktu hijau tiap pendekat berbeda tetapi waktu siklus menjadi lebih lama daripada usulan pertama. Untuk perhitungan lebih lengkapnya dijelaskan sebagai berikut:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 54 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	smp/jam							smp/jam
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,05	3323
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,08	3502
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,97	1,03	3973
Barat	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4030

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 55 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	smp/jam	
Utara	345	3323	0,10
Selatan	302	3502	0,09
Timur	1123	3973	0,28
Barat	1122	4030	0,28

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (Frcrit) \\ &= (0,10 + 0,28 + 0,28) \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara F_{crit} dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$PR = F_{crit} / IFR$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 56 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,10	0,16
Selatan	0,09	0,13
Timur	0,28	0,43
Barat	0,28	0,42

Sumber : Hasil Analisis

1) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,66) \\ &= 69 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (F_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR$$

$$g_i = (69 - 12) \times 0,16$$

$$g_i = 9 \text{ detik}$$

Tabel V. 57 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,16	9
Selatan	0,13	7
Timur	0,43	24
Barat	0,42	24

Sumber : Hasil Analisis

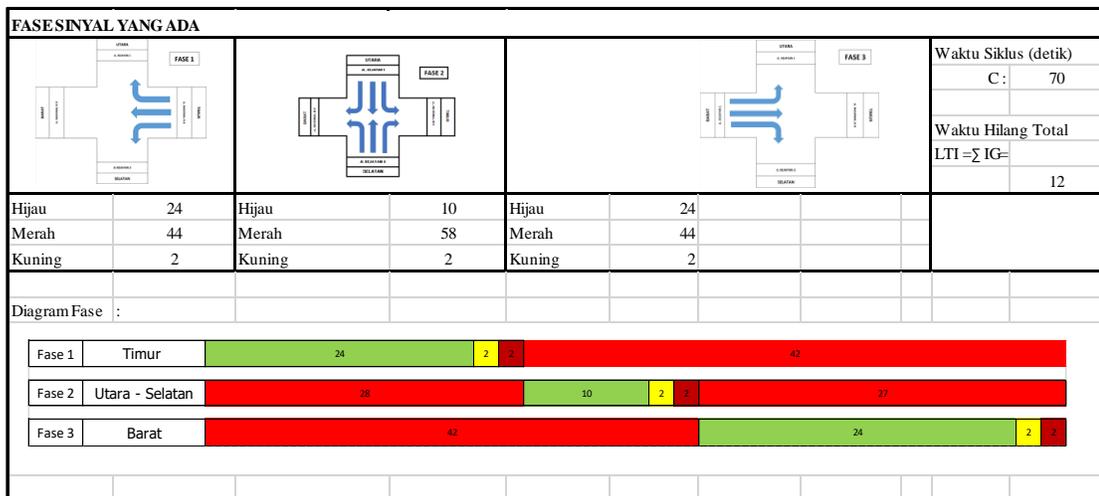
Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 9 detik, 24 detik dan 24 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 3 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (10 + 24 + 24) + 12 = 70 \text{ detik}$$



Gambar V. 14 Diagram Fase Simpang Muktisari (3 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 58 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3323	10	70	476
Selatan	3502	10		502
Timur	3973	24		1371
Barat	4030	24		1369

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 59 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	476	0,72
Selatan	302	502	0,60
Timur	1123	1371	0,82
Barat	1122	1369	0,82

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 60 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	476	0,72	0,81
Selatan	502	0,60	0,26
Timur	1371	0,82	1,74
Barat	1369	0,82	1,74

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

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

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 61 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ_2
Utara	0,10	70	0,72	345	6,51
Selatan	0,09		0,60	302	5,66
Timur	0,26		0,82	1123	20,55
Barat	0,26		0,82	1122	20,53

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (7,99/345 \times 69) \times 3600 \\ &= 1,09 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 62 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq_{tot}	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	7,31	345	70	0,98

Selatan	5,92	302	0,91
Timur	22,29	1123	0,92
Barat	22,28	1122	0,92

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$N_{sv} = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 63 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	0,98	339
Selatan	302	0,91	274
Timur	1123	0,92	1032
Barat	1122	0,92	1031

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 64 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	70	0,72	0,10	476	0,81	36,66
Selatan		0,60	0,09	502	0,26	32,68
Timur		0,82	0,26	1371	1,74	29,05
Barat		0,82	0,26	1369	1,74	29,05

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 65 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,98	0,26	3,39
Selatan	0,91	0,12	3,97
Timur	0,92	0,16	3,79
Barat	0,92	0,12	4,01

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan I

Tabel V. 66 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	36,66	3,39	40,05	345	13818
Selatan	32,68	3,97	36,65	302	11069
Timur	29,05	3,79	32,84	1123	36881
Barat	29,05	4,01	33,07	1122	37100
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					34,19

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 67 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 3 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,74
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	34,19
Antrian	41,98
Tingkat Pelayanan	D

Sumber : Hasil Analisis

5.2.3 Analisis Kinerja Simpang Sokka Baru Usulan I (3 Fase)

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 68 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	smp/jam							smp/jam
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,04	3307
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,07	3473
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,02	3973
Barat	4680	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4346

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 69 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	smp/jam	
Utara	401	3307	0,12
Selatan	360	3473	0,10
Timur	1020	3973	0,26
Barat	1250	4012	0,31

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \sum (\text{Frcrit}) \\ &= (0,12 + 0,26 + 0,31) \\ &= 0,69 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\text{PR} = \text{Frcrit} / \text{IFR}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 70 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,12	0,18
Selatan	0,10	0,15
Timur	0,26	0,37
Barat	0,31	0,45

Sumber : Hasil Analisis

2) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,69) \\ &= 74 \text{ detik} \end{aligned}$$

b) Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

$$g_i = (74 - 12) \times 0,18$$

$$g_i = 11 \text{ detik}$$

Tabel V. 71 Waktu siklus dan hijau Simpang Sokka Baru

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,18	11
Selatan	0,15	9
Timur	0,37	23
Barat	0,45	28

Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 11 detik, 23 detik dan 28 detik.

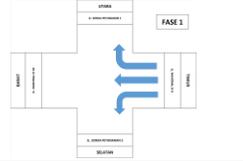
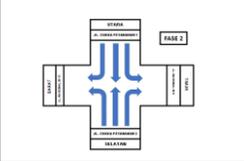
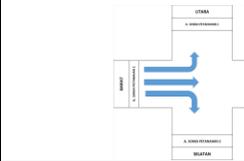
c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (11 + 23 + 28) + 12$$

$$c = 74 \text{ detik}$$

FASESINYAL YANG ADA						
			Waktu Siklus (detik) C : 74		Waktu Hilang Total LTI = Σ IG = 12	
Hijau	23	Hijau	11	Hijau	28	
Merah	49	Merah	61	Merah	44	
Kuning	2	Kuning	2	Kuning	2	
Diagram Fase :						
Fase 1	Timur	23		2	2	47
Fase 2	Utara - Selatan	11		2	2	31
Fase 3	Barat	28		2	2	42

Gambar V. 15 Diagram Fase Simpang Sokka Baru (3 Fase)

d) Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 72 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3307	11	74	488
Selatan	3473	10		469
Timur	3973	23		1241
Barat	4012	28		1521

Sumber : Hasil Analisis

e) Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 73 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	488	0,82
Selatan	360	469	0,77
Timur	1020	1241	0,82
Barat	1250	1521	0,82

Sumber : Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 74 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	488	0,82	1,74
Selatan	469	0,77	1,12
Timur	1241	0,82	1,78
Barat	1521	0,82	1,78

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 75 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,15	74	0,82	401	8,00
Selatan	0,14		0,77	360	7,14
Timur	0,31		0,82	1020	19,40
Barat	0,38		0,82	1250	23,17

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\
 &= 0,9 \times (9,73/401 \times 74) \times 3600 \\
 &= 1,06
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 76 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	9,73	401	74	1,06
Selatan	8,26	360		1,01
Timur	21,17	1020		0,91
Barat	24,95	1250		0,87

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 77 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	1,06	426
Selatan	360	1,01	362
Timur	1020	0,91	927

Barat	1250	0,87	1093
-------	------	------	------

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 78 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	74	0,82	0,15	488	1,74	43,40
Selatan		0,77	0,14	469	1,12	39,49
Timur		0,82	0,31	1241	1,78	28,69
Barat		0,82	0,38	1521	1,78	24,93

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 79 Perhitungan Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	1,06	0,25	3,50
Selatan	1,01	0,12	4,28
Timur	0,91	0,16	3,76
Barat	0,87	0,12	3,87

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 1

Tabel V. 80 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	43,40	3,50	46,90	401	18809
Selatan	39,49	4,28	43,77	360	15759
Timur	28,69	3,76	32,45	1020	33100
Barat	24,93	3,87	28,80	1250	36001
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					34,20

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 81 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 3 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,81
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	34,2
Antrian	47,03
Tingkat Pelayanan	D

Sumber : Hasil Analisis

5.2.4 Analisis Kinerja Simpang Muktisari Usulan I (4 Fase)

Setelah mengetahui kinerja simpang dengan usulan 2 fase dan 3 fase serta dilihat dari tundaan dan antriannya masih cukup lama dan panjang, sehingga terdapat usulan selanjutnya yaitu dengan percobaan 4 fase.

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 82 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	smp/jam							smp/jam
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,05	3323
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,08	3502
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,97	1,03	3973
Barat	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4030

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekatan yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 83 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	smp/jam	
Utara	345	3323	0,10
Selatan	302	3502	0,09
Timur	1123	3973	0,28
Barat	1122	4030	0,28

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (Frcrit) \\ &= (0,10 + 0,09 + 0,28 + 0,28) \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned} PR &= Frcrit / IFR \\ &= 0,10 / 0,75 \\ &= 0,14 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 84 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,10	0,14
Selatan	0,09	0,11
Timur	0,28	0,38
Barat	0,28	0,37

Sumber : Hasil Analisis

2) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 4 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\
 &= (1,5 \times 16 + 5) / (1 - 0,75) \\
 &= 117 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR$$

$$g_i = (117 - 16) \times 0,14$$

$$g_i = 14 \text{ detik}$$

Tabel V. 85 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,14	14

Selatan	0,11	12
Timur	0,38	38
Barat	0,37	37

Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan menggunakan 4 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 14 detik, 12 detik, 38 detik dan 37 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (14 + 12 + 38 + 37) + 16 = 117 \text{ detik}$$

FASESINYAL YANG ADA									
								Waktu Siklus (detik)	
								C: 117	
								Waktu Hilang Total LTI = Σ IG = 16	
Hijau	14	Hijau	12	Hijau	37	Hijau	38		
Merah	101	Merah	103	Merah	78	Merah	77		
Kuning	2	Kuning	2	Kuning	2	Kuning	2		
Diagram Fase :									
Fase 1	Timur	38		2	75				
Fase 2	Utara	42		14	2	57			
Fase 3	Barat	60			37	2	2	16	
Fase 4	Selatan	101					12	2	3

Gambar V. 16 Diagram Fase Simpang Muktisari (4 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 86 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)		Kapasitas (smp/jam)
----------	-------------	---------------------	--	---------------------

			Waktu Siklus (detik)	
Utara	3323	14	117	395
Selatan	3502	12		345
Timur	3973	38		1285
Barat	4030	37		1283

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 87 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	395	0,87
Selatan	302	345	0,87
Timur	1123	1285	0,87
Barat	1122	1283	0,87

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 88 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
----------	---------------------	----	------------

Utara	395	0,87	2,68
Selatan	345	0,87	2,65
Timur	1285	0,87	2,87
Barat	1283	0,87	2,87

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

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

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 89 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,06	117	0,87	345	11,12
Selatan	0,05		0,87	302	9,75
Timur	0,15		0,87	1123	35,68
Barat	0,15		0,87	1122	35,65

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (13,81/345 \times 117) \times 3600 \\ &= 1,11 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 90 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	13,81	345	117	1,11
Selatan	12,40	302		1,14
Timur	38,55	1123		0,95
Barat	38,52	1122		0,95

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 91 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	1,11	382
Selatan	302	1,14	343
Timur	1123	0,95	1068
Barat	1122	0,95	1067

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 92 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	117	0,87	0,06	395	2,68	79,06
Selatan		0,87	0,05	345	2,65	82,76
Timur		0,87	0,15	1285	2,87	56,45
Barat		0,87	0,15	1283	2,87	56,45

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 93 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	1,11	0,26	3,44
Selatan	1,14	0,12	4,28
Timur	0,95	0,16	3,89
Barat	0,95	0,12	4,12

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan I

Tabel V. 94 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	79,06	3,44	82,50	345	28461
Selatan	82,76	4,28	87,04	302	26286
Timur	56,45	3,89	60,34	1123	67757
Barat	56,45	4,12	60,57	1122	67961
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					65,86

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 95 Rekap Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 4 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,87
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	65,86
Antrian	75,37
Tingkat Pelayanan	F

Sumber : Hasil Analisis

5.2.5 Analisis Kinerja Simpang Sokka Baru Usulan I (4 Fase)

Setelah mengetahui kinerja simpang dengan usulan 2 fase dan 3 fase serta dilihat dari tundaan dan antriannya masih cukup lama dan panjang, sehingga terdapat usulan selanjutnya yaitu dengan percobaan 4 fase.

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 96 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Flt	Frt	S
	smp/jam							smp/jam
Utara	3600	1	0,92	1	1	0,96	1,04	3307
Selatan	3600	1	0,92	1	1	0,98	1,07	3473
Timur	4320	1	0,92	1	1	0,98	1,02	3973
Barat	4680	1	0,92	1	1	0,98	1,03	4346

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian.

Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 97 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	S	Rasio arus
	Q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	401	3307	0,12
Selatan	360	3473	0,10
Timur	1020	3973	0,26
Barat	1250	4012	0,31

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 IFR &= \sum (Frcrit) \\
 &= (0,12 + 0,10 + 0,26 + 0,31) \\
 &= 0,79
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned} PR &= F_{crit} / IFR \\ &= 0,12 / 0,79 = 0,15 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 98 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio arus	Rasio fase
Utara	0,12	0,15
Selatan	0,10	0,13
Timur	0,26	0,32
Barat	0,31	0,39

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 4 fase.

a) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 16 + 5) / (1 - 0,75) \\ &= 140 \text{ detik} \end{aligned}$$

b) Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

$$g_i = (140 - 16) \times 0,15 = 19 \text{ detik}$$

Tabel V. 99 Waktu siklus dan hijau Simpang Sokka Baru

Pendekat	Rasio fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,15	19
Selatan	0,13	16
Timur	0,32	40
Barat	0,39	49

Sumber : Hasil Analisis

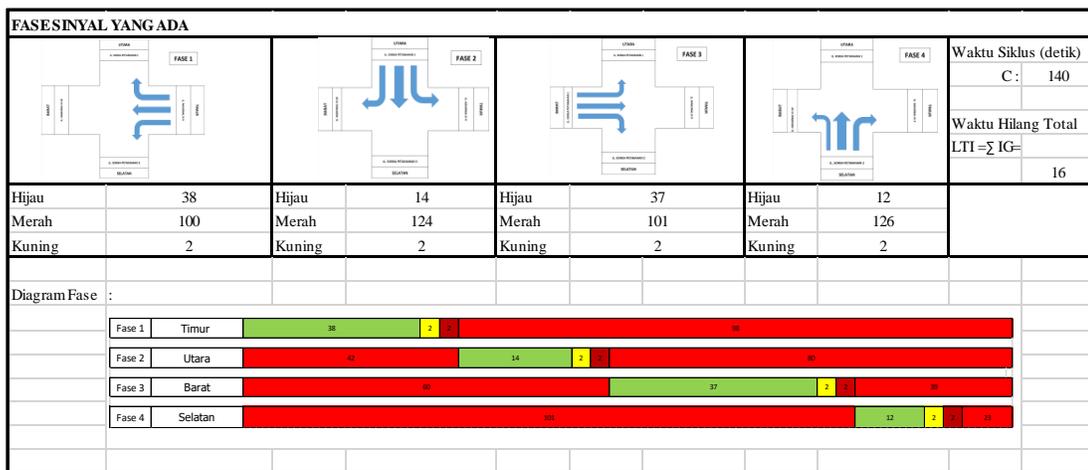
Dikarenakan menggunakan 4 fase maka semua waktu hijau yang digunakan.

c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (19 + 16 + 40 + 49) + 16 = 140 \text{ detik}$$



Gambar V. 17 Diagram Fase Simpang Sokka Baru (4 Fase)

d) Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 100 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3307	19	140	449
Selatan	3473	16		403
Timur	3973	40		1141
Barat	4012	49		1399

Sumber : Hasil Analisis

e) Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 101 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	449	0,89
Selatan	360	403	0,89
Timur	1020	1141	0,89
Barat	1250	1399	0,89

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 102 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	449	0,89	3,26
Selatan	403	0,89	3,22
Timur	1141	0,89	3,50
Barat	1399	0,89	3,53

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 103 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ_2
Utara	0,14	140	0,89	401	15,34
Selatan	0,12		0,89	360	13,81
Timur	0,29		0,89	1020	38,04
Barat	0,35		0,89	1250	45,99

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (18,60/401 \times 140) \times 3600 \\ &= 1,07 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 104 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq_{tot}	Arus		Rasio NS (smp)
----------	------------	------	--	----------------

			Waktu Siklus (detik)	
Utara	18,60	401	140	1,07
Selatan	17,03	360		1,09
Timur	41,54	1020		0,94
Barat	49,53	1250		0,92

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$N_{sv} = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 105 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	1,07	430
Selatan	360	1,09	394
Timur	1020	0,94	961
Barat	1250	0,92	1146

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 106 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan
Utara	140	0,89	0,14	449	3,26	85,64
Selatan		0,89	0,12	403	3,22	89,79
Timur		0,89	0,29	1141	3,50	58,88
Barat		0,89	0,35	1399	3,53	52,23

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 107 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	1,07	0,25	3,50
Selatan	1,09	0,12	4,28
Timur	0,94	0,16	3,86
Barat	0,92	0,12	4,01

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 1

Tabel V. 108 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	85,64	3,50	89,14	401	35746
Selatan	89,79	4,28	94,07	360	33866
Timur	58,88	3,86	62,74	1020	63999
Barat	52,23	4,01	56,24	1250	70303
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					67,28

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 109 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 4 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,89
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	67,28
Antrian	92,92
Tingkat Pelayanan	F

Sumber : Hasil Analisis

5.2.6 Analisis Kinerja Simpang Usulan II

Setelah mengetahui kinerja simpang dengan usulan 2 fase dan 3 fase serta dilihat dari tundaan dan antriannya masih cukup lama dan panjang, sehingga terdapat usulan selanjutnya yaitu dengan menambah lebar geometrik simpang.

1. Analisis Kinerja Simpang Usulan II Simpang Muktisari (2 fase)

Pada analisis kondisi usulan kedua dilakukan analisis pada perubahan geometrik pendekat dengan melakukan pelebaran jalan sebesar 1 meter pada masing-masing lengan simpang bagian timur dan barat. Perhitungan dilakukan dengan faktor penyesuaian hambatan samping komersil rendah. Perhitungan kinerja Usulan II sebagai berikut:

a. Perhitungan Arus Jenuh

Arus Jenuh dasar diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$S_o = 600 \times W_e$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini:

Tabel V. 110 Arus Jenuh Dasar Simpang Muktisari

Pendekat	Lebar setelah perubahan	Arus Jenuh Dasar
Utara	6	3600
Selatan	6	3600
Timur	8,2	4920
Barat	8,2	4920

Sumber : Hasil Analisis

b. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Frsu)

Untuk faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 111 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio UM	Fsf
Utara	Rendah	Komersil	0.047	0.90

Selatan	Rendah	Komersil	0.008	0.95
Timur	Rendah	Komersil	0.015	0.95
Barat	Rendah	Komersil	0.009	0.95

Sumber : Hasil Analisis

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Kabupaten Kebumen memiliki jumlah penduduk sebesar 1.361.913 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 1,00.

d. Faktor penyesuaian Kelandaian (Fg)

Kondisi kelandaian persimpangan untuk masing-masing kaki simpang ialah datar (0%), maka oleh karena itu nilai dari faktor kelandaian (Fg) =1,00.

e. Faktor Penyesuaian Parkir (Fp)

Disekitar Simpang Muktisari tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir Fp = 1,00.

f. Faktor penyesuaian rasio belok kanan

Berikut contoh perhitungan Rasio arus belok kanan.

$$\begin{aligned} \text{FRT} &= 1,0 + \text{PRT} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,18 \times 0,26 \\ &= 1,05 \end{aligned}$$

g. Faktor penyesuaian rasio belok kiri

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1,0 - \text{PLT} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,26 \times 0,16 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui, maka arus jenuh masing masing kaki dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Untuk perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 112 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
----------	-----------------------	-----	-----	----	----	-----	-----	-------------

Utara	3600	1	0,90	1	1	1,05	0,96	3251
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,08	0,98	3616
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,97	4673
Barat	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,98	4739

Sumber : Hasil Analisis

h. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jebuh etelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungannya:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel:

Tabel V. 113 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	345	3251	0,11
Selatan	302	3616	0,08
Timur	1123	4673	0,24
Barat	1122	4739	0,24

Sumber : Hasil Analisis

i. Rasio Arus Simpang ((IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (Frcrit) \\ &= (0,11 + 0,24) \\ &= 0,35 \end{aligned}$$

j. Rasio Fase

Untuk menghitung rasio fase digunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus beriku

$$\begin{aligned} PR &= Frcrit / IFR \\ &= 0,11 / 0,35 \\ &= 0,31 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lengkapnya pada tabel berikut

Tabel V. 114 Perhitung Fase Rasio

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,11	0,31
Selatan	0,08	0,24
Timur	0,24	0,69
Barat	0,24	0,68

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\
 &= (1,5 \times 8 + 5) / (1 - 0,35) \\
 &= 26 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR$$

$$g_i = (26 - 8) \times 0,16 = 6 \text{ detik}$$

Tabel V. 115 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,31	6
Selatan	0,24	4
Timur	0,69	12

Barat	0,68	12
-------	------	----

Sumber : Hasil Analisis

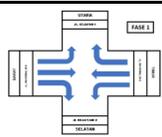
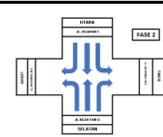
Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 6 detik dan 12 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (14 + 18) + 8 = 40 \text{ detik}$$

FASESINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik)	
				C :	40
				Waktu Hilang Total	
				LTI = $\sum IG$	8
Hijau	18	Hijau	14		
Merah	20	Merah	24		
Kuning	2	Kuning	2		
Diagram Fase :					
Fase 1	Timur - Barat	18	2	2	18
Fase 2	Utara - Selatan	22	14	2	2

Gambar V. 18 Diagram Fase Simpang Muktisari Usulan II (2 fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 116 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3251	14	40	1138

Selatan	3616	10	904
Timur	4673	18	2103
Barat	4739	12	1458

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 117 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	1138	0,30
Selatan	302	904	0,33
Timur	1123	2103	0,53
Barat	1122	1458	0,77

Sumber : Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 118 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	1138	0,30	-0,28
Selatan	904	0,33	-0,25
Timur	2103	0,53	0,07

Barat	1458	0,77	1,16
-------	------	------	------

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

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

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 119 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,35	40	0,30	345	2,79
Selatan	0,25		0,33	302	2,75
Timur	0,45		0,53	1123	9,03
Barat	0,31		0,77	1122	11,31

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (3,05/345 \times 35) \times 3600 \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 120 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	2,50	345	40	0,59
Selatan	2,50	302		0,67
Timur	9,11	1123		0,66
Barat	12,47	1122		0,90

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 121 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	0,59	203
Selatan	302	0,67	202
Timur	1123	0,66	738
Barat	1122	0,90	1010

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 122 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
Utara	40	0,30	0,35	1138	-0,28	8,56
Selatan		0,33	0,25	904	-0,25	11,28
Timur		0,53	0,45	2103	0,07	8,09
Barat		0,77	0,31	1458	1,16	15,42

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Tabel V. 123 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,59	0,26	2,44
Selatan	0,67	0,12	3,20
Timur	0,66	0,16	3,00
Barat	0,90	0,12	3,95

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan 2

Tabel V. 124 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	8,56	2,44	10,99	345	3793
Selatan	11,28	3,20	14,48	302	4373
Timur	8,09	3,00	11,09	1123	12450
Barat	15,42	3,95	19,37	1122	21739
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					14,65

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 125 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 2 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,49
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	14,56
Antrian	17,32
Tingkat Pelayanan	B

Sumber : Hasil Analisis

2. Simpang Sokka Baru

Pada analisis kondisi usulan kedua dilakukan analisis pada perubahan geometrik pendekat dengan melakukan pelebaran jalan sebesar 1 meter pada masing-masing lengan simpang bagian timur dan barat. Perhitungan

dilakukan dengan faktor penyesuaian hambatan samping komersil rendah. Perhitungan kinerja Usulan II sebagai berikut:

A. Perhitungan Arus Jenuh

Arus Jenuh dasar diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$S_o = 600 \times W_e$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini:

Tabel V. 126 Arus Jenuh Dasar Simpang Muktisari

Pendekat	Lebar Efektif (We) (m)	Lebar setelah perubahan	Arus Jenuh Dasar
Utara	6	6	3600
Selatan	6	6	3600
Timur	7,2	8,2	4920
Barat	7,8	8,8	5280

Sumber : Hasil Analisis

B. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Frsu)

Untuk faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 127 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio UM	Fsf
Utara	Rendah	Komersil	0,024	0,95
Selatan	Rendah	Komersil	0,005	0,95
Timur	Rendah	Komersil	0,013	0,95
Barat	Rendah	Komersil	0,004	0,95

Sumber : Hasil Analisis

C. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Kabupaten Kebumen memiliki jumlah penduduk sebesar 1.361.913 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 1,00.

D. Faktor penyesuaian Kelandaian (Fg)

Kondisi kelandaian persimpangan untuk masing-masing kaki simpang ialah datar (0%), maka oleh karena itu nilai dari faktor kelandaian (F_g) = 1,00.

E. Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Disekitar Simpang Muktisari tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir $F_p = 1,00$.

F. Faktor penyesuaian rasio belok kanan

Berikut contoh perhitungan Rasio arus belok kanan.

$$\begin{aligned} FRT &= 1,0 + PRT \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,16 \times 0,26 \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

G. Faktor penyesuaian rasio belok kiri

$$\begin{aligned} FLT &= 1,0 - PLT \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,25 \times 0,16 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui, maka arus jenuh masing-masing kaki dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times FRT \times FLT$$

Untuk perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 128 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (S_o)	F_{cs}	F_{sf}	F_g	F_p	FRT	FLT	S (smp/jam)
Utara	3600	1	0,95	1	1	1,04	0,96	3420
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,07	0,98	3590
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,02	0,98	4684
Barat	5280	1	0,95	1	1	1,03	0,98	5057

Sumber : Hasil Analisis

H. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jebuh etelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungannya:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel:

Tabel V. 129 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	401	3420	0,12
Selatan	360	3590	0,10
Timur	1020	4684	0,22
Barat	1250	5057	0,25

Sumber : Hasil Analisis

I. Rasio Arus Simpang ((IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (Frcrit) \\ &= (0,12 + 0,25) = 0,37 \end{aligned}$$

J. Rasio Fase

Untuk menghitung rasio fase digunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus beriku

$$\begin{aligned} PR &= Frcrit / IFR \\ &= 0,12 / 0,37 \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lengkapnya pada tabel berikut

Tabel V. 130 Perhitung Fase Rasio

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,12	0,32
Selatan	0,10	0,27
Timur	0,22	0,59
Barat	0,25	0,67

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 8 + 5) / (1 - 0,35) \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR).

Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$\begin{aligned} g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR \\ g_i &= (27 - 8) \times 0,32 = 6 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel V. 131 Waktu siklus dan hijau Simpang Sokka Baru

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,32	6
Selatan	0,27	5
Timur	0,59	11
Barat	0,67	13

Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 6 detik dan 13 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (14 + 18) + 8 = 40 \text{ detik}$$

FASESINYAL YANG ADA			
		Waktu Siklus (detik)	
		C :	40
		Waktu Hilang Total	
		LTI = $\sum IG =$	8
Hijau	18	Hijau	14
Merah	20	Merah	24
Kuning	2	Kuning	2
Diagram Fase :			
Fase 1	Timur - Barat	18	2 2 18
Fase 2	Utara - Selatan	22	14 2 2

Gambar V. 19 Diagram Fase Simpang Sokka baru Usulan II (2 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 132 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3420	14	40	1197
Selatan	3590	10		897
Timur	4684	11		1308
Barat	5057	18		2275

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekatan pada tabel berikut:

Tabel V. 133 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	1197	0,34
Selatan	360	897	0,40
Timur	1020	1308	0,78
Barat	1250	2275	0,55

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 134 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	1197	0,34	-0,25
Selatan	897	0,40	-0,17
Timur	1308	0,78	1,26
Barat	2275	0,55	0,11

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

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

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 135 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,35	40	0,34	401	3,28
Selatan	0,25		0,40	360	3,33
Timur	0,28		0,78	1020	10,44
Barat	0,45		0,55	1250	10,15

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\
 &= 0,9 \times (3,03/401 \times 40) \times 3600 \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 136 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	3,03	401	40	0,61
Selatan	3,17	360		0,71
Timur	11,70	1020		0,93
Barat	10,26	1250		0,66

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 137 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	0,61	246

Selatan	360	0,71	257
Timur	1020	0,93	948
Barat	1250	0,66	831

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 138 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
Utara	40	0,34	0,35	1197	-0,25	8,83
Selatan		0,40	0,25	897	-0,17	11,84
Timur		0,78	0,28	1308	1,26	16,74
Barat		0,55	0,45	2275	0,11	8,21

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 139 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,61	0,25	2,53
Selatan	0,71	0,12	3,34
Timur	0,93	0,13	3,99
Barat	0,66	0,14	3,10

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 2

Tabel V. 140 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	8,83	2,53	11,36	401	4554
Selatan	11,84	3,34	15,18	360	5465
Timur	16,74	3,99	20,73	1020	21145
Barat	8,21	3,10	11,31	1250	14138
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					14,95

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 141 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 2 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,52
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	14,95
Antrian	18,13
Tingkat Pelayanan	B

Sumber : Hasil Analisis

5.2.7 Analisis Kinerja Simpang Muktisari Usulan II (3 Fase)

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 142 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
----------	-----------------------	-----	-----	----	----	-----	-----	-------------

Utara	3600	1	0,90	1	1	1,05	0,96	3251
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,08	0,98	3616
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,97	4673
Barat	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,98	4739

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekatan yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 143 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	345	3251	0,11
Selatan	302	3616	0,08
Timur	1123	4673	0,24
Barat	1122	4739	0,24

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (Frcrit) \\ &= (0,11 + 0,24 + 0,24) \\ &= 0,59 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$PR = Frcrit / IFR$$

$$= 0,11 / 0,59$$

$$= 0,18$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 144 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,11	0,18
Selatan	0,08	0,14
Timur	0,24	0,41
Barat	0,24	0,40

Sumber : Hasil Analisis

3) Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,59) \\ &= 56 \text{ detik} \end{aligned}$$

b) Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$\begin{aligned} g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR_i \\ g_i &= (56 - 12) \times 0,18 = 8 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel V. 145 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,18	8
Selatan	0,14	6
Timur	0,41	18
Barat	0,40	18

Sumber : Hasil Analisis

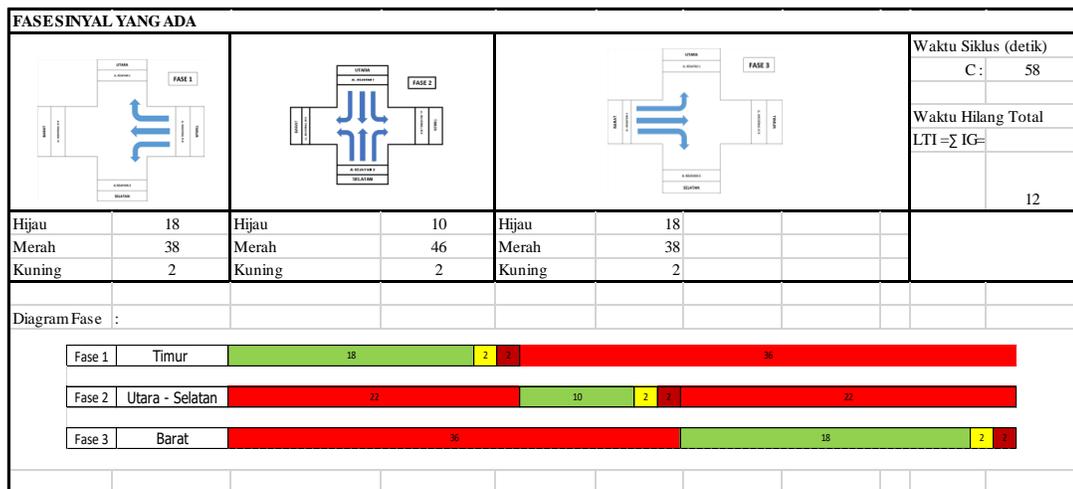
Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 8 detik, 18 detik dan 18 detik.

c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (10 + 18 + 18) + 12 = 58 \text{ detik}$$



Gambar V. 20 Diagram Fase Simpang Muktisari Usulan II (3 Fase)

d) Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 146 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3251	10	58	564
Selatan	3616	10		627
Timur	4673	18		1456
Barat	4739	18		1454

Sumber : Hasil Analisis

e) Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 147 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	564	0,61
Selatan	302	627	0,48
Timur	1123	1456	0,77
Barat	1122	1454	0,77

Sumber : Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 148 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	564	0,61	0,29
Selatan	627	0,48	-0,04
Timur	1456	0,77	1,18
Barat	1454	0,77	1,18

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 149 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ_2
Utara	0,17	58	0,61	345	5,14
Selatan	0,17		0,48	302	4,39
Timur	0,31		0,77	1123	16,40
Barat	0,31		0,77	1122	16,42

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (5,43/345 \times 58) \times 3600 \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 150 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	5,43	345	58	0,88
Selatan	4,35	302		0,81
Timur	17,58	1123		0,87
Barat	17,59	1122		0,88

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 151 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	0,88	303
Selatan	302	0,81	243
Timur	1123	0,87	982
Barat	1122	0,88	983

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 152 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
----------	----------------------	----	-------------	---------------------	---------	--------------

Utara	58	0,61	0,17	564	0,29	24,00
Selatan		0,48	0,17	627	-0,04	21,41
Timur		0,77	0,31	1456	1,18	21,01
Barat		0,77	0,31	1454	1,18	21,17

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 153 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,88	0,26	3,14
Selatan	0,81	0,12	3,64
Timur	0,87	0,16	3,66
Barat	0,88	0,12	3,87

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan 2

Tabel V. 154 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	24,00	3,14	27,15	345	9366
Selatan	21,41	3,64	25,05	302	7567
Timur	21,01	3,66	24,67	1123	27702
Barat	21,17	3,87	25,04	1122	28100
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					25,15

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 155 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 3 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,66
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	25,15

Antrian	29,6
Tingkat Pelayanan	C

Sumber : Hasil Analisis

5.2.8 Analisis Kinerja Simpang Sokka Baru Usulan II (3 Fase)

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 156 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
Utara	3600	1	0,90	1	1	1,04	0,96	3240
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,07	0,98	3590
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,02	0,98	4684
Barat	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,98	4712

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 157 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	401	3240	0,12

Selatan	360	3590	0,10
Timur	1020	4684	0,22
Barat	1250	4712	0,27

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \sum (\text{Frcrit}) \\ &= (0,12 + 0,22 + 0,27) \\ &= 0,61 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{Frcrit} / \text{IFR} \\ &= 0,12 / 0,61 \\ &= 0,20 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 158 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,12	0,20
Selatan	0,10	0,17
Timur	0,22	0,36
Barat	0,27	0,44

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

b. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,61) \\ &= 58 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagu dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$\begin{aligned} g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR_i \\ g_i &= (58 - 12) \times 0,20 = 12 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel V. 159 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,20	12
Selatan	0,17	10
Timur	0,36	17
Barat	0,44	20

Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 12 detik, 17 detik dan 20 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 3 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (12 + 17 + 20) + 12 = 61 \text{ detik}$$



Gambar V. 21 Diagram Fase Simping Sokka Baru Usulan II (3 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 160 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3240	12	61	623
Selatan	3590	10		559
Timur	4684	17		1281
Barat	4712	20		1570

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 161 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	623	0,64
Selatan	360	559	0,64
Timur	1020	1281	0,80
Barat	1250	1570	0,80

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 162 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	623	0,64	0,40
Selatan	559	0,64	0,40
Timur	1281	0,80	1,44
Barat	1570	0,80	1,44

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 163 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,19	61	0,64	401	6,26
Selatan	0,16		0,64	360	5,72
Timur	0,27		0,80	1020	16,05
Barat	0,33		0,80	1250	19,22

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\
 &= 0,9 \times (6,67/401 \times 61) \times 3600 \\
 &= 0,88
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 164 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	6,67	401	61	0,88
Selatan	6,13	360		0,90
Timur	17,49	1020		0,91
Barat	20,66	1250		0,88

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 165 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	0,88	354
Selatan	360	0,90	325

Timur	1020	0,91	929
Barat	1250	0,88	1097

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 166 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
Utara	61	0,64	0,19	623	0,40	25,03
Selatan		0,64	0,16	559	0,40	26,75
Timur		0,80	0,27	1281	1,44	24,61
Barat		0,80	0,33	1570	1,44	21,75

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 167 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	0,88	0,25	3,21
Selatan	0,90	0,12	3,96
Timur	0,91	0,13	3,93
Barat	0,88	0,14	3,77

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 2

Tabel V. 168 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	25,03	3,21	28,24	401	11325
Selatan	26,75	3,96	30,71	360	11057
Timur	24,61	3,93	28,54	1020	29115
Barat	21,75	3,77	25,53	1250	31910
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					27,52

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 169 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 3 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,72
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	27,52
Antrian	33,06
Tingkat Pelayanan	D

Sumber : Hasil Analisis

5.2.9 Analisis Kinerja Simpang Muktisari Usulan II (4 Fase)

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 170 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)

Utara	3600	1	0,90	1	1	1,05	0,96	3251
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,08	0,98	3616
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,97	4673
Barat	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,98	4739

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekatan yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 171 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	345	3251	0,11
Selatan	302	3616	0,08
Timur	1123	4673	0,24
Barat	1122	4739	0,24

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (F_{crit}) \\ &= (0,11 + 0,08 + 0,24 + 0,24) \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Fcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$PR = F_{crit} / IFR$$

$$= 0,11 / 0,67$$

$$= 0,16$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 172 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,11	0,16
Selatan	0,08	0,13
Timur	0,24	0,36
Barat	0,24	0,36

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 4 fase.

a) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned} C_{ua} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 16 + 5) / (1 - 0,67) \\ &= 87 \text{ detik} \end{aligned}$$

b) Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR).

Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$\begin{aligned} g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR_i \\ g_i &= (87 - 16) \times 0,16 = 11 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel V. 173 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,16	11
Selatan	0,13	9
Timur	0,36	26
Barat	0,36	25

Sumber : Hasil Analisis

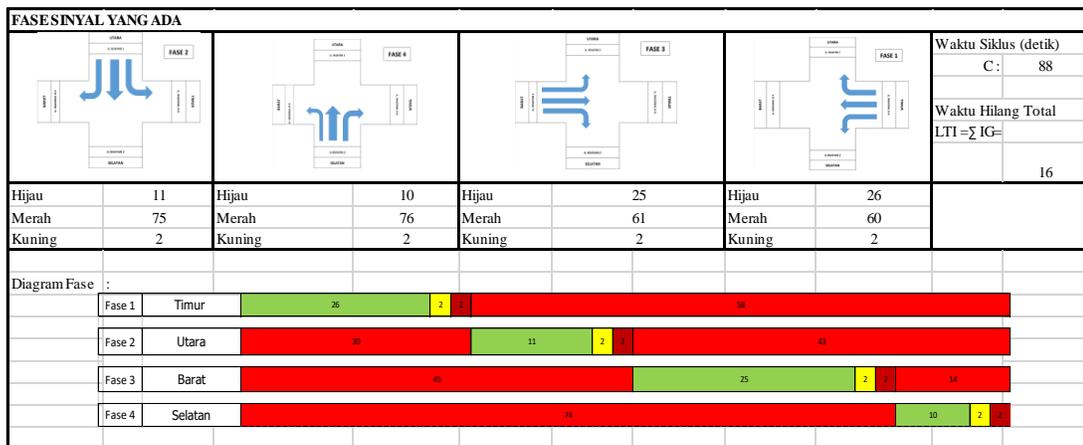
Dikarenakan menggunakan 4 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 11 detik, 9 detik, 26 detik dan 25 detik.

c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (11 + 10 + 26 + 25) + 16 = 88 \text{ detik}$$



Gambar V. 22 Diagram fase Simpang Muktisari Usulan II (4 Fase)

d) Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 174 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3251	11	88	417
Selatan	3616	10		410
Timur	4673	26		1357
Barat	4739	25		1356

Sumber : Hasil Analisis

e) Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhiitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 175 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	345	417	0,83
Selatan	302	410	0,74
Timur	1123	1357	0,83
Barat	1122	1356	0,83

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 176 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ1 (m)
Utara	417	0,83	1,80
Selatan	410	0,74	0,88
Timur	1357	0,83	1,87
Barat	1356	0,83	1,87

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 177 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,13	88	0,83	345	8,22
Selatan	0,11		0,74	302	7,14
Timur	0,29		0,83	1123	25,64
Barat	0,29		0,83	1122	25,65

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\ &= 0,9 \times (13,31/345 \times 123) \times 3600 \\ &= 1,02 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 178 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	10,03	345	88	1,07
Selatan	8,02	302		0,98
Timur	27,50	1123		0,90

Barat	27,52	1122		0,90
-------	-------	------	--	------

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 179 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	345	1,07	369
Selatan	302	0,98	295
Timur	1123	0,90	1013
Barat	1122	0,90	1013

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 180 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
Utara	88	0,83	0,13	417	1,80	52,99
Selatan		0,74	0,11	410	0,88	45,45
Timur		0,83	0,29	1357	1,87	34,10
Barat		0,83	0,29	1356	1,87	34,33

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang,rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 181 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	1,07	0,26	3,44
Selatan	0,98	0,12	4,21
Timur	0,90	0,16	3,74
Barat	0,90	0,12	3,96

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Muktisari Usulan 2

Tabel V. 182 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Muktisari

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	52,99	3,44	56,43	345	19467
Selatan	45,45	4,21	49,65	302	14996
Timur	34,10	3,74	37,85	1123	42501
Barat	34,33	3,96	38,29	1122	42960
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					41,47

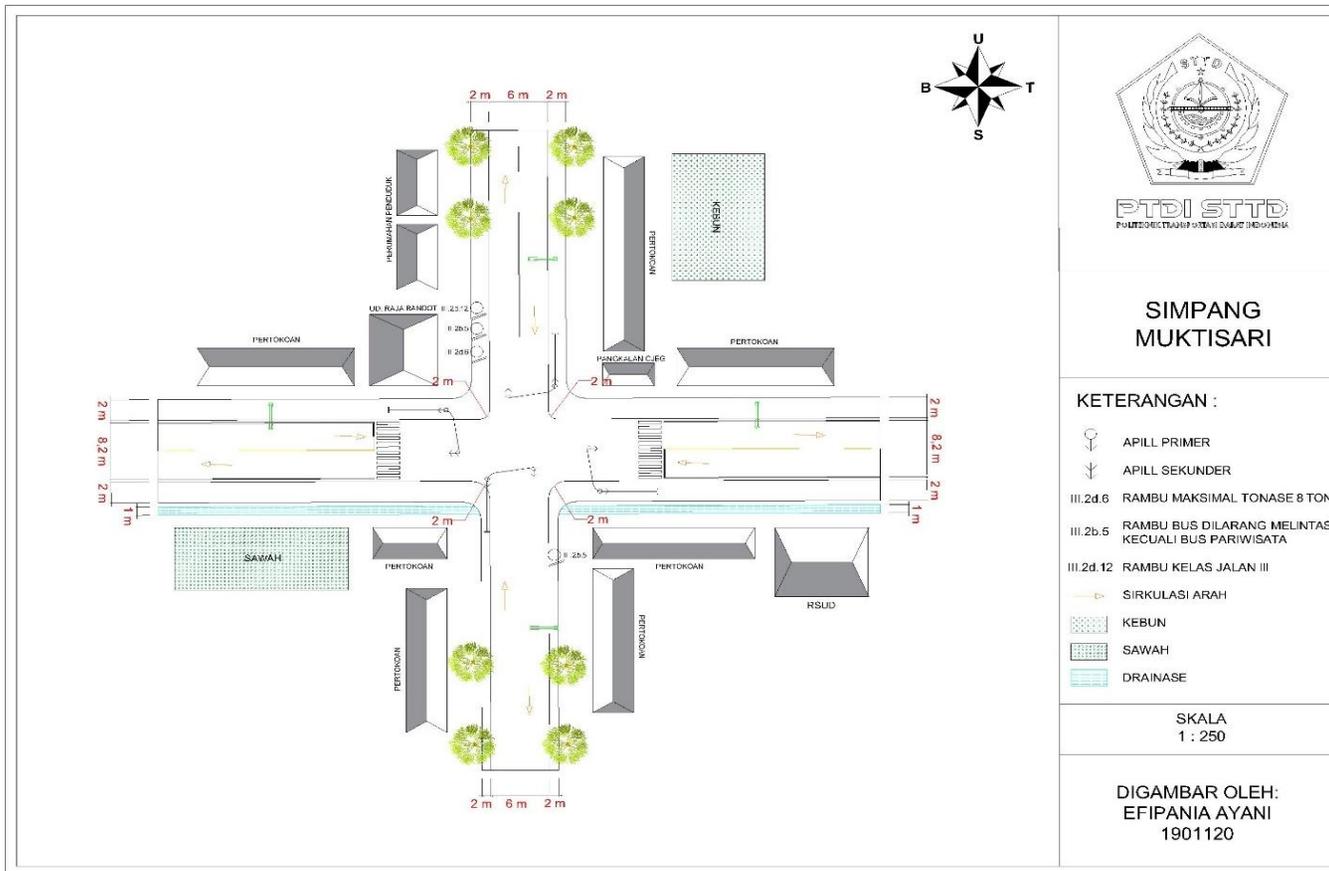
Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 183 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 4 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,8
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	41,47
Antrian	48,59
Tingkat Pelayanan	E

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan layout Simpang Muktisari setelah dilakukan perubahan geometrik jalan, seperti pada **gambar V. 23** dibawah ini



Gambar V. 23 Layout Usulan 2 Simpang Muktisari

5.2.10 Analisis Kinerja Simpang Sokka Baru Usulan II (4 Fase)

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

1. Perhitungan Arus Jenuh

Tabel V. 184 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
Utara	3600	1	0,90	1	1	1,04	0,96	3240
Selatan	3600	1	0,95	1	1	1,07	0,98	3590
Timur	4920	1	0,95	1	1	1,02	0,98	4684
Barat	4920	1	0,95	1	1	1,03	0,98	4712

Sumber : Hasil Analisis

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian. Berikut contoh perhitungan:

$$FR = Q/S$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 185 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas Disesuaikan (S)	Rasio Arus
Utara	401	3240	0,12
Selatan	360	3590	0,10
Timur	1020	4684	0,22
Barat	1250	4712	0,27

Sumber : Hasil Analisis

b. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio persimpangan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{IFR} &= \sum (\text{Frcrit}) \\
 &= (0,12 + 0,10 + 0,22 + 0,27) \\
 &= 0,71
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus. Berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 \text{PR} &= \text{Frcrit} / \text{IFR} \\
 &= 0,12 / 0,71 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan lengkapnya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 186 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,12	0,18
Selatan	0,10	0,14
Timur	0,22	0,35
Barat	0,27	0,38

Sumber : Hasil Analisis

2. Perhitungan Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode MKJI dan menggunakan siklus usulan 4 fase.

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\
 &= (1,5 \times 16 + 5) / (1 - 0,71) \\
 &= 99 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, langkah berikutnya yaitu menghitung waktu hijau yang tepat sesuai pertimbangan Rasio Fase (PR) setiap pendekatnya, yang didapat dari rasio arus kritis (FR_{crit}) setiap pendekat dibagi dengan rasio arus simpang (IFR). Berikut merupakan rincian menghitung waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

$$g_i = (99 - 16) \times 0,18 = 15 \text{ detik}$$

Tabel V. 187 Waktu siklus dan hijau Simpang Muktisari

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,20	15
Selatan	0,17	12
Timur	0,36	26
Barat	0,44	31

Sumber : Hasil Analisis

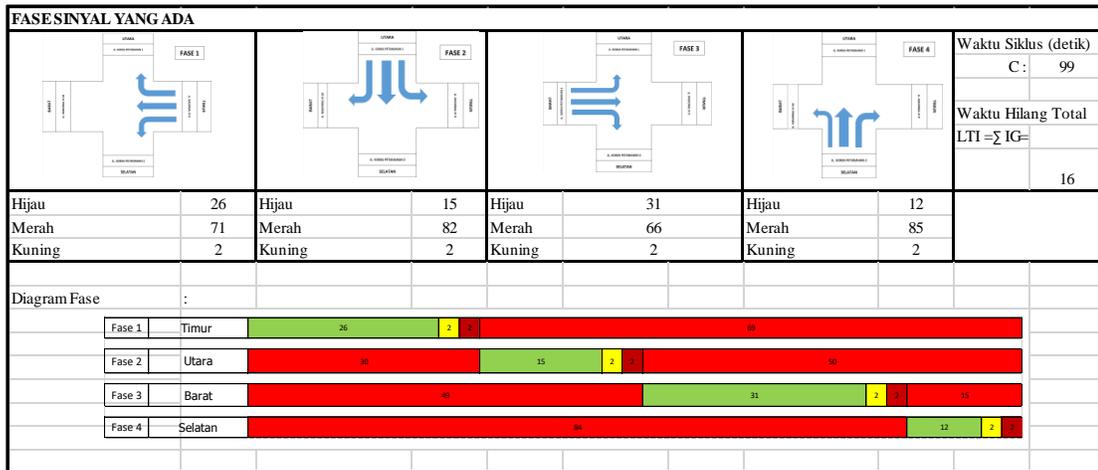
Dikarenakan menggunakan 4 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 15 detik, 12 detik, 26 detik dan 31 detik.

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Dikarenakan pada usulan ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (15 + 12 + 26 + 31) + 16 = 99 \text{ detik}$$



Gambar V. 24 Diagram Fase Simpang Sokka Baru Usulan II (4 Fase)

d. Kapasitas

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas.

$$C = s \times (g/c)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 188 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	3240	15	99	476
Selatan	3590	12		427
Timur	4684	26		1210
Barat	4712	31		1482

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan per pendekat.

$$DS = Q/C$$

Berikut merupakan hasil perhitungan per pendekat pada tabel berikut:

Tabel V. 189 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Utara	401	476	0,84
Selatan	360	427	0,84
Timur	1020	1210	0,84
Barat	1250	1482	0,84

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Untuk perhitungan jumlah panjang antrian total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dimana NQ_1 dihitung dengan rumus berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 190 Perhitungan jumlah SMP yang tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DS	NQ_1 (m)
Utara	476	0,84	2,07
Selatan	427	0,84	2,06
Timur	1210	0,84	2,14
Barat	1482	0,84	2,15

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times (Q/1000) \times (1-GR)/(1-GR \times DS)$$

Untuk hasilnya sendiri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 191 Perhitungan jumlah SMP yang Datang selama fase merah

Pendekat	Rasio hijau (g/c)	Waktu Siklus (detik)	DS	Q	NQ2
Utara	0,15	99	0,84	401	10,74
Selatan	0,12		0,84	360	9,69
Timur	0,26		0,84	1020	26,60
Barat	0,31		0,84	1250	32,07

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Berikut ini merupakan contoh perhitungan Angka henti.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times (NQ/Q \times c) \times 3600 \\
 &= 0,9 \times (12,81/401 \times 99) \times 3600 \\
 &= 1,05
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 192 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nqtot	Arus	Waktu Siklus (detik)	Rasio NS (smp)
Utara	12,81	401	99	1,05
Selatan	11,76	360		1,07
Timur	28,74	1020		0,92
Barat	34,22	1250		0,90

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya mencari jumlah kendaraan terhenti, berikut merupakan contoh perhitungannya:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 193 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Arus	Rasio NS (smp)	Nsv
Utara	401	1,05	419
Selatan	360	1,07	385
Timur	1020	0,92	941
Barat	1250	0,90	1120

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 194 Perhitungan Tundaan Rata-rata lalu lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	DS	Rasio hijau	Kapasitas (smp/jam)	NQ1 (m)	Tundaan (DT)
Utara	99	0,84	0,15	476	2,07	56,83
Selatan		0,84	0,12	427	2,06	60,11
Timur		0,84	0,26	1210	2,14	41,19
Barat		0,84	0,31	1482	2,15	36,87

Sumber : Hasil Analisis

Dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang, rumusnya:

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 195 Perhitunganm Tundaan Geometrik

Pendekat	Psv	pT	DG
Utara	1,05	0,25	3,50
Selatan	1,07	0,12	4,28
Timur	0,92	0,13	3,97
Barat	0,90	0,14	3,83

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata-rata Simpang Sokka Baru Usulan 2

Tabel V. 196 Perhitungan Tundaan dan Tundaan Rata-Rata Simpang Sokka Baru

Pendekat	DT	DG	D	Arus	Tundaan total
Utara	56,83	3,50	60,33	401	24194
Selatan	60,11	4,28	64,39	360	23180
Timur	41,19	3,97	45,16	1020	46065
Barat	36,87	3,83	40,70	1250	50881
Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)					47,61

Sumber : Hasil Analisis

Tabel V. 197 Rekapitan Hasil Perhitungan

Indikator	Hasil Perhitungan 4 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,84
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	47,61
Antrian	57,44
Tingkat Pelayanan	E

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan layout Simpang Sokka Baru setelah dilakukan perubahan geometrik jalan, seperti pada **gambar V. 25** dibawah ini



Gambar V. 25 Layout Usulan 2 Simpang Sokka Baru

5.2.11 Perencanaan Geometrik Bundaran Usulan III

5.2.11.1 Pemilihan Tipe Simpang (simpang Muktisari)

Simpang 4 Muktisari memiliki arus masing-masing kaki simpang sebesar 345 pada lengan utara, 302 pada lengan selatan, 1123 pada lengan timur dan 112 pada lengan barat sehingga arus total pada simpang adalah 2893 kend/jam perbandingan arus mayor dan minor 4/1 dengan LT/RT 25/25 yang mana dalam kondisi ini berdasarkan volume arus total di simpang, tipe bundaran yang tepat adalah R10-22 dengan ketentuan pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 198 Definisi tipe Bundaran

Tipe Bundaran	Jari-Jari Bundaran	Jumlah Lajur Masuk Minor	Jumlah Lajur Masuk Mayor	Lebar Lajur Masuk W1 (m)	Panjang Jalinan Lw (m)	Lebar jalinan Ww (m)
R10-11	10	1	1	3,5	23	7
R10-12	10	1	2	7	27	9
R10-22	10	2	2	7	27	9
R14-22	14	2	2	7	31	9
R20-22	20	2	2	7	43	9

Sumber : MKJI, 1997

Tabel V. 199 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1					
Ukuran kora (Juta)	Rasio (Q_{M}/Q_{A})	LT/RT	Tipe jalinan					
			R10-11	R10-12	R14-12	R10-22	R14-22	R20-22
1-3 Juta	1/1	10/10	< 2200	2200	-	2700	-	3350-4300
	1.5/1		< 2200	2200	-	2700	-	3250-4100
	2/1		< 2150	2150	-	2700	-	3250-4150
	3/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	4/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	1/1	25/25	< 2400	2400	-	2850	-	3400-4450
	1.5/1		< 2200	2200	-	2950	-	3350-4300
	2/1		< 2150	2150	-	2950	-	3250-4100
	3/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-4000
	4/1		< 2050	2050	2750	2850	3000	3150-4000
0.5-1Juta	1/1	10/10	< 2150	2150	2550	2700	3150	3350-3950
	1.5/1		< 2050	2050	2550	2700	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2550	2700	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2550	2700	3000	3150-3800
	4/1		< 2000	2000	2600	2700	3000	3150-3800
	1/1	25/25	< 2200	2200	2700	2750	3350	3500-4300
	1.5/1		< 2150	2150	2750	2850	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2600	2750	3000	3150-3800
	4/1		< 1900	1900	2600	2700	2950	3100-3650

Sumber : MKJI, 1997

5.2.11.2 Jumlah lajur Lingkar

Arus lalu lintas pada simpang ini adalah 24.944 pada jalan mayor dan 7200 pada jalan minor maka arus total 32144 kend/hari sehingga jumlah lajur lingkar adalah 2.

Tabel V. 200 Jumlah Lajur Lingkar

No	Volume Lalu Lintas Harian Rencana Persimpangan (kend per hari)	Jumlah Lajur Lingkar
1	< 20.000	1
2	20.000 - 40.000	2

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang

5.2.11.3 Superelevasi Jalur Lingkar

Superelevasi jalur lingkar bundaran sebesar 2%. Superelevasi apron truk sebesar 3% - 4%.

5.2.11.4 Lajur Masuk dan lajur Keluar (*Entry And Exit*)

Lebar lajur masuk untuk bundaran dengan lajur tunggal maupun lajur ganda berkisar antara 4.30 m – 4.90 m. Berdasarkan ketentuan bundaran R10-22, maka lebar lajur masuknya adalah 7 m, dan jalan minor lebar lajurnya adalah 7 m.

5.2.11.5 Kecepatan rencana

Untuk menentukan radius masuk dan radius keluar kecepatan rencana pada persimpangan pada penelitian ini digunakan pengambilan data secara langsung dengan melaksanakan survey MCO (*Moving Car Observer*) pada masing-masing pendekatan, sehingga didapatkan data sebagai berikut.

Tabel V. 201 Kecepatan Rencana Tiap Pendekat

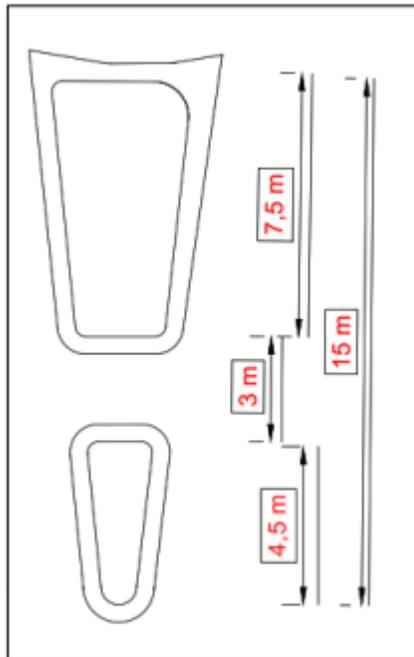
Kaki Simpang		Kecepatan Rata-Rata (km/jam)
Utara	Jl. Kejayan 1	31,07
Selatan	Jl. Kejayan 2	30,75
Timur	Jl. Nasional III 8	40,42
Barat	Jl. Nasional III 9	42,48

Sumber : Tim PKL Kabupaten Kebumen, 2022

Maka ditentukan kecepatan rencana pada Simpang Muktisari adalah 35 km/jam.

5.2.11.6 Pulau Pemisah (*Splitter Island*)

Pulau pemisah harus tersedia disetiap lengan bundaran. Pulau pemisah digunakan untuk membimbing kendaraan memasuki jalur lingkaran, selain itu pulau pemisah berfungsi sebagai tempat pemberhentian (*refuge*) bagi penyeberang jalan dan membantu mengendalikan kecepatan. Total panjang minimum dari pulau pemisah lebih kurang 15 m. Dimensi dari pulau pemisah pada Simpang Muktisari ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 26 Desain Rencana Pulau Pemisah

5.2.11.7 Radius Masuk dan Radius Keluar

Radius masuk dan radius keluar bundaran ditentukan berdasarkan ketentuan yang berlaku, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V. 202 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk dan Keluar

No	Kecepatan Rencana Pendekat (km/h)	Radius Minimum masuk dan keluar (m)
1	20	9
2	25	15
3	30	24
4	35	36
5	40	51
6	45	70
7	50	94

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang

Maka dengan kecepatan rencana 35 km/jam, radius masuk dan keluar simpang adalah 36 m yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

5.2.11.8 Jarak Pandang Lengan Bundaran

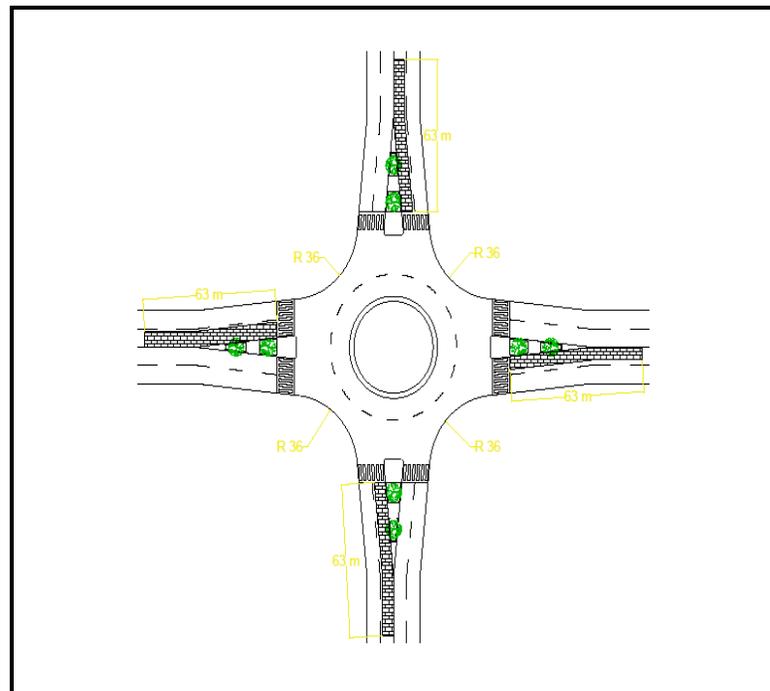
Jarak pandang bundaran ditentukan dengan mengasumsikan mata pengemudi setinggi 1.080 mm dengan tinggi obyek (kendaraan lain) adalah

600 mm. Kecepatan konflik berdasarkan data dari survey MCO (*moving car observer*) adalah 35 km/jam, maka jarak pandangnya adalah 63 m dari tiap lengan simpang.

Tabel V. 203 Jarak Pandang ke Lengan Bundaran

Kecepatan Konflik (V konflik) (km/jam)	Jarak Pandang lengan bundaran (b) (m)
20	36
25	45
30	54
35	63
40	72

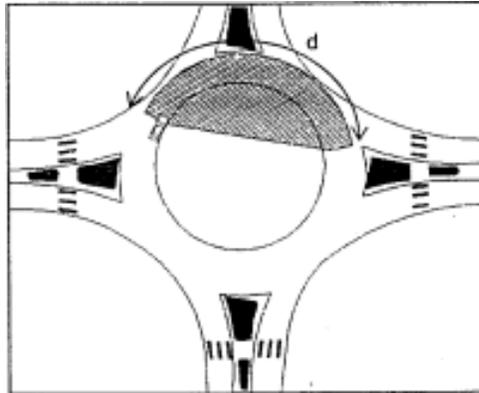
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang



Gambar V. 27 Radius & Jarak Pandang Bundaran

5.2.11.9 Jarak Pandang henti Lajur Lingkar

Jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek di jalur lingkar disebut juga jarak pandang henti jalur lingkar.



Gambar V. 28 Jarak Pandang henti Lajur Lingkar

5.2.11.10 Perhitungan Rasio Jalinan

Untuk menghitung Arus masuk bundaran (Q_{masuk}) pada masing-masing bagian jalinana bundaran yaitu dengan cara menjumlahkan arus per tempat masuk. Arus menjalin total untuk masing-masing dari 4 bagian jalinan AB, BC, CD, DA dihitung dengan menjumlahkan arus yang melalui jalinan tersebut. Kemudian hitung rasio menjalin (P_w) dengan cara $P_w = Q_w / Q_{tot}$. Hitung rasio kendaraan tak bermotor bagian jalinan secara menyeluruh yaitu arus kendaraan tak bermotor total dengan arus total dalam kend/jam. Berikut merupakan hasil perhitungan arus menjalin.

Tabel V. 204 Perhitungan Arus Menjalin

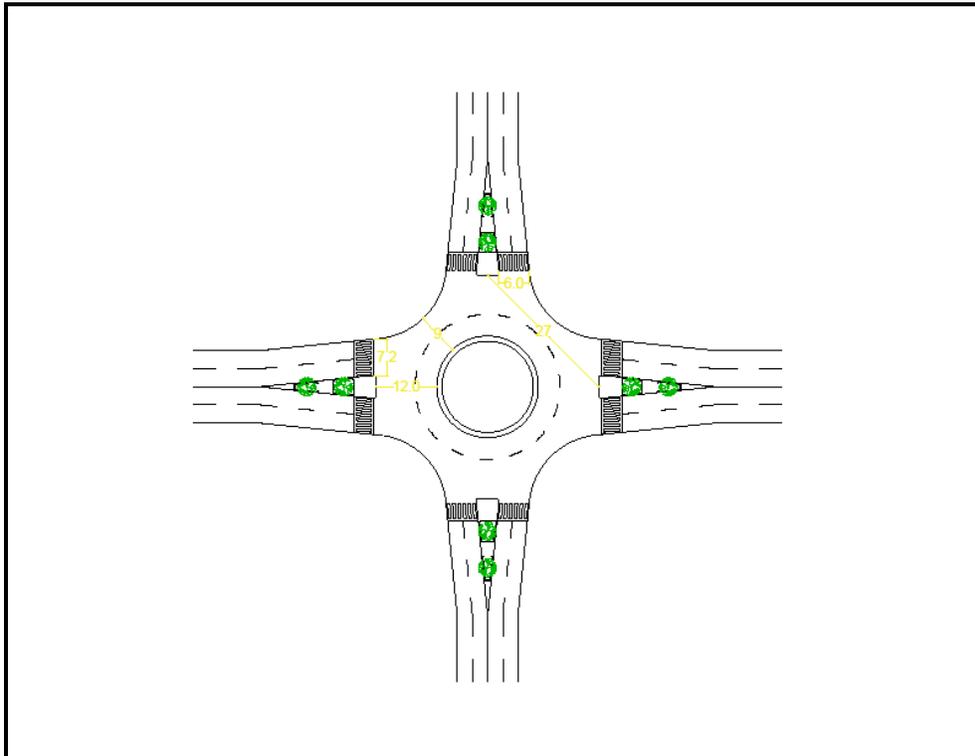
Bagian Jalinan	Arus masuk Bundaran Q masuk	Arus masuk Bagian Jalinan Q_{tot}	Arus Menjalin Q_w	Rasio Menjalin P_w
AB	1.245	2.344	2.108	0,90
BC	303	1.602	1.504	0,94
CD	1.123	1.452	1.184	0,82
DA	1.122	2.159	1.904	0,88

Sumber : Hasil Analisis

Dari perencanaan geometrik bundaran yang telah dilakukan, maka dapat desain bundaran sebagai berikut.

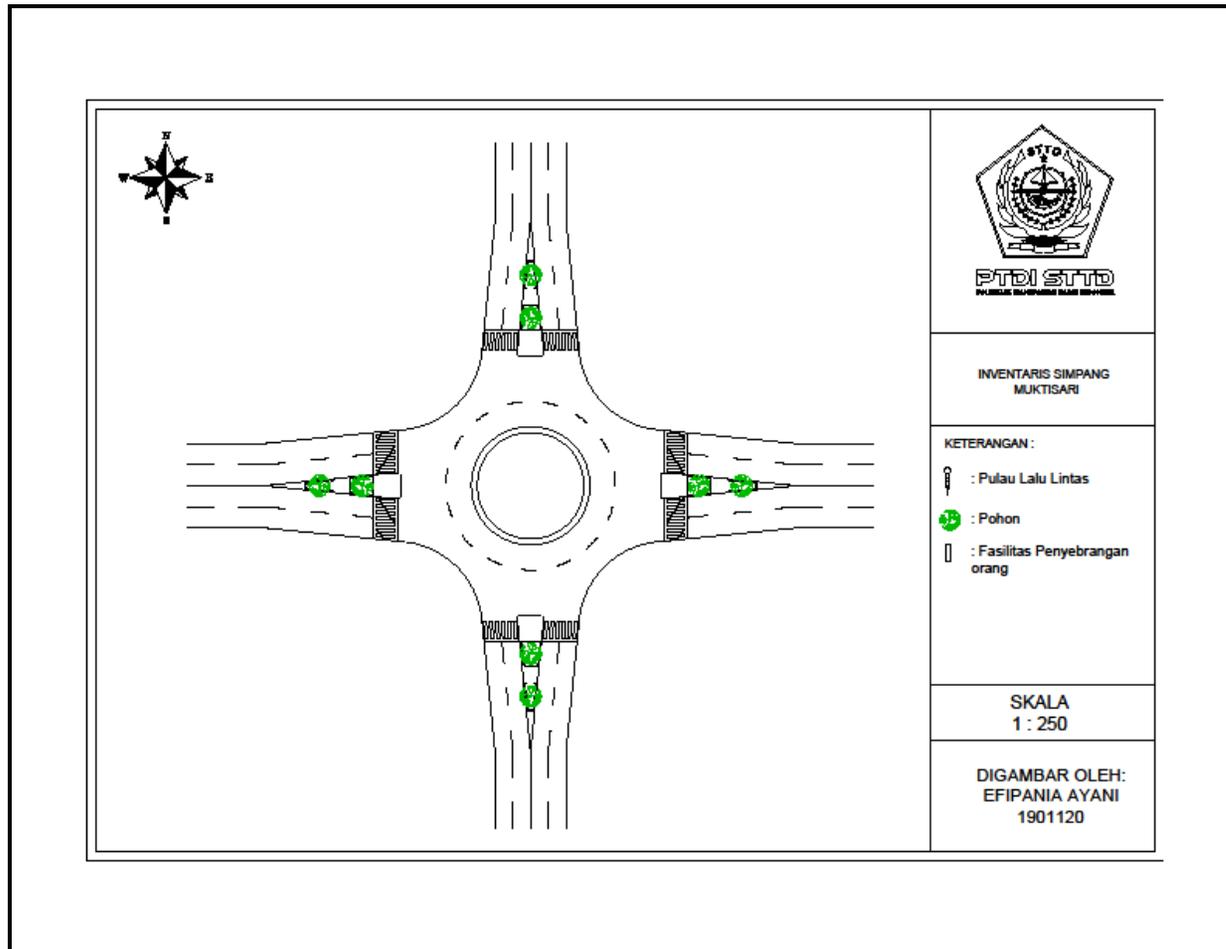
5.2.11.11 Geometrik Bundaran

Dari hasil perencanaan geometrik yang telah disusun berdasarkan pedoman dan kondisi eksisting simpang, maka didapat layout dan panjang tiap jalinan seperti pada gambar dibawah ini



Gambar V. 29 panjang & Lebar Jalinan Bundaran Muktisari

Berikut merupakan layout bundaran pada Simpang Muktisari seperti gambar V. 30 dibawah ini



Gambar V. 30 Geometrik Rencana Bundaran

5.2.12 Kinerja Bundaran

5.2.12.1 Kapasitas Bundaran (Simpang Muktisari)

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Berikut perhitungan kapasitas bundaran.

$$C = 135 \times W_w^{1,3} \times (1+W_E/W_w)^{1,5} \times (1-p_w/3)^{0,5} \times (1+W_w/L_w)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

1. Kapasitas Dasar

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Kapasitas dasar, yaitu Variabel masuk adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_e/W_w), rasio menjalin (P_w) dan raio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w):

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

Maka didapat kapasitas dasar tiap pendekat pada bundaran sebagai berikut

Tabel V. 205 Kapasitas Dasar Tiap Pendekat

Pendekat	Kapasitas Dasar (Co)
A	3479
B	4616
C	3956
D	3382

Sumber : Hasil Analisis

2. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota adlah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel V. 206 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
1	2	3
sangat kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat besar	> 3.0	1.05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten Kebumen memiliki penduduk sebanyak 1.361.913, maka tergolong dalam kelompok penduduk besar dengan faktor penyesuaian 1.00.

3. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang disesuaikan dengan tableh di bawah ini.

Tabel V. 207 faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	> 0.25
1	2	3					
Komersial	Tinggi	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Sedang	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.70
	Rendah	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.71
Pemukiman	Tinggi	0.96	0.91	0.86	0.82	0.77	0.72
	Sedang	0.97	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73
	Rendah	0.98	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75

Sumber : MKJI, 1997

Pada lokasi studi penelitian ini tipe lingkungan jalan berupa komersil, hambatan samping sedang dengan rasio kendaraan bermotor 0,047. Maka faktor penyesuaian hambatan sampingnya adalah 0.89.

4. Perhitungan Kapasitas Bundaran

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_o \times F_{cs} \times F_{RSU}$$

$$C = 3479 \times 1.00 \times 0,89 = 3097 \text{ smp/jam}$$

Maka hasil tiap pendekat bundaran dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 208 kapasitas Tiap Pendekat Bundaran

Pendekat	Kapasitas
A	3097
B	4108
C	3521
D	3010

Sumber : Hasil Analisis

5.2.12.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi. Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai:

$$DS = Q_{smp} / C$$

$$DS = 2344 / 3097 = 0,76$$

Berikut hasil derajat kejenuhan tiap pendekat:

Tabel V. 209 Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat

Pendekat	Derajat Kejenuhan
A	0,76
B	0,39
C	0,41
D	0,72

Sumber : Hasil Analisis

5.2.12.3 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan. Dihitung sebagai berikut:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1 - DS)x2$$

$$DT = 2 + 2,68982 \times 0,76 - (1 - 0,76)x2 = 3,55 \text{ det/smp}$$

Berikut hasil perhitungan tundaan pada tiap jalinan:

Tabel V. 210 Tundaan Lalu Lintas Tiap Jalinan

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (DT) (det/smp)
A	3,55
B	1,83
C	1,93
D	3,36

Sumber : Hasil Analisis

5.2.12.3 Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan.

Berikut rumus perhitungannya:

$$DTR = \sum(Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK} ; i = 1 \dots n$$

$$DTR = (2344 \times 3,55) / 2344 = 3,55$$

Maka didapat, tundaan lalu lintas bundaran adalah

Tabel V. 211 Tundaan Lalu Lintas Total Bundaran

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas Total (DT) (det/smp)	Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR) (det/smp)
A	8321	3,55
B	2930	1,83
C	2808	1,93
D	7264	3,36
Rata-Rata Tundaan Lalu Lintas	5330,78	2,67

Sumber : Hasil Analisis

5.2.12.4 Tundaan Bundaran (DR)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu lintas sebagai berikut:

$$DR = DTR + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$DR = 2,67 + 4 \text{ (det/smp)} = 6,67$$

Maka nilai rata-rata tundaan sebesar 6,67 det/smp.

5.2.12.5 Peluang Antrian Bundaran (OPg%)

Berikut rumus perhitungan peluang antrian bundaran:

$$\text{Batas Bawah} \quad QP\% = 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619} \quad \text{sampai}$$

$$\text{Batas Atas} \quad QP\% = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3$$

Contoh perhitungan:

$$QP\% = 9,41 \times 0,76 + 29,967 \times 0,76^{4,619} = 15,38 \quad \text{sampai}$$

$$QP\% = 26,65 \times 0,76 - 55,55 \times 0,76^2 + 108,57 \times 0,76^3 = 35,44$$

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan :

Pendekat	Peluang Antrian Bundaran
A	15,38 - 35,44 %
B	4,05 - 8,38 %
C	4,38 - 9,16 %
D	13,19 - 30,61 %
Peluang Antrian Bundaran	4,05 - 35,44 %

Sumber : Hasil Analisis

5.2.13.1 Pemilihan Tipe Simpang (simpang Sokka Baru)

Simpang 4 Sokka Baru memiliki arus masing-masing kaki simpang sebesar 401 pada lengan utara, 360 pada lengan selatan, 1020 pada lengan timur dan 1250 pada lengan barat sehingga arus total pada simpang adalah 3031 kend/jam perbandingan arus mayor dan minor 4/1 dengan LT/RT 25/25 yang mana dalam kondisi ini berdasarkan volume arus total di simpang, tipe bundaran yang tepat adalah R14-22 dengan ketentuan pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 212 Definisi tipe Bundaran

Tipe Bundaran	Jari-Jari Bundaran	Jumlah Lajur Masuk Minor	Jumlah Lajur Masuk Mayor	Lebar Lajur Masuk W1 (m)	Panjang Jalinan Lw (m)	Lebar jalinan Ww (m)
R10-11	10	1	1	3,5	23	7
R10-12	10	1	2	7	27	9
R10-22	10	2	2	7	27	9

Tipe Bundaran	Jari-Jari Bundaran	Jumlah Lajur Masuk Minor	Jumlah Lajur Masuk Mayor	Lebar Lajur Masuk W1 (m)	Panjang Jalanan Lw (m)	Lebar jalinan Ww (m)
R14-22	14	2	2	7	31	9
R20-22	20	2	2	7	43	9

Sumber : MKJI, 1997

Tabel V. 213 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1					
Ukuran kora (Juta)	Rasio (Q_{s1}/Q_{s2})	LT/RT	Tipe jalinan					
			R10-11	R10-12	R14-12	R10-22	R14-22	R20-22
1-3 Juta	1/1 1.5/1 2/1 3/1 4/1	10/10	< 2200	2200	-	2700	-	3350-4300
			< 2200	2200	-	2700	-	3250-4100
			< 2150	2150	-	2700	-	3250-4150
			< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
			< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	1/1 1.5/1 2/1 3/1 4/1	25/25	< 2400	2400	-	2850	-	3400-4450
			< 2200	2200	-	2950	-	3350-4300
			< 2150	2150	-	2950	-	3250-4100
			< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-4000
			< 2050	2050	2750	2850	3000	3150-4000
0.5-1Juta	1/1 1.5/1 2/1 3/1 4/1	10/10	< 2150	2150	2550	2700	3150	3350-3950
			< 2050	2050	2550	2700	3150	3350-3950
			< 2050	2050	2550	2700	3100	3250-3950
			< 2000	2000	2550	2700	3000	3150-3800
			< 2000	2000	2600	2700	3000	3150-3800
	1/1 1.5/1 2/1 3/1 4/1	25/25	< 2200	2200	2700	2750	3350	3500-4300
			< 2150	2150	2750	2850	3150	3350-3950
			< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-3950
			< 2000	2000	2600	2750	3000	3150-3800
			< 1900	1900	2600	2700	2950	3100-3650

Sumber : MKJI, 1997

5.2.13.2 Jumlah lajur Lingkar

Arus lalu lintas pada simpang ini adalah 22700 pada jalan mayor dan 7610 pada jalan minor maka arus total 30312 kend/hari sehingga jumlah lajur lingkar adalah 2.

Tabel V. 214 Jumlah Lajur Lingkar

No	Volume Lalu Lintas Harian Rencana Persimpangan (kend per hari)	Jumlah Lajur Lingkar
1	< 20.000	1
2	20.000 - 40.000	2

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang

5.2.13.3 Superelevasi Jalur Lingkar

Superelevasi jalur lingkar bundaran sebesar 2%. Superelevasi apron truk sebesar 3% - 4%.

5.2.13.4 Lajur Masuk dan lajur Keluar (*Entry And Exit*)

Lebar lajur masuk untuk bundaran dengan lajur tunggal maupun lajur ganda berkisar antara 4.30 m – 4.90 m. Berdasarkan ketentuan bundaran R10-22, maka lebar lajur masuknya adalah 7 m, dan jalan minor lebar lajunya adalah 7 m.

5.2.13.5 Kecepatan rencana

Untuk menentukan radius masuk dan radius keluar kecepatan rencana pada persimpangan pada penelitian ini digunakan pengambilan data secara langsung dengan melaksanakan survey MCO (*Moving Car Observer*) pada masing-masing pendekatan, sehingga didapatkan data sebagai berikut.

Tabel V. 215 Kecepatan Rencana Tiap Pendekat

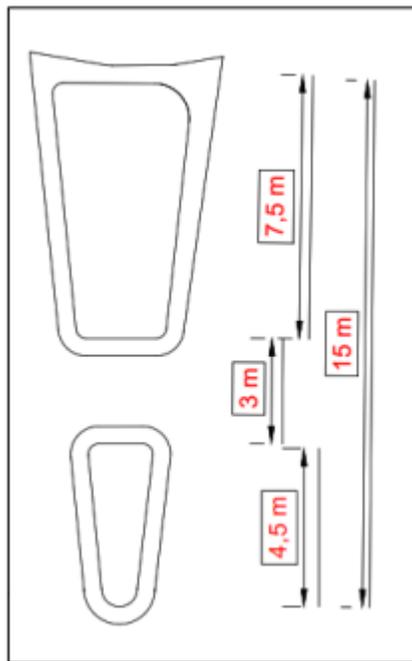
Kaki Simpang		Kecepatan Rata-Rata (km/jam)
Utara	Jl. Sokka Petanahan 1	30,24
Selatan	Jl. Sokka Petanahan 2	32,60
Timur	Jl. Nasional III 9	42,48
Barat	Jl. Nasional III 10	42,32

Sumber : Tim PKL Kabupaten Kebumen, 2022

Maka ditentukan kecepatan rencana pada Simpang Sokka Baru adalah 40 km/jam.

5.2.13.6 Pulau Pemisah (*Splitter Island*)

Pulau pemisah harus tersedia disetiap lengan bundaran. Pulau pemisah digunakan untuk membimbing kendaraan memasuki jalur lingkar, selain itu pulau pemisah berfungsi sebagai tempat pemberhentian (*refuge*) bagi penyeberang jalan dan membantu mengendalikan kecepatan. Total panjang minimum dari pulau pemisah lebih kurang 15 m. Dimensi dari pulau pemisah pada Simpang Muktisari ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 31 Desain Rencana Pulau Pemisah

5.2.11.7 Radius Masuk dan Radius Keluar

Radius masuk dan radius keluar bundaran ditentukan berdasarkan ketentuan yang berlaku, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V. 216 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk dan Keluar

No	Kecepatan Rencana Pendekat (km/h)	Radius Minimum masuk dan keluar (m)
1	20	9
2	25	15
3	30	24

No	Kecepatan Rencana Pendekat (km/h)	Radius Minimum masuk dan keluar (m)
4	35	36
5	40	51
6	45	70
7	50	94

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang

Maka dengan kecepatan rencana 40 km/jam, radius masuk dan keluar simpang adalah 51 m yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

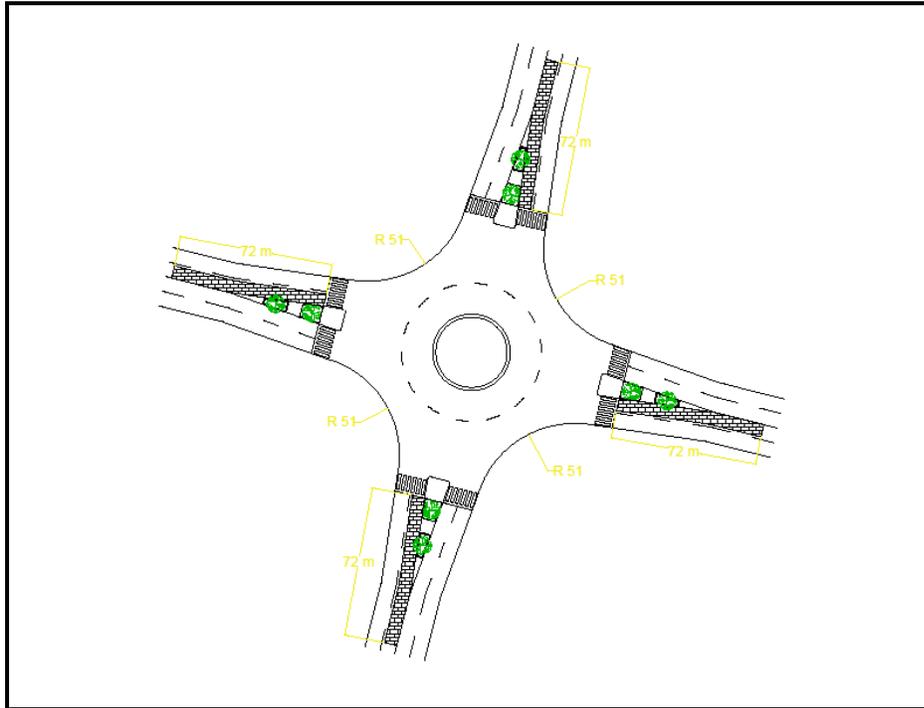
5.2.13.8 Jarak Pandang Lengan Bundaran

Jarak pandang bundaran ditentukan dengan mengasumsikan mata pengendara setinggi 1.080 mm dengan tinggi obyek (kendaraan lain) adalah 600 mm. Kecepatan konflik berdasarkan data dari survey MCO (*moving car observer*) adalah 40 km/jam, maka jarak pandangnya adalah 72 m dari tiap lengan simpang.

Tabel V. 217 Jarak Pandang ke Lengan Bundaran

Kecepatan Konflik (V konflik) (km/jam)	Jarak Pandang lengan bundaran (b) (m)
20	36
25	45
30	54
35	63
40	72

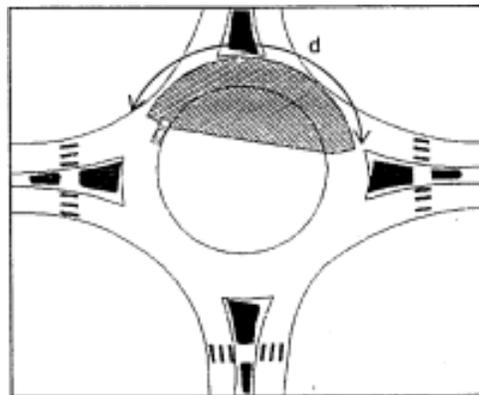
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang



Gambar V. 32 Radius & Jarak Pandang Bundaran

5.2.13.9 Jarak Pandang henti Lajur Lingkar

Jarak aman yang dibuthkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek di jalur lingkar sisebut juga jarak pandang henti jalur lingkar.



Gambar V. 33 Jarak Pandang henti Lajur Lingkar

5.2.13.10 Perhitungan Rasio Jalinan

Untuk menghitung Arus masuk bundaran (Q_{masuk}) pada masing-masing bagian jalinana bundaran yaitu dengan cara menjumlahkan arus per tempat masuk. Arus menjalin total untuk masing-masing dari 4 bagian jalinan AB, BC, CD, DA dihitung dengan menjumlahkan arus yang melalui jalinan tersebut. Kemudian hitung rasio menjalin (P_w) dengan cara $P_w = Q_w / Q_{tot}$. Hitung rasio kendaraan tak bermotor bagian jalinan secara menyeluruh yaitu arus kendaraan tak bermotor total dengan arus total dalam kend/jam. Berikut merupakan hasil perhitungan arus menjalin.

Tabel V. 218 Perhitungan Arus Menjalin

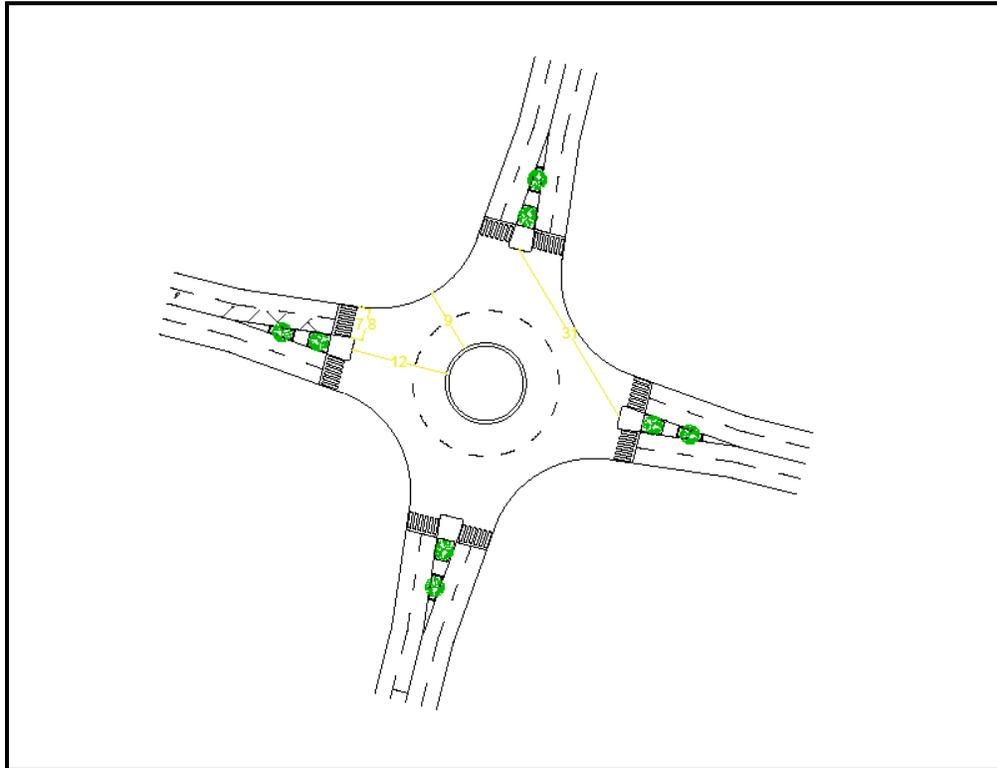
Bagian Jalinan	Arus masuk Bundaran Q_{masuk}	Arus masuk Bagian Jalinan Q_{tot}	Arus Menjalin Q_w	Rasio Menjalin P_w
AB	401	1.559	1.308	0,84
BC	359	811	705	0,87
CD	1.019	1.400	1.174	0,84
DA	1.250	2.233	1.967	0,88

Sumber : Hasil Analisis

Dari perencanaan geometrik bundaran yang telah dilakukan, maka dapat desain bundaran sebagai berikut.

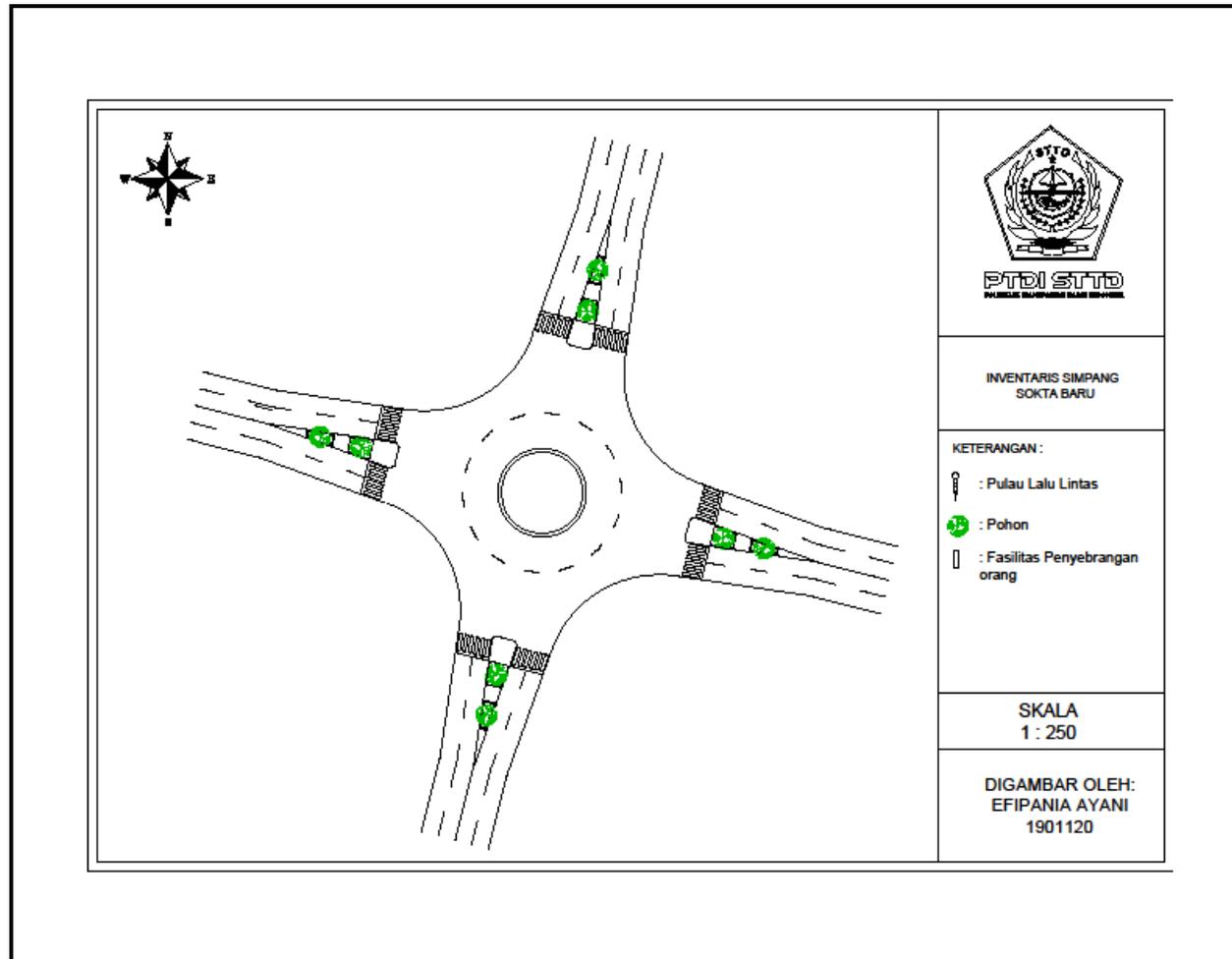
5.2.13.11 Geometrik Bundaran

Dari hasil perencanaan geometrik yang telah disusun berdasarkan pedoman dan kondisi eksisting simpang, maka didapat layout dan panjang tiap jalinan seperti pada gambar dibawah ini



Gambar V. 34 panjang & Lebar Jalanan Bundaran

Berikut merupakan layout bundaran pada Simpang Sokka Baru seperti gambar V. 35 dibawah ini



Gambar V. 35 Geometrik Rencana Bundaran

5.2.14 Kinerja Bundaran

5.2.14.1 Kapasitas Bundaran

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Berikut perhitungan kapasitas bundaran.

$$C = 135 \times W_w^{1,3} \times (1+W_E/W_w)^{1,5} \times (1-p_w/3)^{0,5} \times (1+W_w/L_w)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

1. Kapasitas Dasar

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Kapasitas dasar, yaitu Variabel masuk adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_e/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w):

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

Maka didapat kapasitas dasar tiap pendekat pada bundaran sebagai berikut

Tabel V. 219 Kapasitas Dasar Tiap Pendekat

Pendekat	Kapasitas Dasar (Co)
A	3834
B	3539
C	3744
D	3529

Sumber : Hasil Analisis

2. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel V. 220 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
1	2	3

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
sangat kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat besar	> 3.0	1.05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten Kebumen memiliki penduduk sebanyak 1.361.913, maka tergolong dalam kelompok penduduk besar dengan faktor penyesuaian 1.00.

3. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang disesuaikan dengan tableh di bawah ini.

Tabel V. 221 faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	> 0.25
1	2	3					
Komersial	Tinggi	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Sedang	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.70
	Rendah	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.71
Pemukiman	Tinggi	0.96	0.91	0.86	0.82	0.77	0.72
	Sedang	0.97	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73

	Rendah	0.98	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75

Sumber : MKJI, 1997

Pada lokasi studi penelitian ini tipe lingkungan jalan berupa komersil, hambatan samping sedang dengan rasio kendaraan bermotor 0,056. Maka faktor penyesuaian hambatan sampingnya adalah 0.89.

4. Perhitungan Kapasitas Bundaran

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_o \times F_{cs} \times F_{RSU}$$

$$C = 3834 \times 1.00 \times 0,89 = 3413 \text{ smp/jam}$$

Maka hasil tiap pendekat bundaran dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 222 kapasitas Tiap Pendekat Bundaran

Pendekat	Kapasitas
A	3413
B	3149
C	3332
D	3141

Sumber : Hasil Analisis

5.2.14.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi. Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai:

$$DS = Q_{smp} / C$$

$$DS = 1559 / 3413 = 0,46$$

Berikut hasil derajat kejenuhan tiap pendekat:

Tabel V. 223 Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat

Pendekat	Derajat Kejenuhan
A	0,46
B	0,26
C	0,42

Pendekat	Derajat Kejenuhan
D	0,71

Sumber : Hasil Analisis

5.2.14.3 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan. Dihitung sebagai berikut:

$$DT = 2 + 2,68982 * DS - (1 - DS)x2$$

$$DT = 2 + 2,68982 * 0,46 - (1 - 0,46)x2 = 2,14 \text{ det/smp}$$

Berikur hasil perhitungan tundaan pada tiap jalinan:

Tabel V. 224 Tundaan Lalu Lintas Tiap Jalinan

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (DT) (det/smp)
A	2,14
B	1,21
C	1,97
D	3,33

Sumber : Hasil Analisis

5.2.14.3 Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan.

Berikut rumus perhitungannya:

$$DTR = \sum(Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK} ; I = 1 \dots n$$

$$DTR = (1559 \times 2,14) / 1559 = 2,14$$

Maka didapat, tundaan lalu lintas bundaran adalah

Tabel V. 225 Tundaan Lalu Lintas Total Bundaran

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas Total (DT) (det/smp)	Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR) (det/smp)
A	3340	2,14
B	979	1,21
C	2759	1,97
D	7445	3,33
Rata-Rata Tundaan Lalu Lintas	3630,95	2,16

Sumber : Hasil Analisis

5.2.14.4 Tundaan Bundaran (DR)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu lintas sebagai berikut:

$$DR = DTR + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$DR = 2,16 + 4 \text{ (det/smp)} = 6,16$$

Maka nilai rata-rata tundaan sebesar 6,16 det/smp.

5.2.14.5 Peluang Antrian Bundaran (OPg%)

Berikut rumus perhitungan peluang antrian bundaran:

$$\text{Batas Bawah} \quad QP\% = 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619} \quad \text{sampai}$$

$$\text{Batas Atas} \quad QP\% = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3$$

Contoh perhitungan:

$$QP\% = 9,41 \times 0,46 + 29,967 \times 0,46^{4,619} = 5,10 \quad \text{sampai}$$

$$QP\% = 26,65 \times 0,46 - 55,55 \times 0,46^2 + 108,57 \times 0,46^3 = 10,93$$

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan :

Pendekat	Peluang Antrian Bundaran
A	5,10 – 10,93 %
B	2,48 – 5,03 %
C	4,50 – 9,44 %
D	12,89 – 29,88 %
Peluang Antrian Bundaran	2,48 – 29,88 %

Sumber : Hasil Analisis

5.3 Perbandingan Kinerja Simpang

Setelah dilakukan beberapa usulan penanganan pemecahan masalah dalam meningkatkan kinerja Simpang Muktisari dan Simpang Sokka Baru, selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap masing-masing perhitungan kinerja simpang dengan tujuan mendapatkan kinerja paling baik untuk dijadikan sebagai rekomendasi usulan terbaik dalam penanganan permasalahan yang terjadi pada Simpang Muktisari dan Simpang Sokka Baru.

Berikut merupakan perbandingan kinerja simpang pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan.

Tabel V. 226 Perbandingan Kinerja Simpang Eksisting dengan Usulan

Nama Simpang	Pendekat	Kondisi							
		Eksisting	Usulan I			Usulan II			Usulan III
			2 Fase	3 Fase	4 Fase	2 Fase	3 Fase	4 Fase	Bundaran
Simpang Muktisari	Derajat Kejenuhan (DS)	0,57	0,48	0,74	0,87	0,49	0,66	0,80	0,57
	Antrian	58,67	18,54	41,98	75,37	17,32	29,60	48,59	4,05 – 35,44 %
	Tundaan Rata-Rata (det/smp)	66,01	13,30	34,19	65,86	14,65	25,15	41,47	2,67
	Tingkat Pelayanan	F	B	D	F	B	C	E	A
Simpang Sokka Baru	Derajat Kejenuhan (DS)	0,62	0,58	0,81	0,89	0,52	0,72	0,84	0,46
	Antrian	62,61	22,07	47,03	92,92	18,13	33,06	57,44	2,48 – 29,88 %
	Tundaan Rata-Rata (det/smp)	62,37	16,31	34,20	67,28	14,95	27,52	47,61	2,16
	Tingkat Pelayanan	F	C	D	F	B	D	E	A

Sumber : Hasil Analisis

5.4 Penentuan Rekomendasi

5.4.1 Usulan Untuk Jangka Pendek (>1 Tahun)

Dilihat pada tabel perbandingan usulan diatas, bahwa usulan satu berupa pengaturan ulang fase pada masing-masing simpang dengan percobaan 2 fase, 3 fase dan 4 fase. Hasil dari ke-3 percobaan ini membuahkan hasil yang cukup signifikan lebih dominan pada percobaan pada 2 fase terutama pada tundaan dan antrian sehingga dapat digunakan untuk jangka pendek. Simpang Muktisari memiliki tundaan dari 66,01 det/smp menjadi 13,30 det/smp serta antrian dari 58,67 m menjadi 18,54 m. Kemudian untuk Sokka Baru memiliki tundaan dari 62,37 det/smp menjadi 16,31 det/smp serta antriannya dari 62,61 m menjadi 22,07 m.

5.4.2 Usulan untuk jangka Menengah (1-5 Tahun)

Untuk jangka menengah dapat digunakan usulan 2 berupa perubahan geometrik jalan serta percobaan 2 fase, 3 fase dan 4 fase. Setelah dilakukan percobaan, untuk derajat kejenuhan sendiri tidak mengalami banyak perubahan namun terdapat perubahan yang cukup signifikan pada tundaan dan antrian. Dari hasil ke-3 percobaan diatas pada kedua simpang hasil yang didapatkan lebih dominan pada penerapan 2 fase dengan perubahan geometrik, dan hasil tersebut juga masih memungkinkan digunakan untuk 1-5 tahun kedepannya. Pada Simpang Muktisari memiliki tundaan 66,01 det/smp menjadi 14,65 det/smpserta antrian 58,67 m menjadi 17,32 m. Kemudian pada Simpang Sokka baru memiliki tundaan 62,37 det/smp menjadi 14,95 det/smp serta antrian 62,61 m menjadi 18,13 m.

5.4.3 Usulan untuk Jangka Panjang (< 10 Tahun)

Untuk pengguna jangka panjang dapat digunakan usulan 3 dengan memiliki kinerja terbaik untuk menyelesaikan masalah di simpang ini terutama untuk penerapan 10 tahun kedepan, karena pada usulan ini tundaan menurun drastis yaitu dengan merubah tipe pengendali simpang menjadi bundaran.

Simpang Muktisari dari 66,01 det/smp menjadi 2,67 det/smp. Kemudian untuk Simpang Sokka Baru dari 62,37 det/smp menjadi 2,16 det/smp.

Berdasarkan PM 95 tahun 2015 tingkat pelayanan simpang dilihat dari tundaannya, maka rekomendasi terbaik yang digunakan terdapat pada usulan ketiga yaitu dengan melakukan perubahan tipe pengendali simpang berupa bundaran.