

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA MASUKAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer yang diperoleh langsung dari lapangan. Pengambilan data lalu lintas yang diperoleh adalah data mengenai arus lalu lintas dan geometri jalan dengan sistem buka tutup pada Proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean / Batas Kabupaten Kendal. Kedua jenis data tersebut didapatkan dengan cara melakukan survei secara langsung di lapangan dengan metode menghitung secara langsung.

5.1.1 Jam Puncak Arus Lalu Lintas

Waktu pengambilan data arus lalu lintas dilakukan pada hari Minggu 23 Juli 2017 dan Senin 24 Juli 2017. Data volume arus lalu lintas diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1. Data ini digunakan untuk mencari jam puncak arus lalu lintas yang dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat kerja, berwisata, berbelanja, bersekolah dan lain-lain. Pengambilan data arus lalu lintas diambil pada jam puncak pagi, siang dan sore. Rekapitulasi data dalam penentuan jam puncak arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan

NO	Waktu Pengamatan	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)	
		Minggu	Senin
1	Pagi	1817,8	465,1
2	Siang	681	1768,8
3	Sore	1090,6	924,7

Dari Tabel 5.1 di atas, maka diketahui jam puncak arus lalu lintas kendaraan pada jalan yang dilakukan sistem buka tutup yaitu sebagai berikut.

Hari : Minggu

Tanggal : 23 Juli 2017

Jam : 09.00 – 10.00 WIB

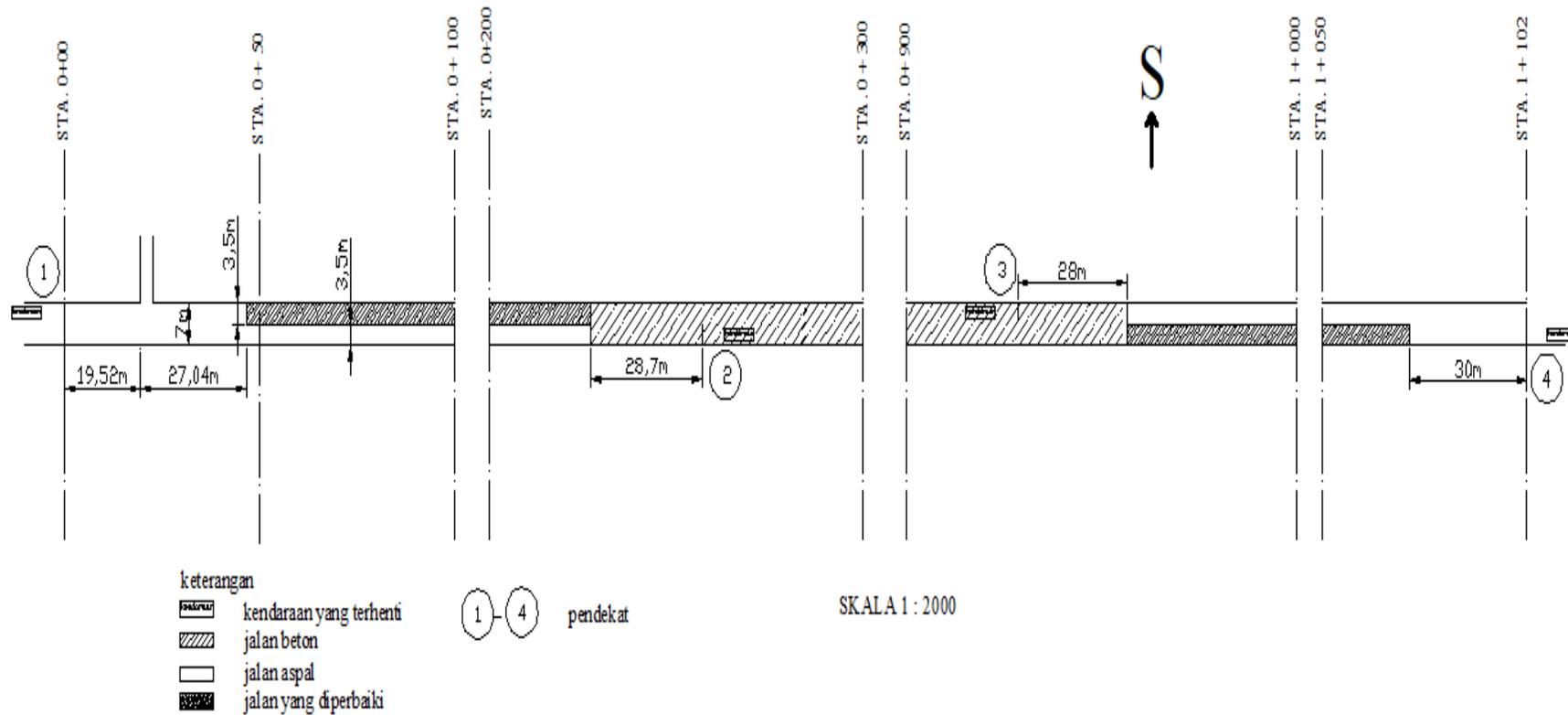
Dari data jam puncak di atas, data arus lalu lintas yang melalui sistem buka tutup pada hari Minggu dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Data Arus Lalu Lintas Jam Puncak

Lengan	Arah	Tipe kendaraan		
		MC (smp/jam)	LV (smp/jam)	HV (smp/jam)
Timur	Lurus	157,8	1255	49,4
Barat	Lurus	74,6	242	39

5.1.2 Sistem Kerja Buka Tutup Di Lapangan

Perbaikan jalan pada Proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean/ Batas Kabupaten Kendal pada kondisi eksisting di lapangan menghasilkan antrian panjang dan tundaan kendaraan. Hal tersebut disebabkan oleh berkurangnya kapasitas jalan akibat dari penyempitan zona yang diperbaiki. Pergerakan volume lalu lintas pada jalan Parakan yaitu dua arah, arah Timur ke Barat dan Barat ke Timur. Dari keadaan tersebut, tidak memungkinkan volume lalu lintas dari kedua arah untuk melintasi badan jalan yang mengalami penyempitan secara bersamaan. Dengan kondisi yang demikian, maka dilakukan sistem buka tutup jalan di lapangan pada zona-zona yang diperbaiki. Gambaran kondisi geometri jalan di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Kondisi Geometri Jalan Pada Lokasi Penelitian

Dari Gambar 5.1 diatas, diketahui bahwa jalan Parakan memiliki lebar 7 meter. Lebar jalan yang diperbaiki yaitu 3,5 meter dan lebar jalan yang dapat dilalui oleh kendaraan dari dua arah hanya 3,5 meter. Perbaikan jalan dengan mengganti perkerasan lentur menjadi *rigid* juga menyebabkan perbedaan elevasi pada badan jalan yang asli dengan jalan yang diperbaiki. Total panjang jalan yang ditinjau pada penelitian ini yaitu 1.102 meter.

Pada Gambar 5.1 diatas, terdapat penomoran 1, 2, 3 dan 4. Penomoran tersebut dimaksudkan sebagai kode pendekat dari setiap hentian yang dilakukan sistem buka tutup jalan oleh petugas dilapangan. Panjang jalan yang diperbaiki antara pendekat 1 (satu) dan 2 (dua) yaitu 183,5 meter. Panjang jalan yang diperbaiki antara pendekat 3 (tiga) dan 4 (empat) adalah 116 meter. Jarak dari pendekat 2 (dua) hingga pendekat 3 (tiga) sepanjang 669,8 meter.

Pada tiap-tiap pendekat memiliki jarak yang berbeda-beda antara garis henti dengan zona yang diperbaiki. Jarak garis henti dengan zona yang diperbaiki pada pendekat 1 (satu) yaitu 46,56 meter, jarak pada pendekat 2 (dua) yaitu 28,7 meter, sedangkan jarak pada pendekat 3 (tiga) 28 meter dan pada pendekat 4 (empat) jaraknya adalah 30 meter. Jarak antara pendekat ke zona perbaikan tersebut dimaksudkan untuk memberikan ruang pada lalu lintas dari arah yang berlawanan untuk keluar dari zona yang diperbaiki dan berpindah lajur.

Sistem kerja buka tutup jalan di lapangan dilakukan secara manual oleh petugas. Pembukaan dan penutupan palang pada hentian hanya berdasar perkiraan petugas lapangan. Sistem buka tutup jalan kondisi eksisting tidak memikirkan berapa panjang waktu dibuka dan ditutupnya palang.

5.1.3 Data Waktu Buka Tutup Jalan dan Panjang Antrian di Lapangan

1. Data waktu buka tutup

Data waktu siklus buka tutup yang dilakukan oleh petugas ini diperoleh langsung dari hasil pengamatan di lapangan. Adapun hasil waktu siklus buka tutup jalan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Data Waktu Buka Tutup Jalan Kondisi Eksisting

Siklus Ke	Kode Pendekat							
	1		2		3		4	
	Hijau (detik)	Merah (detik)	Hijau (detik)	Merah (detik)	Hijau (detik)	Merah (detik)	Hijau (detik)	Merah (detik)
1	285	245	245	285	135	163	163	135
2	377	325	325	377	92	151	151	92
3	437	247	247	437	136	162	162	136
4	281	244	244	281	131	262	262	131
5	475	296	296	475	139	355	355	139
6	419	248	248	419	197	241	241	197
7	0	373	373		218	221	221	218
8					197	193	193	197
9					172	285	285	172
10					277	185	185	277
11					190			190
12					310			310

Dari Tabel 5.3 di atas, waktu hijau terpanjang berada pada pendekat 1 (satu) yaitu sebesar 475 detik dan yang terpendek adalah 92 detik yaitu pada pendekat 3 (tiga). Sedangkan waktu merah terlama adalah 475 detik yang dimiliki pendekat 2 (dua), dan waktu merah terpendek adalah 92 detik pada pendekat 4 (empat).

2. Data panjang antrian

Data panjang antrian pada kondisi eksisting didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Adapun data panjang antrian tiap siklus buka tutup pada jam puncak dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Panjang Antrian pada Sistem Buka Tutup

Kode Pendekat	Siklus Ke	Lebar Pendekat (meter)	Panjang Antrian (meter)
1	1	3,5	82,6
	2		93,3
	3		99,1
	4		107,5
	5		98,7
	6		183,5
	7		225,6
2	1	3,5	121
	2		223,5
	3		240,5
	4		260
	5		370
	6		440
3	1	3,5	55
	2		39
	3		51
	4		105
	5		154
	6		165
	7		177
	8		183
	9		142
	10		225,6
4	1	3,5	21,5
	2		34,9
	3		59,4
	4		62,5
	5		80,4
	6		114,8
	7		117,5
	8		112,3
	9		138,7
	10		165,2

Lanjutan Tabel 5.4 Panjang Antrian pada Sistem Buka Tutup

Kode Pendekat	Siklus Ke	Lebar Pendekat (meter)	Panjang Antrian (meter)
4	11	3,5	88,3
	12		98,7

Dari Tabel 5.4 di atas dapat diketahui bahwa panjang antrian pada masing-masing pendekat berbeda-beda disetiap siklusnya. Antrian kendaraan terpanjang pada kondisi eksisting adalah 440 meter pada pendekat 2 (dua) pada siklus ke 6. Sedangkan panjang antrian terpendek ada di pendekat 4 (empat) sepanjang 21,5 meter pada siklus ke 1.

5.2 ANALISIS KINERJA SISTEM BUKA TUTUP KONDISI EKSISTING

Kinerja eksisting sistem buka tutup pada Proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean / Batas Kabupaten Kendal dianalisis dengan metode MKJI 1997. Analisis dilakukan dengan mengisi 5 buah formulir yang berisi tabel-tabel berdasarkan format dari MKJI 1997, sebagai berikut.

1. Formulir SIG – I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
2. Formulir SIG – II : arus lalu lintas
3. Formulir SIG – III : waktu antar hijau dan waktu hilang
4. Formulir SIG – IV : penentuan waktu signal dan kapasitas
5. Formulir SIG – V : panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan

5.2.1 Penggunaan Formulir SIG – I

Formulir SIG – I : Geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan

Kota : Temanggung

Ukuran kota : 768.339 jiwa (data diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil)

Gambar detail geometri jalan yang dilakukan sistem buka tutup pada kondisi eksisting bisa dilihat pada Gambar 5.1.

Data geometri dan kondisi lingkungan di kawasan sistem buka tutup bisa dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Data Geometri dan Kondisi Lingkungan di Kawasan Sistem Buka Tutup

Parameter Geometri Dan Kondisi Lingkungan		Kode Pendekat			
		1	2	3	4
Tipe lingkungan jalan		COM	COM	RES	RES
Hambatan samping Tinggi/Rendah		Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Median Ya/Tidak		Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Kelandaian +/- %		0	0	0	0
Belok-kiri langsung Ya/Tidak		Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Jarak ke kendaraan parkir (m)		0	0	0	0
Lebar pendekat (m)	Masuk W_{MASUK}	3,5	3,5	3,5	3,5
	Belok kiri langsung W_{LATOR}	0	0	0	0
	Keluar W_{KELUAR}	7	7	7	7

5.2.2 Penggunaan Formulir SIG – II

Formulir SIG – II berisi tentang data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan). Pada penelitian ini sistem buka tutup hanya dilakukan pada lengan jalan dan arus lalu lintas hanya bergerak lurus. Sehingga nilai pendekat rasio kendaraan belok kiri P_{LT} dan rasio belok kanan P_{RT} adalah nol.

5.2.3 Penggunaan Formulir SIG – IV

Formulir SIG - IV berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan kapasitas pada pendekat 1. Pada kondisi eksisting ini waktu sinyal ditentukan dari hasil pengamatan di lapangan.

1. Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S) dengan rumus 3.1.
 - a. Arus jenuh dasar (S_0), untuk:
 - pendekat tipe : terlindung (P)
 - lebar efektif (W_e) : 3,5 meter
 Diperoleh nilai S_0 dengan menggunakan Rumus 3.3.

$$S_0 = 780 \times 3,5$$

$$= 2730 \text{ smp/jam}$$
 - b. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari Tabel 3.2. Jumlah penduduk Kota Temanggung = 768.339 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{CS} = 0,94$.
 - c. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari Tabel 3.3. Pada penelitian ini terdapat dua kondisi sebagai berikut.
 - 1) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) pada hentian dengan kode pendekat 1 dan 2.
 - Lingkungan jalan : komersial
 - Kelas hambatan samping : rendah
 - Tipe fase : terlindung
 - Rasio kendaraan tidak bermotor: nol
 Maka didapatkan nilai F_{SF} pada pendekat 1 dan 2 = 0,95
 - 2) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) pada hentian dengan kode pendekat 3 dan 4.
 - Lingkungan jalan : permukiman
 - Kelas hambatan samping : rendah
 - Tipe fase : terlindung
 - Rasio kendaraan tidak bermotor: nol
 Maka didapatkan nilai F_{SF} pada pendekat 3 dan 4 = 0,98
 - d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1.
 - e. Faktor penyesuaian parkir (F_P)
 - jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_P sebesar 1.

f. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$.

g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1,0$.

h. Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.1, maka didapat

$$S_{12} = 2730 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$= 2437,890 \text{ smp/jam}$$

$$S_{34} = 2730 \times 0,94 \times 0,98 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$= 2514,876 \text{ smp/jam}$$

2. Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 1462,2 smp/jam.

3. Perhitungan kapasitas (C) diperoleh dengan rumus 3.11 berikut.

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

Dengan:

g = waktu hijau yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Data waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.3.

c = waktu siklus yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Data waktu siklus yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

a. Siklus ke-1, dengan $g = 285$ detik dan $c = 530$ detik.

$$C = 2437,890 \times (285/530)$$

$$= 1310,94 \text{ smp / jam}$$

b. Siklus ke-2, dengan $g = 377$ detik dan $c = 702$ detik.

$$C = 2437,890 \times (377/702)$$

$$= 1309,24 \text{ smp/jam}$$

c. Siklus ke-3, dengan $g = 437$ detik dan $c = 684$ detik.

$$C = 2437,89 \times (437/684)$$

$$= 1557,54 \text{ smp/jam}$$

d. Siklus ke-4, dengan $g = 281$ detik dan $c = 525$ detik.

$$C = 2437,89 \times (281/525)$$

$$= 1304,85 \text{ smp/jam}$$

e. Siklus ke-5, dengan $g = 475$ detik dan $c = 771$ detik.

$$C = 2437,89 \times (475/771)$$

$$= 1501,94 \text{ smp/jam}$$

f. Siklus ke-6, dengan $g = 419$ detik dan $c = 667$ detik.

$$C = 2437,89 \times (419/667)$$

$$= 1531,45 \text{ smp/jam}$$

Adapun hasil perhitungan kapasitas (C) pada setiap siklus buka tutup dapat dilihat pada Tabel 5.6.

4. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting ini dihitung pada setiap siklus buka tutup yang dilakukan di lapangan. Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan menggunakan rumus 3.12 berikut.

$$DS = Q / C$$

Dengan:

Q = Arus lalu lintas pada masing-masing pendekatan

C = Kapasitas tiap siklus buka tutup jalan pada masing-masing pendekatan

a. Siklus ke-1 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1310,94$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1310,94$$

$$= 1,12$$

b. Siklus ke-2 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1309,24$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1309,24$$

$$= 1,12$$

c. Siklus ke-3 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1557,54$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1557,54$$

$$= 0,94$$

d. Siklus ke-4 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1304,85$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1304,85$$

$$= 1,12$$

e. Siklus ke-5 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1501,94$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1501,94$$

$$= 0,97$$

f. Siklus ke-6 dengan $Q = 1462,2$ smp/jam dan $C = 1531,45$ smp/jam.

$$DS = 1462,2 / 1531,45$$

$$= 0,95$$

Adapun hasil perhitungan nilai derajat kejenuhan (DS) setiap siklus buka tutup pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Rekapitulasi hasil perhitungan arus jenuh, kapasitas dan derajat kejenuhan pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Arus Jenuh, Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Siklus ke	S	g	c	$C = S \times c$ (g/c)	DS
		smp/jam	detik	detik	smp/jam	
1	1	2437,89	285	530	1310,94	1,12
	2	2437,89	377	702	1309,24	1,12
	3	2437,89	437	684	1557,54	0,94
	4	2437,89	281	525	1304,85	1,12
	5	2437,89	475	771	1501,94	0,97
	6	2437,89	419	667	1531,45	0,95
2	1	2437,89	245	530	1126,95	0,32
	2	2437,89	325	702	1128,65	0,32
	3	2437,89	247	684	880,35	0,40
	4	2437,89	244	525	1133,04	0,31
	5	2437,89	296	771	935,95	0,38
	6	2437,89	248	667	906,44	0,39
	7	2437,89	373	373	2437,89	0,15
3	1	2514,88	135	298	1139,29	1,28
	2	2514,88	92	243	952,13	1,54
	3	2514,88	136	298	1147,73	1,27
	4	2514,88	131	393	838,29	1,74
	5	2514,88	139	494	707,63	2,07
	6	2514,88	197	438	1131,12	1,29
	7	2514,88	218	439	1248,85	1,17

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Arus Jenuh, Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Siklus ke	S	g	c	C = S x (g/c)	DS
		smp/jam	detik	detik	smp/jam	
3	8	2514,88	197	390	1270,33	1,15
	9	2514,88	172	457	946,52	1,54
	10	2514,88	277	462	1507,84	0,97
	11	2514,88	190	190	2514,88	0,58
	12	2514,88	310	310	2514,88	0,58
4	1	2514,88	163	298	1375,59	0,26
	2	2514,88	151	243	1562,74	0,23
	3	2514,88	162	298	1367,15	0,26
	4	2514,88	262	393	1676,58	0,21
	5	2514,88	355	494	1807,25	0,20
	6	2514,88	241	438	1383,76	0,26
	7	2514,88	221	439	1266,03	0,28
	8	2514,88	193	390	1244,54	0,29
	9	2514,88	285	457	1568,36	0,23
	10	2514,88	185	462	1007,04	0,35

Keterangan:

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

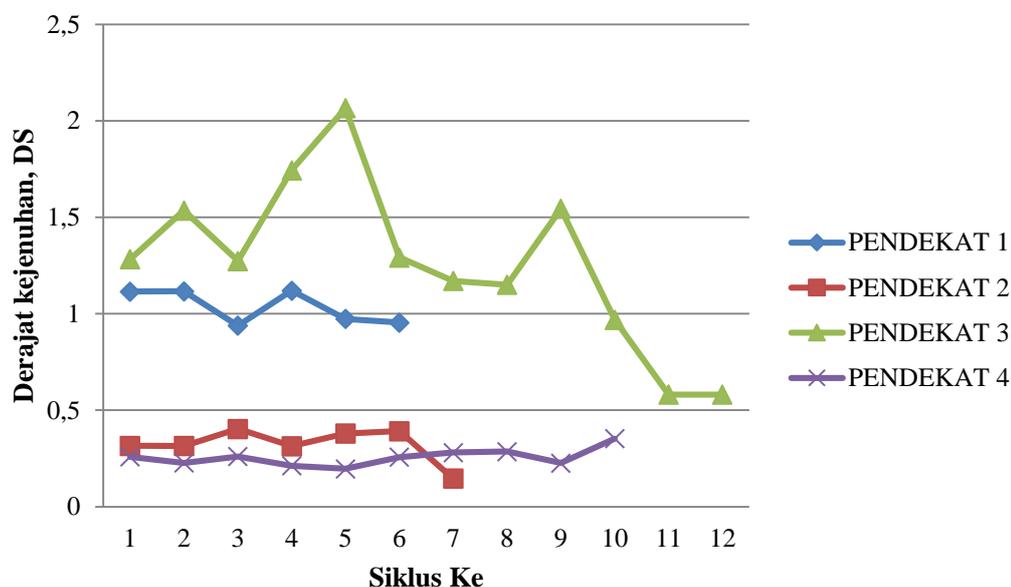
C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

Dari Tabel 5.6 di atas diperoleh nilai arus jenuh, kapasitas dan derajat kejenuhan pada kondisi eksisting pada masing-masing pendekat. Arus jenuh pada pendekat 1 (satu) dan pendekat 2 (dua) adalah 2.437,89 smp/jam, sedangkan arus jenuh pada pendekat 3 (tiga) dan pendekat 4 (empat) 2.514,88 smp/jam. Hasil arus jenuh tersebut berbeda karena faktor koreksi pada masing-masing pendekat. Pada masing-masing pendekat besarnya kapasitas yang diperoleh berbeda-beda pada tiap siklusnya, hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting waktu hijau dan waktu

siklus yang digunakan berbeda-beda pada tiap siklusnya. Kapasitas terbesar pada kondisi eksisting yaitu sebesar 2.514,88 smp/jam pada pendekat 3 (tiga) siklus ke 11 dan 12. Kapasitas lengan terendah adalah 707,63 smp/jam yang dimiliki pendekat 3 (tiga) pada siklus ke 5.

Dari tabel di atas, untuk memperlihatkan perbedaan hasil derajat kejenuhan yang diperoleh dari kondisi eksisting tiap siklus pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Grafik Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa pada pendekat 1 (satu) dan pendekat 3 (tiga) derajat kejenuhan yang diperoleh mendekati 1 atau lebih dari 1. Sedangkan pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat) derajat kejenuhan yang diperoleh kurang dari 0,85. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi kapasitas pendekat 2 dan pendekat 4 mampu menampung arus lalu lintas yang ada. Derajat jenuh pada kondisi eksisting yang tertinggi adalah 2,07 pada pendekat 3 (tiga) dan yang terendah adalah 0,15 pada pendekat 2 (dua).

5.2.4 Penggunaan Formulir SIG – V

Formulir SIG-V digunakan dalam penentuan perilaku lalu lintas berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Berikut adalah salah satu

contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan terhadap pendekat 1.

1. Perhitungan panjang antrian

a. Jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari phase hijau terdahulu.

Dari rumus 3.14 didapat nilai NQ_1 sebagai berikut.

1) Siklus ke-1

$$NQ_1 = 0,25 \times 1310,94 \times \left[(1,12 - 1) + \sqrt{(1,12 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,12 - 0,5)}{1310,94}} \right]$$

$$= 80,63 \text{ smp}$$

2) Siklus ke-2

$$NQ_1 = 0,25 \times 1309,24 \times \left[(1,12 - 1) + \sqrt{(1,12 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,12 - 0,5)}{1309,24}} \right]$$

$$= 81,44 \text{ smp}$$

3) Siklus ke-3

$$NQ_1 = 0,25 \times 1557,54 \times \left[(0,94 - 1) + \sqrt{(0,94 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,94 - 0,5)}{1557,54}} \right]$$

$$= 6,33 \text{ smp}$$

4) Siklus ke-4

$$NQ_1 = 0,25 \times 1304,85 \times \left[(1,12 - 1) + \sqrt{(1,12 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,12 - 0,5)}{1304,85}} \right]$$

$$= 83,52 \text{ smp}$$

5) Siklus ke-5

$$NQ_1 = 0,25 \times 1501,94 \times \left[(0,97 - 1) + \sqrt{(0,97 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,97 - 0,5)}{1501,94}} \right]$$

$$= 11,38 \text{ smp}$$

6) Siklus ke-6

$$NQ_1 = 0,25 \times 1531,45 \times \left[(0,95 - 1) + \sqrt{(0,95 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,95 - 0,5)}{1531,45}} \right]$$

$$= 8,14 \text{ smp}$$

b. Jumlah antrian smp yang datang selama phase merah (NQ_2)

Dari rumus 3.15 didapat nilai NQ_2 sebagai berikut.

1) Siklus ke-1

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 530 \times \frac{1 - 0,54}{1 - 0,54 \times 1,12} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 248,64 \text{ smp}\end{aligned}$$

2) Siklus ke-2

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 702 \times \frac{1 - 0,54}{1 - 0,54 \times 1,12} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 329,83 \text{ smp}\end{aligned}$$

3) Siklus ke-3

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 684 \times \frac{1 - 0,64}{1 - 0,64 \times 0,94} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 250,67 \text{ smp}\end{aligned}$$

4) Siklus ke-4

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 525 \times \frac{1 - 0,54}{1 - 0,54 \times 1,12} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 247,63 \text{ smp}\end{aligned}$$

5) Siklus ke-5

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 771 \times \frac{1 - 0,62}{1 - 0,62 \times 0,97} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 300,40 \text{ smp}\end{aligned}$$

6) Siklus ke-6

$$\begin{aligned}NQ_2 &= 667 \times \frac{1 - 0,63}{1 - 0,63 \times 0,95} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 251,69 \text{ smp}\end{aligned}$$

c. Jumlah antrian total

Dari rumus 3.13 didapat hasil sebagai berikut.

1) Siklus ke-1

$$\begin{aligned}NQ &= 80,63 + 248,64 \\ &= 329,27 \text{ smp}\end{aligned}$$

2) Siklus ke-2

$$\begin{aligned} NQ &= 81,44 + 329,83 \\ &= 411,27 \text{ smp} \end{aligned}$$

3) Siklus ke-3

$$\begin{aligned} NQ &= 6,33 + 250,67 \\ &= 257,00 \text{ smp} \end{aligned}$$

4) Siklus ke-4

$$\begin{aligned} NQ &= 83,52 + 247,63 \\ &= 331,15 \text{ smp} \end{aligned}$$

5) Siklus ke-5

$$\begin{aligned} NQ &= 11,38 + 300,40 \\ &= 311,78 \text{ smp} \end{aligned}$$

6) Siklus ke-6

$$\begin{aligned} NQ &= 8,14 + 251,69 \\ &= 259,83 \text{ smp} \end{aligned}$$

d. Perhitungan nilai NQ_{MAX}

Nilai NQ_{MAX} diperoleh dari grafik pada Gambar 3.5, dengan cara menghubungkan nilai NQ dan *probabilitas overloading* POL 5%. Nilai NQ_{MAX} yang didapat adalah 70 smp.

e. Perhitungan panjang antrian (QL)

Hasil Panjang antrian diperoleh dari rumus 3.16 berikut.

$$\begin{aligned} QL &= (70 \times 20) / 3,5 \\ &= 400 \text{ meter} \end{aligned}$$

2. Perhitungan tundaan

a. Nilai tundaan lalu lintas rata-rata (DT) tiap *approach* ditentukan dengan rumus 3.20.

1) Siklus ke-1

$$\begin{aligned} DT &= 530 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,54)^2}{(1 - 0,54 \times 1,12)} + \frac{80,63 \times 3600}{1310,94} \\ &= 362,92 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

2) Siklus ke-2

$$DT = 702 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,54)^2}{(1 - 0,54 \times 1,12)} + \frac{81,44 \times 3600}{1309,24}$$

$$= 411,91 \text{ det/smp}$$

3) Siklus ke-3

$$DT = 684 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,64)^2}{(1 - 0,64 \times 0,94)} + \frac{6,33 \times 3600}{1557,54}$$

$$= 126,06 \text{ det/smp}$$

4) Siklus ke-4

$$DT = 525 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,54)^2}{(1 - 0,54 \times 1,12)} + \frac{83,52 \times 3600}{1304,85}$$

$$= 372,11 \text{ det/smp}$$

5) Siklus ke-5

$$DT = 771 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,62)^2}{(1 - 0,62 \times 0,97)} + \frac{11,38 \times 3600}{1501,94}$$

$$= 169,25 \text{ det/smp}$$

6) Siklus ke-6

$$DT = 667 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,63)^2}{(1 - 0,63 \times 0,95)} + \frac{8,14 \times 3600}{1531,45}$$

$$= 134,34 \text{ det/smp}$$

Hasilrekapitulasi perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Antrian dan Tundaan pada Kondisi Eksisting dengan Bina Marga(1997)

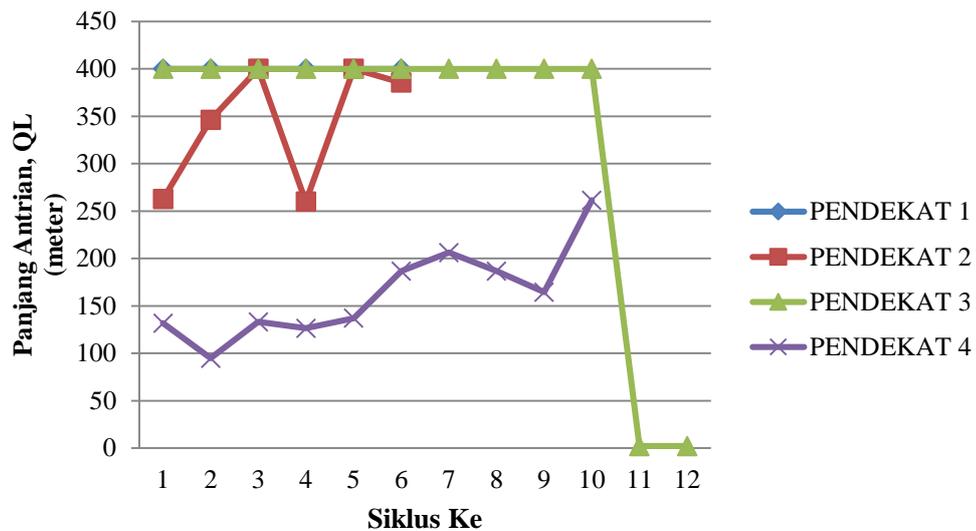
Kode Pendekat	Siklus Ke	Waktu siklus, c	NQ ₁	NQ ₂	NQ	NQ _{MAX}	QL	DT
		detik	smp	smp	smp	smp	meter	det/smp
1	1	530	80,63	248,64	329,27	70,00	400,00	362,92
	2	702	81,44	329,83	411,27	70,00	400,00	411,91
	3	684	6,33	250,67	257,00	70,00	400,00	126,06
	4	525	83,52	247,63	331,15	70,00	400,00	372,11
	5	771	11,38	300,40	311,78	70,00	400,00	169,25
	6	667	8,14	251,69	259,83	70,00	400,00	134,34

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Antrian dan Tundaan pada Kondisi Eksisting dengan Bina Marga(1997)

Kode Pendekat	Siklus Ke	Waktu Siklus, c	NQ ₁	NQ ₂	NQ	NQ _{MAX}	QL	DT
		detik	smp	smp	smp	smp	meter	det/smp
2	1	530	0,00	32,96	32,96	45,96	262,63	89,71
	2	702	0,00	43,60	43,60	60,60	346,29	118,52
	3	684	0,00	50,54	50,54	70,00	400,00	163,44
	4	525	0,00	32,50	32,50	45,50	260,00	88,04
	5	771	0,00	54,93	54,93	70,00	400,00	171,31
	6	667	0,00	48,46	48,46	67,46	385,49	154,08
	7	373	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1	298	164,17	158,17	322,34	70,00	400,00	625,27
	2	243	256,95	146,52	403,47	70,00	400,00	1083,61
	3	298	160,01	157,20	317,21	70,00	400,00	607,09
	4	393	313,62	254,23	567,85	70,00	400,00	1555,45
	5	494	378,75	344,47	723,22	70,00	400,00	2231,60
	6	438	168,21	233,85	402,06	70,00	400,00	693,74
	7	439	110,47	214,45	324,92	70,00	400,00	451,34
	8	390	100,07	187,28	287,34	70,00	400,00	397,66
	9	457	259,74	276,55	536,29	70,00	400,00	1200,22
	10	462	10,60	179,51	190,11	70,00	400,00	113,79
	11	190	0,19	0,00	0,19	0,40	2,29	0,28
	12	310	0,19	0,00	0,19	0,40	2,29	0,28
4	1	298	0,00	15,53	15,53	23,06	131,77	35,61
	2	243	0,00	10,58	10,58	16,58	94,74	20,28
	3	298	0,00	15,65	15,65	23,30	133,14	36,14
	4	393	0,00	15,07	15,07	22,14	126,51	25,43
	5	494	0,00	15,99	15,99	23,98	137,03	22,78
	6	438	0,00	22,66	22,66	32,66	186,63	51,60
	7	439	0,00	25,08	25,08	36,08	206,17	63,04
	8	390	0,00	22,69	22,69	32,66	186,63	57,95
	9	457	0,00	19,81	19,81	28,79	164,51	37,70
	10	462	0,00	31,90	31,90	45,74	261,37	96,72

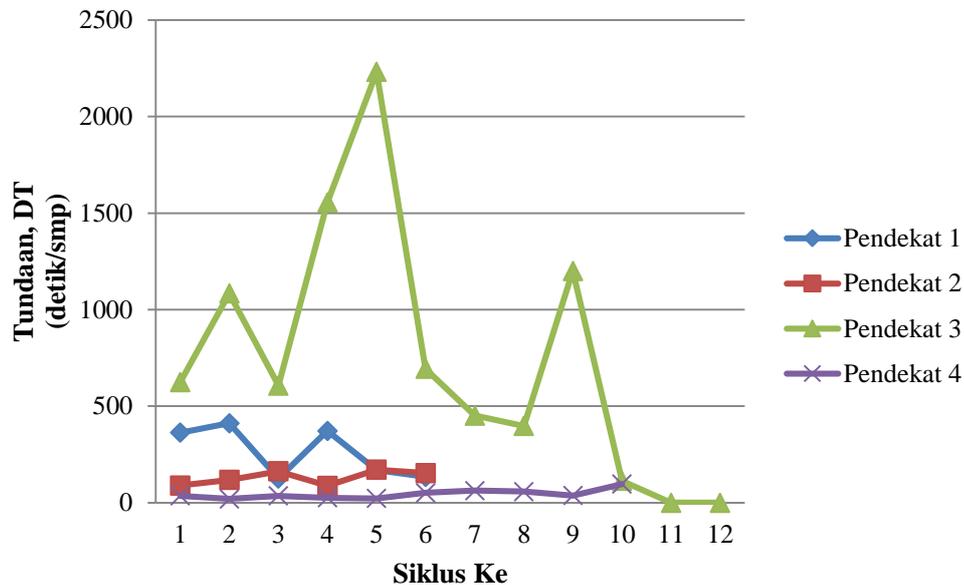
Dari Tabel 5.7 di atas adalah hasil panjang antrian dan tundaan pada kondisi eksisting yang dianalisis menggunakan Bina Marga(1997). Panjang antrian kendaraan terpanjang pada kondisi eksisting dengan Bina Marga (1997) adalah

400 meter, sedangkan panjang antrian terpendek yaitu 2,29 meter pada pendekat 2 (dua). Hasil perhitungan tundaan pada kondisi eksisting dengan MKJI 1997 terbesar adalah 2231,60 detik/smp, sedangkan tundaan terkecil adalah 0,28 detik/smp. Dari panjang antrian dan tundaan yang diperoleh maka hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik agar terlihat perbedaannya. Berikut adalah grafik panjang antrian yang dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Panjang Antrian Eksisting dengan MKJI 1997

Perbedaan hasil tundaan eksisting yang diperoleh pada tiap siklus pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Grafik Tundaan Kondisi Eksisting

5.3 PERENCANAAN PERBAIKAN

Dapat dilihat pada hasil analisis kondisi *existing* sistem buka tutup jalan pada Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan-Patean Kendal bahwa nilai derajat kejenuhan (DS), panjang antrian (QL) dan tundaan (DT) yang diperoleh berbeda-beda pada tiap pendekatnya. Beberapa hasil panjang antrian di lapangan pada pendekat tertentu ada yang melampaui panjang antrian maksimum yang dihitung dengan Bina Marga(1997). Serta beberapa hasil tundaan yang diperoleh di lapangan terlalu besar, hal tersebut memberikan penilaian terhadap tingkat pelayanan jalan yang kurang baik bahkan sangat jelek. Hasil yang diperoleh dari kondisi eksisting tersebut disebabkan oleh penggunaan waktu siklus yang berbeda-beda dan besar.

Dengan hasil lapangan yang demikian maka perlu dilakukan perbaikan guna mengatasi masalah-masalah tersebut. Perbaikan yang diharapkan berupa penggunaan waktu siklus tetap sesuai dengan aturan pada sistem koordinasi simpang berinyal. Alternatif-alternatif berikut merupakan rencana perbaikan yang disarankan.

5.3.1 Alternatif 1

Perbaikan kinerja sistem buka tutup dilakukan dengan mengkoordinasikan dua fase antara pendekat 1 (satu) dengan pendekat 2 (dua) dan pendekat 3 (tiga) dengan pendekat 4 (empat). Kondisi yang direncanakan yaitu, kendaraan dari pendekat 1 dan 3 dilepas secara bersamaan, sehingga kendaraan dari pendekat 1 (satu) dapat menempati hentian pada pendekat 3. Nilai total waktu hilang per siklus (LTI) yang digunakan berupa waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melintasi penyempitan jalan akibat pekerjaan proyek yaitu 22 detik. Acuan dalam perencanaan ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 pada bab simpang bersinyal. Hasil yang diharapkan dari alternatif ini adalah berkurangnya panjang antrian dan tundaan dari kondisi eksistingnya dengan mempertimbangkan nilai derajat kejenuhan. Berikut adalah perhitungan rencana perbaikan pada alternatif pertama.

1. Perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas pada sistem buka tutup. Berikut adalah contoh perhitungan pada pendekat 1 (satu).

- a. Perhitungan arus jenuh

- 1) Arus jenuh dasar (S_0), untuk:

pendekat tipe = terlindung (P)

lebar efektif (W_e) = 3,5 meter

Diperoleh nilai S_0 dengan menggunakan Rumus 3.3.

$$S_0 = 780 \times 3,5$$

$$= 2.730 \text{ smp/jam}$$

- 2) Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari Tabel 3.2. Jumlah penduduk Kota Temanggung = 768.339 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{CS} = 0,94$.

- 3) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari Tabel 3.3. Pada penelitian ini terdapat dua kondisi sebagai berikut. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) pada hentian dengan kode pendekat 1 dan 2.

- Lingkungan jalan : komersial
- Kelas hambatan samping : rendah

- Tipe fase : terlindung

- Rasio kendaraan tidak bermotor: nol

Maka didapatkan nilai F_{SF} pada pendekatan 1 dan 2 = 0,95

4) Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1.

5) Faktor penyesuaian parkir (F_P)

jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_P sebesar 1.

6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$.

7) Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1,0$.

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan Rumus 3.1, maka didapat

$$\begin{aligned} S &= 2730 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \\ &= 2437,89 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan waktu sinyal

1) Nilai perbandingan arus dengan arus jenuh (FR)

Nilai FR diperoleh dari rumus 3.5.

$$\begin{aligned} FR &= 1462,2 / 2437,89 \\ &= 0,60 \end{aligned}$$

2) Nilai perbandingan arus kritis (IFR)

Nilai FR_{CRIT} merupakan nilai perbandingan arus tertinggi dalam setiap fase. Maka diperoleh nilai $FR_{CRIT} = 0,60$. Nilai IFR adalah jumlah perbandingan FR_{CRIT} , maka $IFR = 0,746$.

3) Nilai perbandingan fase (*phase ratio*, PR)

Nilai PR dihitung dengan rumus 3.7.

$$\begin{aligned} PR &= 0,60 / 0,746 \\ &= 0,799 \end{aligned}$$

4) Perhitungan waktu hilang total pada satu *cycle time*, LTI.

Waktu hilang total yang digunakan dalam perencanaan perbaikan ini adalah *clearance time* yang merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak untuk mengosongkan (*evacuating*) dan memajukan (*advancing*) kendaraan dari garis henti dan panjang pengosongan pada penyempitan badan jalan akibat perbaikan. Berikut adalah perhitungan waktu hilang total, LTI.

$$LTI = \frac{\text{Panjang jalan yang diperbaiki (km)}}{\text{kecepatan eksisting } \left(\frac{\text{km}}{\text{jam}}\right)} \times 3600$$

$$LTI = \frac{183,5/1000}{30} \times 3600$$

$$= 22,02 \text{ detik}$$

Dari hasil waktu hilang, LTI diatas diambil angka yang dibulatkan yaitu 22 detik. Waktu tersebut merupakan waktu hilang pada dua fase.

- 5) Perhitungan waktu siklus sebelum penyesuaian (c_{ua})

Perhitungan c_{ua} menggunakan rumus 3.8.

$$c_{ua} = (1,5 \times 22 + 5) / (1 - 0,746)$$

$$= 152,277 \text{ detik}$$

- 6) Perhitungan waktu hijau (g_i)

Perhitungan g_i menggunakan rumus 3.9.

$$g_i = (152,277 - 22) \times 0,804$$

$$= 104,792 \text{ detik}$$

Waktu hijau yang digunakan adalah waktu hijau yang dibulatkan, sehingga $g = 105$ detik.

- 7) Perhitungan waktu siklus yang disesuaikan (c)

Perhitungan nilai waktu siklus (c) diperoleh dari Rumus 3.10.

$$c = 130,277 + 22$$

$$= 152,277 \text{ detik}$$

Dari waktu siklus tersebut dilakukan pembulatan, sehingga $c = 153$ detik.

- c. Perhitungan kapasitas diperoleh dengan Rumus 3.11 berikut.

$$C = 2437,890 \times (105 / 153)$$

$$= 1673,062 \text{ smp/jam}$$

2. Perhitungan derajat kejenuhan diperoleh dari Rumus 3.12 berikut.

$$\begin{aligned} DS &= 1462,2 / 1673,062 \\ &= 0,874 \end{aligned}$$

3. Perhitungan tingkat performansi

- a. Perhitungan panjang antrian

- 1) Perhitungan jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) menggunakan rumus 3.14 berikut ini.

$$\begin{aligned} NQ_1 &= 0,25 \times 1673,062 \times \left[(0,874 - 1) + \sqrt{(0,874 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,874 - 0,5)}{1673,062}} \right] \\ &= 2,888 \text{ smp} \end{aligned}$$

- 2) Perhitungan jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2) diperoleh dengan menggunakan rumus 3.15 berikut.

$$\begin{aligned} NQ_2 &= 153 \times \frac{1 - 0,681}{1 - 0,681 \times 0,874} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 48,991 \text{ smp} \end{aligned}$$

- 3) Perhitungan jumlah antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung dengan rumus 3.13.

$$\begin{aligned} NQ &= 2,888 + 48,991 \\ &= 51,879 \text{ smp} \end{aligned}$$

- 4) Nilai NQ_{\max} diperoleh dari grafik pada Gambar 3.5. Nilai NQ_{\max} yang diperoleh adalah 70 smp.

- 5) Perhitungan panjang antrian (QL) diperoleh dengan rumus 3.16.

$$\begin{aligned} QL &= 70 \times (20 / 3,5) \\ &= 400 \text{ meter} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan angka henti

- 1) Perhitungan angka henti (NS) diperoleh dengan rumus 3.17.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{51,879}{1462,2 \times 153} \times 3600 \\ &= 0,751 \end{aligned}$$

- 2) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{ST}) diperoleh dengan menggunakan rumus 3.18.

$$\begin{aligned} N_{SV} &= 1462,2 \times 0,751 \\ &= 1098,613 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

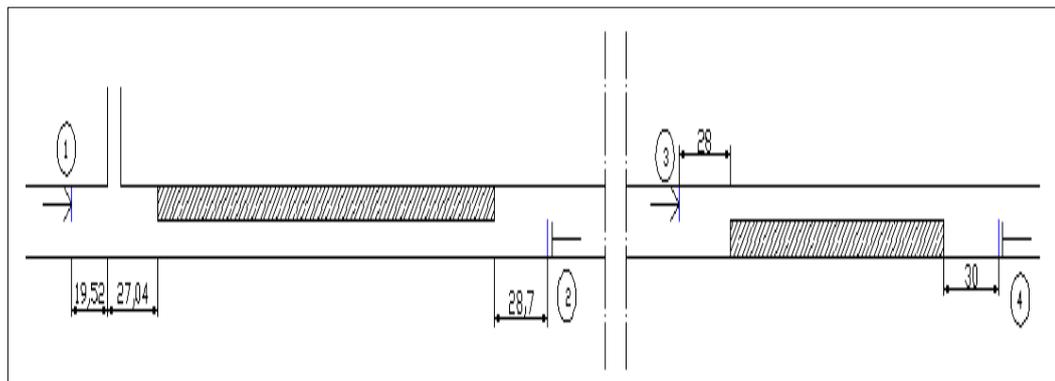
- 3) Perhitungan angka henti untuk seluruh pendekat menggunakan rumus 3.19.

$$\begin{aligned} NS_{TOT} &= \frac{1459,521}{1817,8} \\ &= 0,852 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan tundaan menggunakan rumus 3.20.

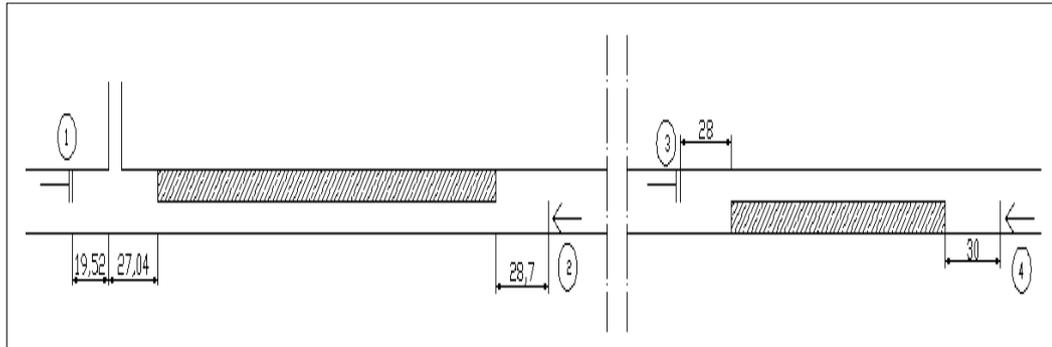
$$\begin{aligned} DT &= 153 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,681)^2}{(1 - 0,681 \times 0,874)} + \frac{2,888 \times 3600}{1673,062} \\ &= 25,481 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis, waktu hijau pada pendekat 1 (satu) dan pendekat 3 (tiga) adalah 105 detik, yang merupakan fase pertama. Adapun gambar diagram fase 1 yang direncanakan diperlihatkan pada Gambar 5.5 berikut.



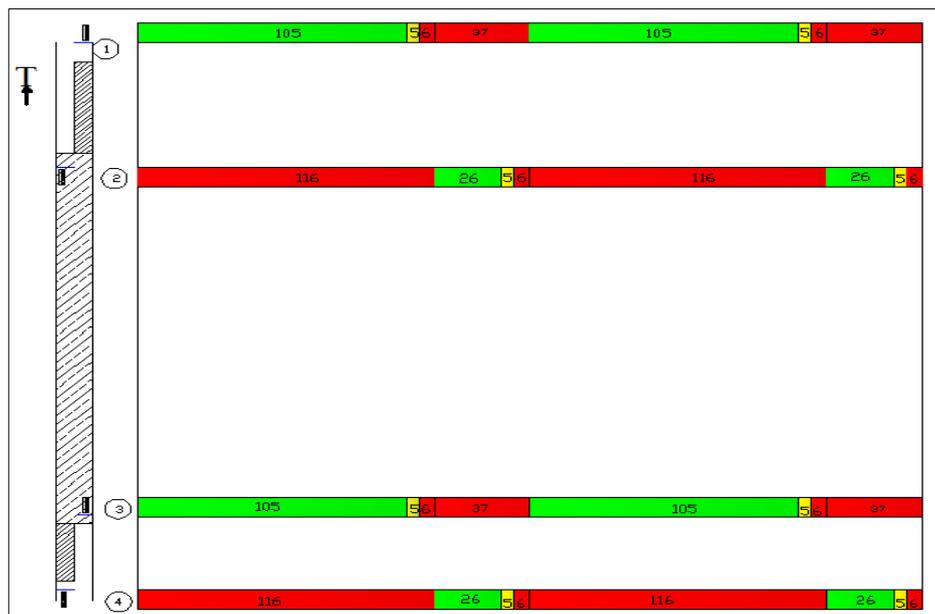
Gambar 5.5 Diagram Fase 1 pada Alternatif 1

Pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat) waktu hijau yang digunakan adalah 26 detik, pergerakan kedua pendekat tersebut sebagai fase kedua. Adapun gambar diagram fase 2 yang direncanakan diperlihatkan pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Diagram Fase 2 pada Alternatif 1

Setelah didapatkan hasil perencanaan waktu hijau dan waktu siklus pada kedua fase pada sistem buka tutup jalan, maka diagram waktu yang diperoleh pada alternatif 1 diperlihatkan pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Diagram Waktu Alternatif 1

Berdasarkan hasil analisis perbaikan pada alternatif 1 diketahui bahwa panjang waktu siklus di setiap pendekatan bernilai sama yaitu 153 detik. Hal tersebut direncanakan karena merupakan syarat untuk mengkoordinasikan sinyal-sinyal yang berdekatan, pada penelitian ini direncanakan untuk sistem buka tutup jalan. Dari kasus di lapangan sistem buka tutup jalan yang ditinjau merupakan

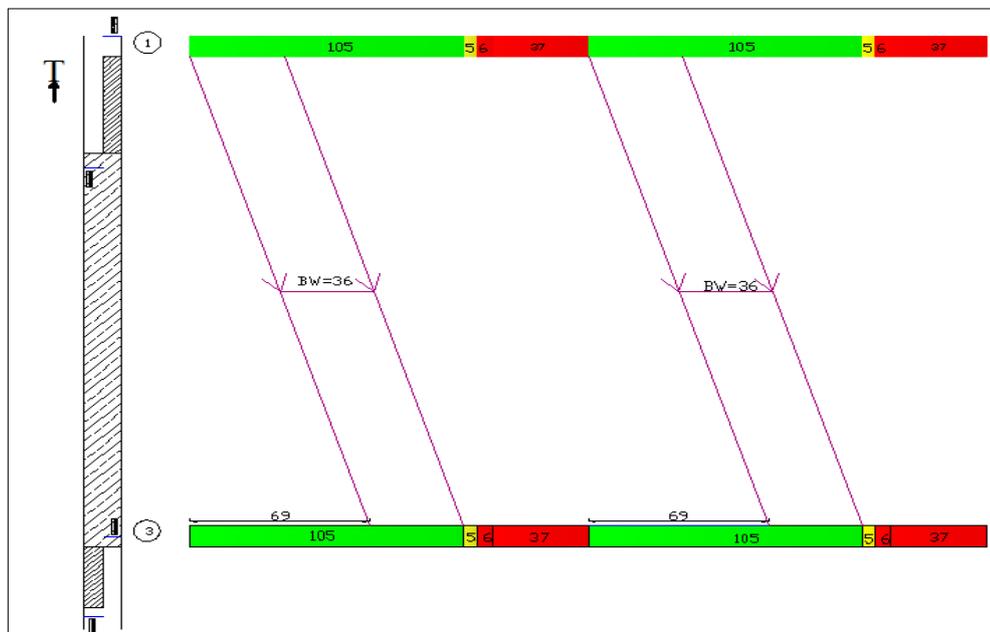
jalan dua arah. Dalam melakukan koordinasi sistem buka tutup jalan hal yang perlu diperhatikan yaitu *green bandwidth* dan *offset*.

Pada alternatif 1, nilai *offset* diperoleh dari hasil pembagian jarak tempuh dari pendekat 2 (dua) menuju pendekat 3 (tiga) dibagi dengan kecepatan. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan eksisting yang diperoleh dari lapangan. Adapun perhitungan waktu *offset* yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\text{Offset} = \frac{\text{jarak (km)}}{\text{kecepatan} \left(\frac{\text{km}}{\text{jam}} \right)}$$

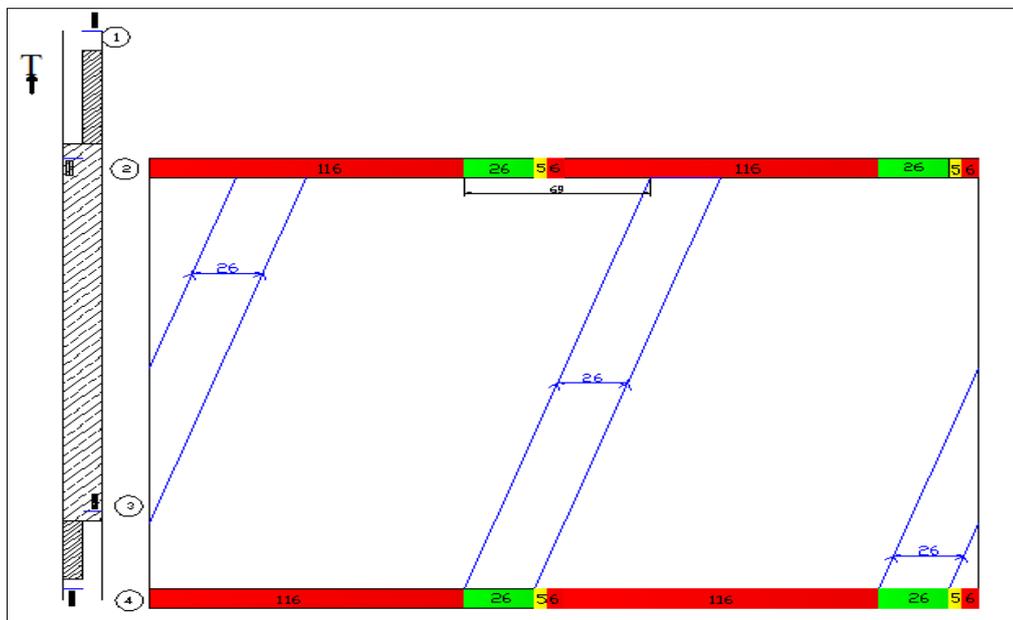
$$\begin{aligned} \text{Offset} &= \frac{0,6698}{35} \times 3600 \\ &= 68,894 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari hasil *offset* yang diperoleh maka dilakukan pembulatan sehingga waktu *offset* yang digunakan adalah 69 detik. Hasil perencanaan pada alternatif 1, koordinasi dilakukan pada pendekat 1 (satu) dan 3 (tiga). Adapun hasil perencanaan diagram koordinasi sinyal pada sistem buka tutup jalan yang direncanakan pada alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Diagram Sinyal Terkoordinasi Arah Timur-Barat pada Alternatif 1

Pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat) saat dilakukan koordinasi sinyal tidak memberikan hasil *bandwidth* dan waktu hijau pada pendekat berikutnya. *Bandwidth* yang diperoleh pada arah Barat-Timur ini adalah 26 detik. Hal tersebut disebabkan waktu hijau pada kedua pendekat terlalu kecil jika dibanding dengan *offset* yang diperoleh. Dari kondisi di kedua pendekat tersebut, kendaraan yang dilepas dari pendekat 4 (empat) hanya mengalami pengurangan waktu merah saat berada di pendekat 2 (dua). Kondisi koordinasi pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat) atau arah Barat-Timur diperlihatkan pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Diagram Sinyal Terkoordinasi Arah Barat-Timur pada Alternatif 1

Hasil rekapitulasi hitungan pada alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Hitungan Alternatif 1

Parameter Kinerja	Kode Pendekat			
	1	2	3	4
Waktu hijau, g (detik)	105	26	105	26
Waktu Siklus, c (detik)	153	153	153	153

Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Hitungan Alternatif 1

Parameter Kinerja	Kode Pendekat			
	1	2	3	4
Derajat kejenuhan, DS	0,874	0,858	0,847	0,832
Panjang antrian, QL (meter)	400	143,103	389,251	140,029
Tundaan, DT (det/smp)	25,481	82,453	23,100	77,611

Dari Tabel 5.8 di atas, diketahui bahwa panjang antrian terpanjang terjadi pada pendekat 1 (satu) dengan panjang antrian maksimum 400 meter dan panjang antrian terpendek ada pada pendekat 140,029 meter. Sedangkan tundaan terbesar ada pada pendekat 2 (dua) yaitu 82,453 detik/smp, dan waktu tunda terkecil yang diperoleh yaitu pada pendekat 3 (tiga) sebesar 23,100 detik/smp.

5.3.2 Alternatif 2

Perbaikan kinerja sistem buka tutup dilakukan dengan mengkoordinasikan dua fase antara pendekat 1 (satu) dengan pendekat 2 (dua) dan dua fase antara pendekat 3 (tiga) dengan pendekat 4 (empat). Kondisi yang direncanakan yaitu, kendaraan dari pendekat 1 dan 3 dilepas secara bersamaan, sehingga kendaraan dari pendekat 1 (satu) dapat menempati hentian pada pendekat 3. Nilai total waktu hilang per siklus (LTI) yang digunakan berupa waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melintasi penyempitan jalan akibat pekerjaan proyek dari pendekat 1 (satu) ke pendekat 2 (dua) yaitu 22 detik dan dari pendekat 3 (tiga) ke pendekat 4 (empat) adalah 14 detik. Acuan dalam perencanaan ini adalah MKJI 1997 pada bab simpang bersinyal. Hasil yang diharapkan dari alternatif ini adalah berkurangnya panjang antrian dan tundaan dari kondisi eksistingnya dengan mempertimbangkan nilai derajat kejenuhan. Berikut adalah perhitungan rencana perbaikan pada alternatif dua.

1. Perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas pada sistem buka tutup. Berikut adalah contoh perhitungan pada pendekat 3 (tiga).

- a. Perhitungan arus jenuh

- 1) Arus jenuh dasar (S_0), untuk:

$$\text{pendekat tipe} = \text{terlindung (P)}$$

lebar efektif (W_e) = 3,5 meter

Diperoleh nilai S_0 dengan menggunakan Rumus 3.3.

$$S_0 = 780 \times 3,5 \\ = 2.730 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari Tabel 3.2. Jumlah penduduk Kota Temanggung = 768.339 jiwa, maka didapatkan nilai F_{CS} = 0,94.

3) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari Tabel 3.3. Pada penelitian ini terdapat dua kondisi sebagai berikut. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) pada hentian dengan kode pendekat 1 dan 2.

- Lingkungan jalan : komersial
- Kelas hambatan samping : rendah
- Tipe fase : terlindung
- Rasio kendaraan tidak bermotor: nol

Maka didapatkan nilai F_{SF} pada pendekat 3 dan 4 = 0,98.

4) Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1.

5) Faktor penyesuaian parkir (F_P)

jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_P sebesar 1.

6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$.

7) Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - PLT \times 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1,0$.

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.2, maka didapat

$$S = 2730 \times 0,94 \times 0,98 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \\ = 2514,876 \text{ smp/jam}$$

b. Perhitungan waktu sinyal

1) Perbandingan arus dengan arus jenuh (FR)

Nilai FR diperoleh dengan Rumus 3.5.

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \frac{1462,2}{2514,876} \\ &= 0,581 \end{aligned}$$

2) Perbandingan arus kritis (FR_{CRIT})

Nilai FR_{CRIT} diperoleh dari arus tertinggi dari tiap fase, sehingga nilai FR_{CRIT} = 0,581. Nilai perbandingan arus simpang (IFR) merupakan penjumlahan dari nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase, IFR yang diperoleh adalah 0,723.

3) Perbandingan fase (*phase ratio, PR*)

Nilai PR diperoleh dengan Rumus 3.7.

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{0,581}{0,723} \\ &= 0,804 \end{aligned}$$

4) Perhitungan waktu hilang total pada satu *cycle time*, LTI.

Waktu hilang total yang digunakan dalam perencanaan perbaikan ini adalah *clearance time* yang merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak untuk mengosongkan (*evacuating*) dan memajukan (*advancing*) kendaraan dari garis henti dan panjang pengosongan pada penyempitan badan jalan akibat perbaikan. Berikut adalah perhitungan waktu hilang total, LTI.

$$\begin{aligned} \text{LTI} &= \frac{\text{Panjang jalan yang diperbaiki (km)}}{\text{kecepatan eksisting } \left(\frac{\text{km}}{\text{jam}}\right)} \times 3600 \\ \text{LTI} &= \frac{116/1000}{30} \times 3600 \\ &= 13,92 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari hasil waktu hilang, LTI di atas diambil angka yang dibulatkan yaitu 14 detik. Waktu tersebut merupakan waktu hilang pada dua fase.

5) Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua})

Nilai C_{ua} diperoleh dari Rumus 3.8.

$$c_{ua} = \frac{1,5 \times 14 + 5}{1 - 0,723}$$

$$= 93,802 \text{ detik}$$

6) Waktu hijau (g)

Hasil waktu hijau diperoleh dengan Rumus 3.9.

$$g_i = (93,802 - 14) \times 0,804$$

$$= 64,191 \text{ detik}$$

Waktu hijau yang digunakan pada pendekatan 3 (tiga) adalah $g = 100$ detik. Nilai waktu hijau yang digunakan tersebut merupakan waktu hijau yang disesuaikan untuk koordinasi lampu sinyal.

7) Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus ini diperoleh berdasarkan Rumus 3.10. Dengan waktu hijau yang telah disesuaikan.

$$c = 139 + 14$$

$$= 153 \text{ detik}$$

c. Perhitungan kapasitas

Kapasitas pada lengan dihitung dengan Rumus 3.11.

$$C = 2514,876 \times \frac{100}{153}$$

$$= 1643,710 \text{ smp/jam}$$

2. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Hasil DS diperoleh dari Rumus 3.12.

$$DS = \frac{1462,2}{1643,710}$$

$$= 0,890$$

3. Perhitungan tingkat performansi

a. Perhitungan panjang antrian

1) Jumlah antrian smp (NQ_1)

Nilai NQ_1 diperoleh dari Rumus 3.14.

$$NQ_1 = 0,25 \times 1643,710 \times \left[(0,890 - 1) + \sqrt{(0,890 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,890 - 0,5)}{1643,710}} \right]$$

$$= 3,4 \text{ smp}$$

2) Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$\begin{aligned} NQ_2 &= 153 \times \frac{1 - 0,654}{1 - 0,654 \times 0,89} \times \frac{1462,2}{3600} \\ &= 51,428 \text{ smp} \end{aligned}$$

3) Jumlah antrian total (NQ)

Hitungan jumlah antrian total (NQ) menggunakan Rumus 3.13.

$$\begin{aligned} NQ &= 3,4 + 51,428 \\ &= 54,829 \text{ smp} \end{aligned}$$

Dengan nilai NQ tersebut maka didapat NQ_{MAX} dari Gambar 3.5 yaitu sebesar 70 smp.

4) Panjang antrian (QL)

Hitungan panjang antrian diperoleh dengan Rumus 3.16.

$$\begin{aligned} QL &= \frac{70 \times 20}{3,5} \\ &= 400 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Perhitungan kendaraan terhenti

1) Angka henti (NS)

Hasil NS diperoleh dengan Rumus 3.17.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{54,829}{1462,2 \times 153} \times 3600 \\ &= 0,794 \end{aligned}$$

2) Jumlah kendaraan terhenti (N_{sv})

Hasil jumlah kendaraan terhenti diperoleh dengan Rumus 3.18.

$$\begin{aligned} N_{sv} &= 1462,2 \times 0,794 \\ &= 1161,079 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3) Angka henti seluruh simpang (NS_{TOT})

Hasil dari angka henti seluruh simpang (NS_{TOT}) diperoleh dari Rumus 3.19.

$$\begin{aligned} NS_{TOT} &= \frac{1438,812}{1817,8} \\ &= 0,793 \end{aligned}$$

c. Perhitungan tundaan (DT)

Hasil tundaan lalu lintas (DT) diperoleh dengan Rumus 3.20.

$$DT = 153 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,654)^2}{(1 - 0,645 \times 0,890)} + \frac{3,4 \times 3600}{1643,710}$$

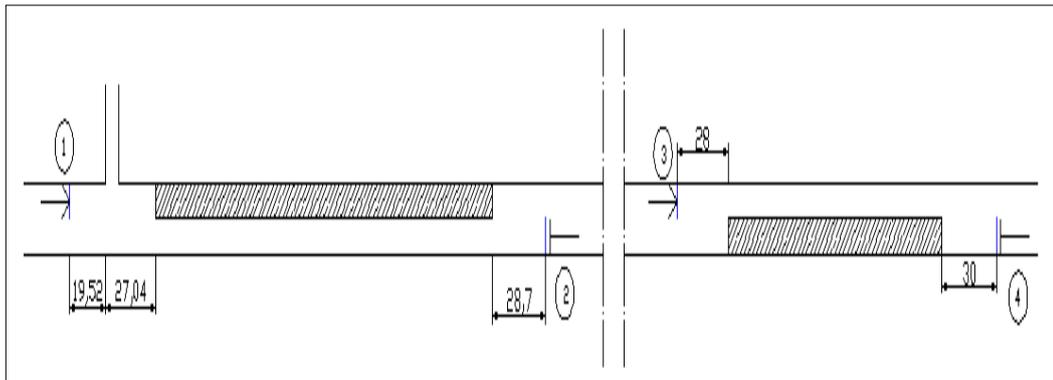
$$= 29,378 \text{ detik/smp}$$

Setelah dilakukan perhitungan pada seluruh pendekat, rekapitulasi hasil yang diperoleh pada alternatif dua dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Alternatif 2

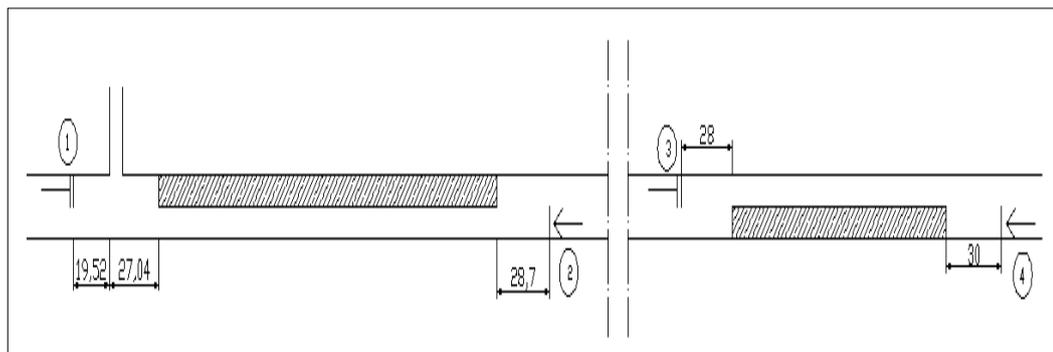
Parameter Kinerja	Kode Pendekat			
	1	2	3	4
Waktu hijau, g (detik)	105	26	100	39
Waktu Siklus, c (detik)	153	153	153	153
Kapasitas, C (smp/jam)	1.673,062	414,282	1.643,710	641,047
Derajat kejenuhan, DS	0,874	0,858	0,890	0,555
Panjang antrian, QL (meter)	400	143,029	400	115,646
Tundaan, DT (det/smp)	25,028	82,069	29,378	50,154

Dari tabel di atas diketahui bahwa waktu siklus yang direncanakan pada alternatif ini adalah sama yaitu 153 detik. Waktu tersebut merupakan syarat dari koordinasi antar sinyal. Waktu hijau yang terbesar dari alternatif ini yaitu 105 detik dan yang terkecil 26 detik pada pendekat 2 (dua). Perencanaan perbaikan pada alternatif 2 ini adalah dengan dua fase. Fase pertama adalah pendekat 1 (satu) dan pendekat 3 (tiga). Adapun gambar diagram fase yang pertama pada alternatif 2 diperlihatkan pada Gambar 5.10 berikut.



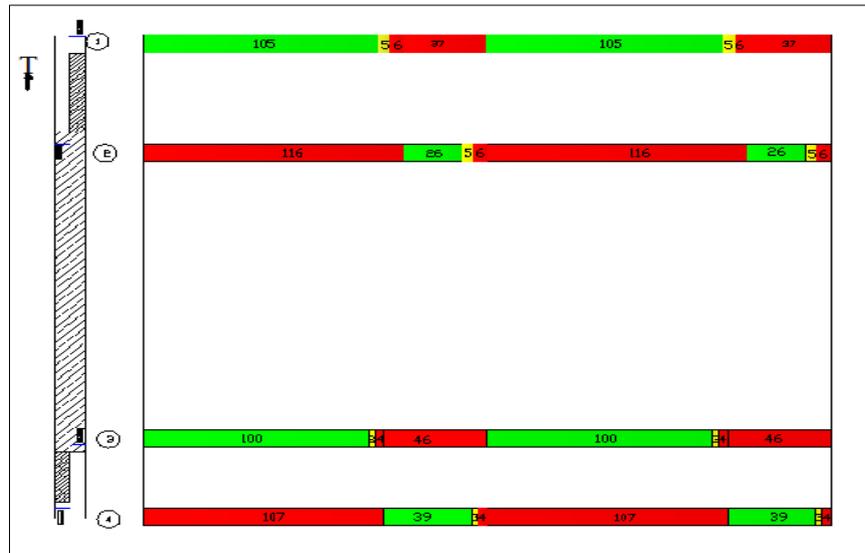
Gambar 5.10 Diagram Fase 1 Pada Alternatif 2

Pergerakan fase kedua pada alternatif 2 ini dimulai dengan waktu hijau yang bersamaan pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat). Gambaran fase dua yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5.11 Diagram Fase 2 Pada Alternatif 2

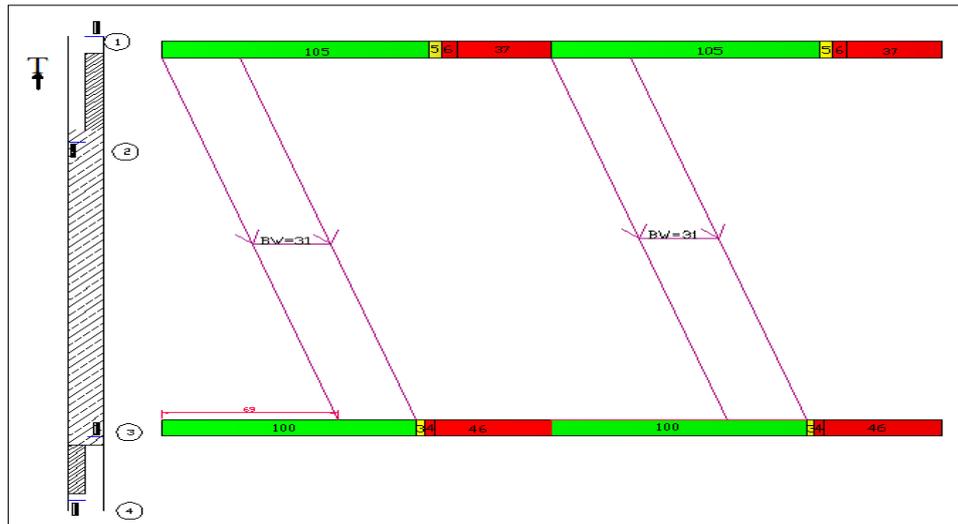
Setelah didapatkan hasil perencanaan waktu hijau dan waktu siklus pada kedua fase pada sistem buka tutup jalan, maka diagram waktu yang diperoleh pada alternatif 2 diperlihatkan pada Gambar 5.12 berikut ini.



Gambar 5.12 Diagram Waktu Alternatif 2

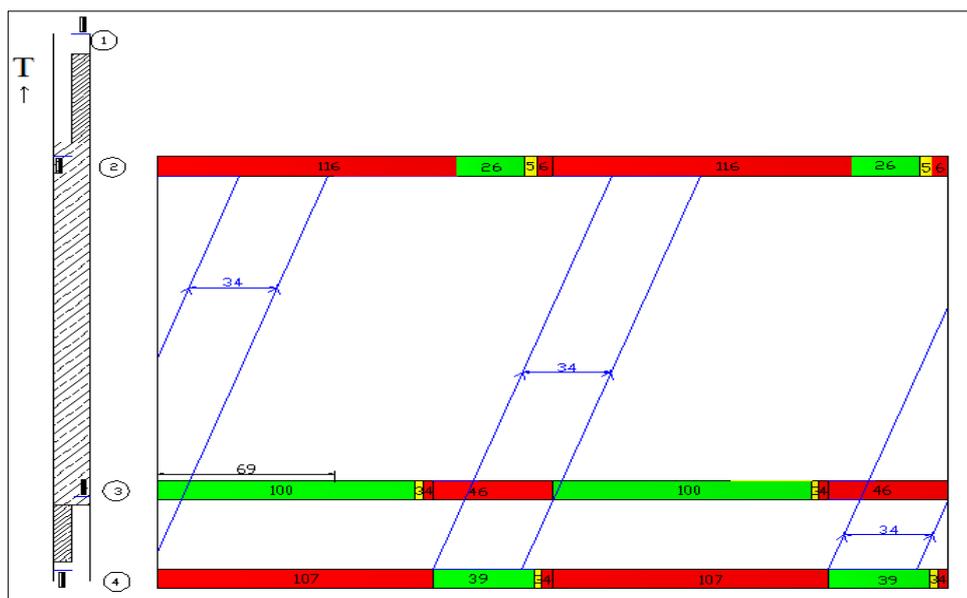
Kapasitas terbesar yang diperoleh yaitu 1673,062 smp/jam pada pendekat 1 (satu) dan yang terkecil adapada pada pendekat 2 (dua) sebesar 414,282 smp/jam. Nilai derajat kejenuhan tertinggi yaitu $DS = 0,89$ pada pendekat 3 (tiga) sedangkan derajat kejenuhan yang terendah pada pendekat 4 (empat) dengan $DS = 0,555$. Panjang antrian yang diperoleh pada pendekat 1 (satu) dan pendekat 3 (tiga) yaitu $QL = 400$ meter, yang merupakan angka antrian maksimum tertinggi. Pada pendekat 4 (empat) diperoleh nilai $QL = 114,943$ meter, nilai panjang antrian tersebut merupakan yang terendah dibanding dengan tiga pendekat lain. Tundaan lalu lintas yang terkecil pada alternatif ini yaitu $DT = 25,028$ detik/smp pada pendekat 1 (satu). Tundaan lalu lintas terbesar yaitu $DT = 82,069$ detik/smp pada pendekat 2 (dua).

Pada perencanaan koordinasi sistem buka tutup jalan nilai *offset* yang digunakan sesuai kondisi eksisting yaitu 69 detik. Perhitungan nilai *offset* tersebut sama dengan perhitungan nilai *offset* pada alternatif 1. Adapun hasil diagram fase sistem terkoordinasi dari alternatif 2 dari arah Timur-Barat diperlihatkan pada Gambar 5.13 berikut ini.



Gambar 5.13 Diagram Koordinasi Arah Timur-Barat Pada Alternatif 2

Sedangkan koordinasi pada pendekat 2 (dua) dengan pendekat 4 (empat) didapatkan *bandwidth* sebesar 34 detik. Namun *bandwidth* yang diperoleh kurang efektif. Sehingga kendaraan yang di lepas dari pendekat 4 (empat) akan mendapati waktu merah saat tiba di pendekat 2 (dua). Hanya saja waktu merah yang diterima oleh *pleton* dari pendekat 4 (empat) lebih pendek dari waktu merah yang dihasilkan. Koordinasi pada pendekat 2 (dua) dan pendekat 4 (empat) dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14 Diagram Koordinasi Arah Barat-Timur Pada Alternatif 2

5.4 PEMBAHASAN

5.4.1 Waktu Siklus

Penggunaan waktu siklus pada sistem buka tutup di Proyek Paket pekerjaan peningkatan jalan parakan-patean/ batas kabupaten kendal beragam pada tiap siklus di masing-masing pendekat. Waktu siklus yang beragam tersebut memberikan dampak pada hasil analisis kapasitas, derajat kejenuhan dan tingkat performansi.

Dari kondisi lapangan dengan waktu buka tutup jalan yang beragam tersebut, maka direncanakan waktu siklus tetap pada alternatif 1 dan alternatif 2 untuk meningkatkan performansi sistem buka tutup jalan pada Proyek Paket Pekerjaan Peningkatan Jalan Parakan – Patean/Batas Kabupaten Kendal. Rekapitulasi perencanaan waktu siklus dan waktu hijau pada kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2 diperlihatkan pada Tabel 5.10 berikut.

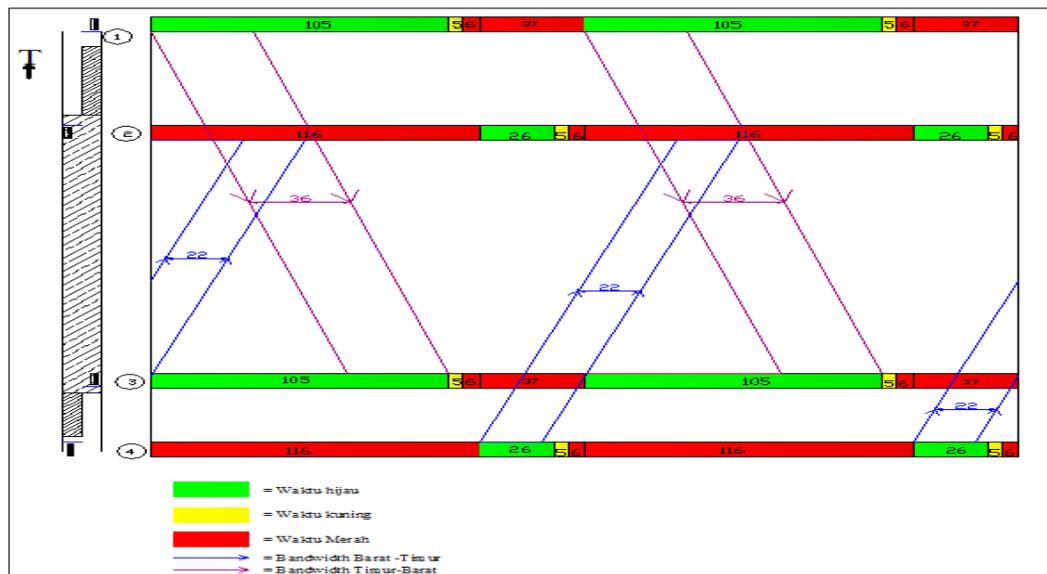
Tabel 5.10 Rekapitulasi Waktu Siklus Eksisting Dan Perencanaan Perbaikan

Parameter Kinerja	Kondisi Eksisting				Alternatif 1				Alternatif 2			
	Kode Pendekat				Kode Pendekat				Kode Pendekat			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Waktu hijau, <i>g</i> (detik)	281	244	92	151	105	26	105	26	105	26	100	39
Waktu hilang, <i>LTI</i> (detik)	0	0	0	0	22		22		22		14	
Waktu merah (detik)	244	281	151	92	37	116	37	116	37	116	46	107
Waktu siklus, <i>c</i> (detik)	525	525	243	243	153	153	153	153	153	153	153	153

Penggunaan waktu siklus kondisi eksisting pada tabel rekapitulasi di atas dipilih waktu siklus yang paling mendekati dengan waktu siklus yang direncanakan untuk perbaikan. Pada kondisi eksisting ini, waktu siklus yang digunakan adalah waktu siklus terkecil. Pemilihan waktu siklus pada kondisi eksisting ini juga diharapkan menjadi pembanding untuk tingkat performansi jalan pada alternatif 1 dan alternatif 2 berikutnya.

Perencanaan perbaikan dikedua alternatif menggunakan waktu siklus yang sama yaitu 153 detik dan dengan dua fase sinyal pada pendekatan yang saling berhadapan. Waktu siklus yang digunakan merupakan hasil analisis kondisi eksisting dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Waktu hijau yang digunakan dalam perencanaan perbaikan pada setiap pendekatan dilakukan dengan cara coba-coba. Pada alternatif dua, pendekatan 3 (tiga) dan pendekatan 4 (empat) digunakan waktu hilang $LTI = 14$ detik, waktu tersebut merupakan *clearance time* yang digunakan oleh kendaraan untuk mengosongkan zona penyempitan jalan antara pendekatan tersebut akibat perbaikan jalan sebelum datang kendaraan pertama dari fase berikutnya. Jika ditinjau dari kondisi eksisting, waktu siklus yang direncanakan pada alternatif 1 dan alternatif 2 lebih singkat dibanding waktu siklus kondisi eksistingnya.

Dari hasil perencanaan waktu hijau dan waktu siklus yang baru pada kedua alternatif dilakukan koordinasi antar pendekatan yang gerakan lalu lintasnya searah. Perencanaan koordinasi antar lengan dalam satu ruas jalan tersebut dimaksudkan agar arus lalu lintas yang melintasi sistem buka tutup jalan memiliki waktu tunggu yang lebih singkat pada pendekatan berikutnya atau dapat langsung keluar tanpa terhenti. Hasil koordinasi ditunjukkan dari nilai *offset* dan *bandwidth*. Pada alternatif 1 *offset* yang diperoleh yaitu 69 detik dan *bandwidth* 36 detik untuk arah Timur ke Barat, sedangkan *bandwidth* dari Barat ke Timur 22 detik. Hasil koordinasi dari alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

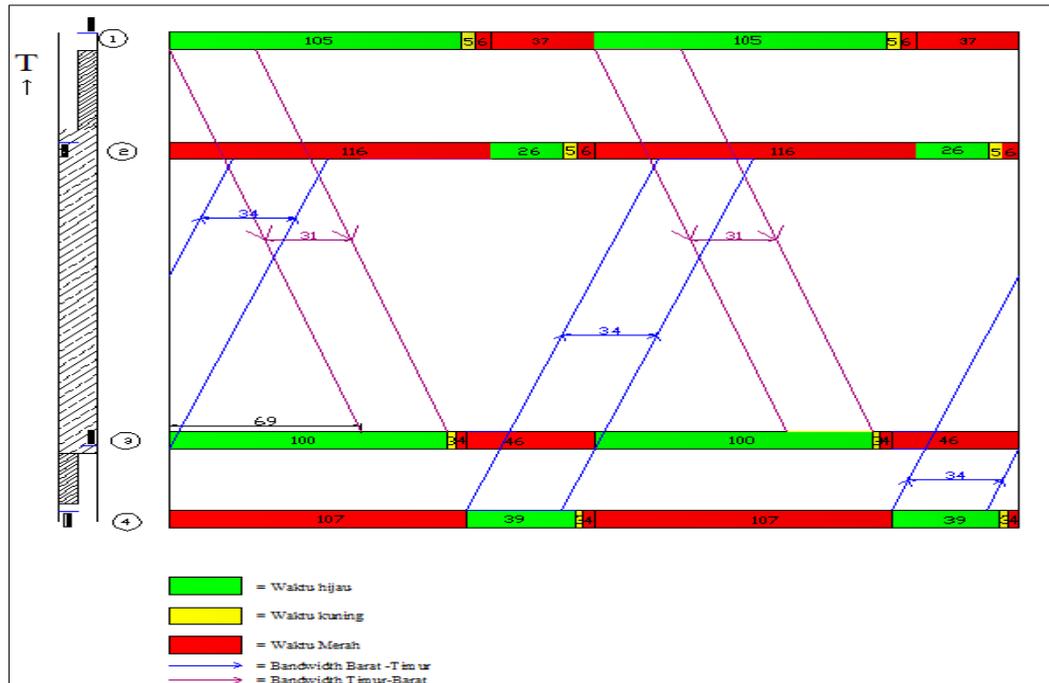


Gambar 5.15 Diagram Perjalan Koordinasi Sistem Buka Tutup Jalan Alternatif 1

Dari gambar di atas terlihat perpotongan antara garis *bandwidth* Timur-Barat dengan garis *bandwidth* Barat-Timur. Kondisi tersebut menunjukkan pertemuan kendaraan dari arah berlawanan yang bergerak berpapasan di antara pendekat 2 (dua) dan pendekat 3 (tiga). Keadaan tersebut aman, karena kendaraan yang saling berpapasan berada pada jalan dengan dua jalur dan tidak mengalami penyempitan badan jalan.

Untuk mendapatkan hasil *bandwidth* yang optimal pada alternatif 1, maka dilakukan analisis jika untuk menempuh jarak dari pendekat 2 ke pendekat 3 menggunakan kecepatan antara 30 km/jam hingga 10 km/jam (hasil diagram perjalan dapat dilihat pada lampiran 6). Dari hasil analisis tersebut, diketahui bahwa dengan kecepatan 15 km/jam diperoleh *bandwidth* dari Timur-Barat sebesar 101 detik dan dari Barat-Timur sebesar 18 detik.

Pada alternatif 2 offset yang diperoleh sama dengan alternatif 1 yaitu 69 detik dan *bandwidth* 31 detik untuk arah Timur ke Barat, sedangkan *bandwidth* dari Barat ke Timur 34 detik. Hasil koordinasi dari alternatif 2 diperlihatkan pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.16 Diagram Perjalanan Koordinasi Sistem Buka Tutup Jalan Alternatif 2

Dari gambar di atas terlihat perpotongan antara garis *bandwidth* Timur-Barat dengan garis *bandwidth* Barat-Timur. Kondisi tersebut menunjukkan pertemuan kendaraan dari arah berlawanan yang bergerak berpapasan di antara pendekat 2 (dua) dan pendekat 3 (tiga).

Untuk mendapatkan hasil *bandwidth* yang optimal pada alternatif 2, maka dilakukan analisis jika untuk menempuh jarak dari pendekat 2 ke pendekat 3 menggunakan kecepatan antara 30 km/jam hingga 10 km/jam (hasil diagram perjalanan dapat dilihat pada lampiran 6). Dari hasil analisis tersebut, diketahui bahwa dengan kecepatan 15 km/jam diperoleh *bandwidth* dari Timur-Barat sebesar 92 detik dan dari Barat-Timur sebesar 18 detik.

5.4.2 Derajat Kejenuhan

Ukuran kemampuan kapasitas jalan dalam melayani arus lalu lintas yang ada pada tiap pendekat dinyatakan dalam derajat kejenuhan (DS). Derajat jenuh yang diperoleh dari kondisi eksisting merupakan hasil derajat kejenuhan dari pendekatan waktu siklus yang mendekati waktu siklus pada perencanaan

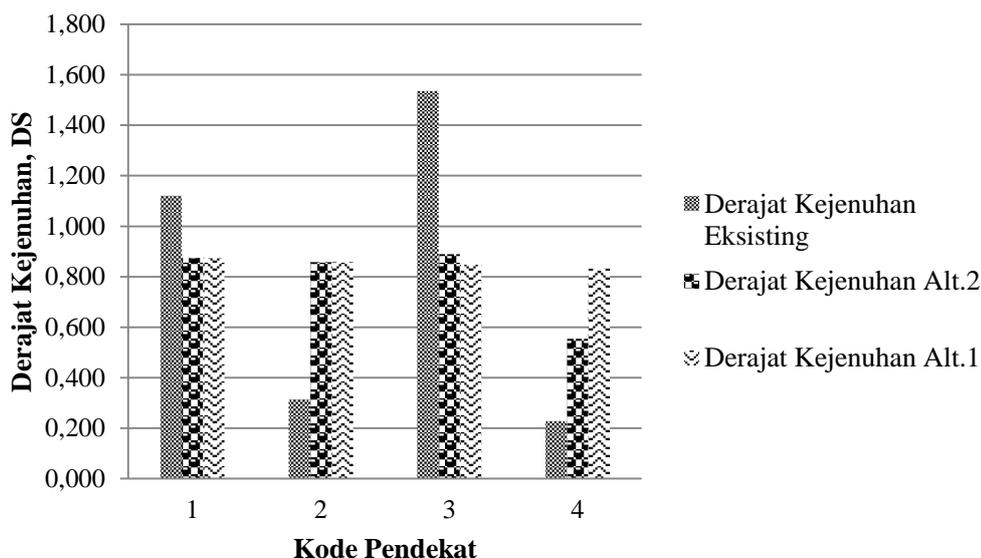
perbaiki. Derajat kejenuhan pada pendekat 1 (satu) DS = 1,121, pendekat 2 (dua) memiliki nilai DS = 0,314, derajat kejenuhan (DS) pada pendekat 3 (tiga) adalah 1,536 dan pada pendekat 4 (empat) DS = 0,228. Pada alternatif 1 nilai derajat kejenuhan yang diperoleh pada pendekat 1 (satu) DS = 0,874, pada pendekat 2 (dua) DS = 0,858, pendekat 3 (tiga) DS = 0,847 dan pendekat 4 (empat) DS = 0,832. Sedangkan pada alternatif 2, nilai derajat kejenuhan pada pendekat 1 (satu) DS = 0,874, pada pendekat 2 (dua) nilai DS = 0,858, pendekat 3 (tiga) nilai DS = 0,890 dan pendekat 4 (empat) DS = 0,555. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan derajat kejenuhan dari semua kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Perbandingan Derajat Kejenuhan pada Kondisi Eksisting dan Perbaikan

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)		
	DS Eksisting	DS Alternatif 1	DS Alternatif 2
1	1,121	0,874 (+22,033%)	0,874 (+22,033%)
2	0,314	0,858 (-173,248%)	0,858 (-173,248%)
3	1,536	0,847 (+44,857%)	0,890 (+42,057%)
4	0,228	0,832 (-264,912%)	0,555 (-143,421%)

Dari tabel di atas, diketahui bahwa di pendekat 1 (satu) DS Eksisting lebih besar dibandingkan dengan DS Alternatif 1 dan DS Alternatif 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbaikan waktu sinyal yang direncanakan menghasilkan peningkatan kapasitas jalan pada pendekat 1 (satu) dibandingkan dengan kondisi eksisting saat diatur oleh petugas di lapangan. Peningkatan kapasitas jalan pada perencanaan alternatif 1 dan alternatif 2 juga terjadi pada pendekat 3 (tiga). Derajat kejenuhan kondisi eksisting pada pendekat 2 (dua) lebih kecil dibandingkan nilai derajat kejenuhan pada alternatif 1 dan alternatif 2. Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan kapasitas jalan pada pendekat 2 (dua). Hal yang mempengaruhi hasil nilai derajat kejenuhan tersebut yaitu adanya penyesuaian perhitungan waktu hijau

dan waktu siklus. Pendekat 4 (empat) juga memiliki nilai DS yang lebih besar pada kedua alternatif dibandingkan kondisi eksisting, sehingga kapasitas jalan yang dihasilkan mengalami penurunan. Untuk memperlihatkan perbedaannya, penyajian hasil derajat kejenuhan ditampilkan dengan grafik pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Derajat Kejenuhan

5.4.3 Panjang Antrian

Hasil pengamatan panjang antrian di lapangan diperoleh dengan mengukur langsung panjang antrian di setiap pendekat oleh surveyor pada saat jam puncak. Panjang antrian kondisi eksisting yang digunakan adalah panjang antrian pada waktu siklus eksisting yang mendekati waktu siklus pada perencanaan perbaikan. Panjang antrian (QL) pada pendekat 1 (satu) yaitu 107,50 meter. Panjang antrian (QL) pada pendekat 2 (dua) yaitu 260,00 meter. Pada pendekat 3 (tiga) panjang antrian yang diperoleh sepanjang 39,00 meter. Sedangkan panjang antrian pendekat 4 (empat) adalah 34,90 meter.

Analisis panjang antrian (QL) dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 pada kondisi eksisting dilakukan dengan menggunakan waktu hijau yang didapat saat pengamatan di lapangan. Hasil dari analisis panjang antrian dengan MKJI 1997 ini merupakan panjang antrian maksimum yang

dijinkan. pada pendekat 1 (satu) QL = 400 meter, pada pendekat 2 (dua) didapatkan QL = 260meter. Sedangkan panjang antrian rata-rata pada pendekat 3 (tiga) QL = 400meter, dan pada pendekat 4 (empat) QL = 94,74meter.

Setelah dilakukan perbaikan dengan metode MKJI 1997, maka diperoleh nilai panjang antrian yang berbeda-beda pada tiap pendekat. Pada alternatif 1, panjang antrian yang diperoleh pada pendekat 1 (satu) QL= 400 meter, pendekat 2 (dua) QL= 143,103 meter, pendekat 3 (tiga) QL= 389,251 meter dan pada pendekat 4 (empat) QL= 140,029 meter. Pada alternatif 2, pada pendekat 1 (satu) QL = 400 meter, pendekat 2 (dua) diperoleh QL = 143,029meter, panjang antrian (QL) pendekat 3 (tiga) = 400meter dan pada pendekat 4 (empat) QL = 115,646meter. Hasil panjang antrian yang diperoleh di lapangan, analisis panjang antrian dengan MKJI 1997 pada kondisi eksisting dan panjang antrian pada perencanaan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil Panjang Antrian pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Perbaikan

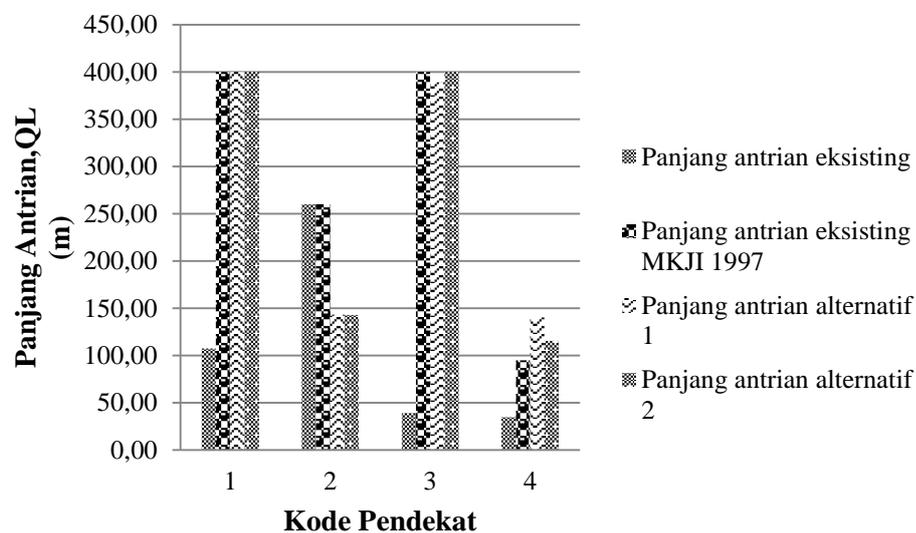
No.	Kondisi	Panjang antrian, QL (meter)			
		Kode Pendekat			
		1	2	3	4
1	Eksisting di lapangan	107,50	260	39	34,90
2	Eksisting dengan MKJI 1997	400	260	400	94,74
3	Alternatif 1	400	143,103	389,251	140,029
4	Alternatif 2	400	143,029	400	115,646

Pada tabel di atas diketahui bahwa panjang antrian yang diperoleh langsung di lapangan tidak lebih besar dari panjang antrian eksisting yang dihitung dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Perbandingan hasil panjang antrian kondisi eksisting lapangan dengan rencana perbaikan diperoleh hasil bahwa pada pendekat 1, pendekat 3 dan pendekat 4 panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 lebih besar dibanding dengan kondisi eksistingnya. Sedangkan pada pendekat 2 panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 lebih kecil dari panjang antrian di lapangan.

Dari tabel rekapitulasi panjang antrian di atas diketahui bahwa pada pendekat 1 (satu) panjang antrian maksimum kondisi eksisting dengan MKJI 1997 dan perencanaan perbaikan pada alternatif 1 dan alternatif 2 hasilnya sama yaitu 400 meter. Pada pendekat 2 (dua) hasil panjang antrian pada kondisi eksisting mengalami penurunan setelah dilakukan perbaikan dengan alternatif 1 dan alternatif 2. Penurunan panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 masing-masing adalah 116,897 meter dan 116,871 meter. Panjang antrian pada pendekat 3 (tiga) mengalami penurunan panjang setelah dilakukannya perbaikan alternatif 1, penurunan panjang antrian pada alternatif 1 yaitu 10,749 meter. Sedangkan pada pendekat 4 (empat) panjang antrian pada kondisi eksisting mengalami peningkatan pada alternatif 1 dan alternatif 2. Peningkatan pada masing-masing alternatif adalah 45,289 meter dan 20,906 meter.

Penyajian perbedaan panjang antrian pada kondisi eksisting dengan perencanaan perbaikan ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Panjang Antrian pada Kondisi Eksisting dengan Perencanaan Perbaikan

5.4.4 Tundaan

Perhitungan tundaan (DT) pada kondisi eksisting menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Tundaan rata-rata pada pendekat 1 (satu) DT = 372,106 det/smp. Pada pendekat 2 (dua) tundaan yang diperoleh DT = 88,043 det/smp. Sedangkan pada pendekat 3 (tiga) tundaan rata-rata DT = 1083,613 det/smp dan pada pendekat 4 (empat) diperoleh DT = 20,284 det/smp. Nilai tundaan kondisi eksisting yang digunakan merupakan hasil tundaan dari waktu siklus buka tutup kondisi eksisting yang mendekati waktu siklus pada perencanaan perbaikan.

Setelah dilakukannyaperencanaan perbaikan, tundaan yang diperoleh dari tiap pendekat berubah. Pada alternatif 1, tundaan di pendekat 1 (satu) DT = 25,481 det/smp, pendekat 2 (dua) DT = 82,453 detik/smp, pendekat 3 (tiga) DT = 23,1 detik/smp dan pendekat 4 (empat) DT = 77,611 det/smp. Dilanjutkan dengan analisis pada alternatif 2 hasil tundaan pada pendekat 1(satu) DT = 25,028 det/smp, pada pendekat 2 (dua) tundaannya menjadi DT = 82,069 det/smp, tundaan di pendekat 3 (tiga) DT = 29,378 det/smp dan pada pendekat (empat) DT = 50,154 det/smp. Hasil perhitungan tundaan yang diperoleh dari kondisi eksisting dan setelah diperbaiki dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

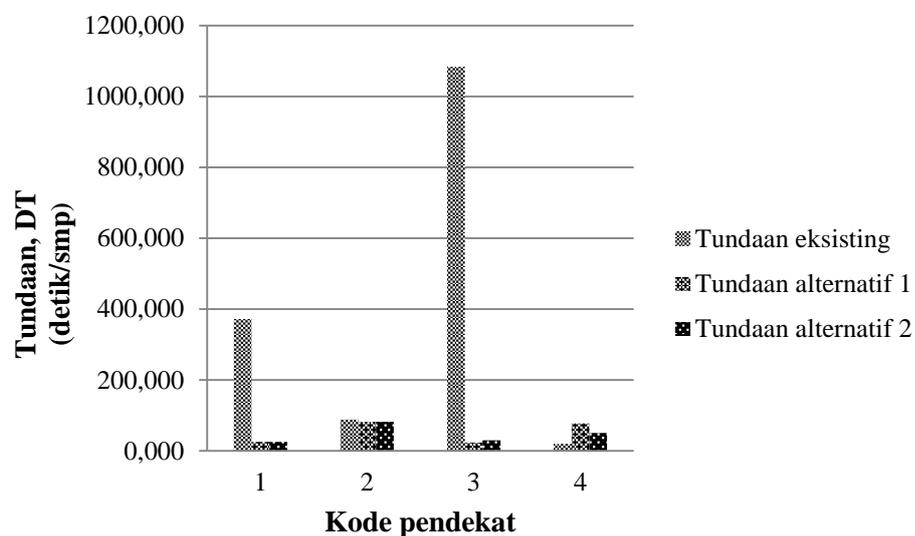
Tabel 5.13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tundaan Kondisi Eksisting dan Perencanaan Perbaikan

No.	Kondisi	Tundaan, DT (detik/smp)			
		Kode Pendekat			
		1	2	3	4
1	Eksisting dengan MKJI 1997	372,106	88,043	1.083,613	20,284
2	Alternatif 1	25,481 (+93,152%)	82,453 (+6,349%)	23,100 (+97,868%)	77,611 (-282,621%)
3	Alternatif 2	25,028 (+93,274%)	82,069 (+6.785%)	29,378 (+97,289%)	50,154 (-147,259%)

Dari tabel di atas, pada kondisi eksisting menghasilkan nilai tundaan yang sangat besar sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tundaan yang terjadi pada tiap pendekat menghasilkan tundaan yang lebih kecil sehingga menunjukkan nilai tingkat pelayanan jalan yang lebih baik. Tundaan eksisting pada pendekat 1 (satu), pendekat 2 (dua) dan pendekat 3 (tiga) setelah dilakukan perbaikan dengan

alternatif 1 maupun alternatif 2 memperoleh hasil tundaan yang lebih kecil. Kondisi tersebut menunjukkan pada ketiga pendekat tersebut mengalami peningkatan pelayanan jalan menjadi lebih baik. Pada pendekat 4 (empat) hasil tundaan setelah dilakukan perbaikan dengan kedua alternatif hasilnya lebih besar dari kondisi eksistingnya. Sehingga tingkat pelayanan pada pendekat 4 (empat) mengalami penurunan.

Penyajian perbedaan tundaan pada kondisi eksisting dengan perencanaan perbaikan ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Tundaan pada Kondisi Eksisting dan Perencanaan Perbaikan