

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data Primer

Pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan selama 2 (dua) hari, yaitu Minggu dan Selasa (21 dan 23 Mei 2017). Survei arus lalu lintas pada simpang bersinyal ini dilakukan dengan mencatat secara langsung di lapangan dengan durasi 12 jam yaitu pada pukul 06.00-18.00 WIB. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas setiap jenis kendaraan yang melintasi simpang APMD ini. Untuk hasil survei data lalu lintas per 1 jam yang melewati simpang APMD selama 12 jam yang telah dikonversi ke satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan 5.2 berikut. Untuk data lalu lintas per 15 menit dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai Lampiran 8.

Tabel 5.1 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Selasa

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)			
	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Barat	Lengan Timur
06.00-07.00	330	388	354	63
07.00-08.00	464	538	431	91
08.00-09.00	460	511	294	83
09.00-10.00	383	491	303	81
10.00-11.00	372	495	343	84
11.00-12.00	389	511	331	82
12.00-13.00	348	545	342	105
13.00-14.00	471	562	390	119
14.00-15.00	473	481	403	99
15.00-16.00	464	495	409	111
16.00-17.00	542	522	522	113
17.00-18.00	464	459	416	88

Tabel 5.2 Data Lalu Lintas Kendaraan Pada Hari Minggu

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)			
	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Barat	Lengan Timur
06.00-07.00	236	342	213	37
07.00-08.00	400	436	291	48
08.00-09.00	464	453	307	61
09.00-10.00	526	468	290	52
10.00-11.00	496	610	270	40
11.00-12.00	559	533	305	40
12.00-13.00	607	539	397	47
13.00-14.00	417	534	403	40
14.00-15.00	400	467	403	32
15.00-16.00	412	504	411	40
16.00-17.00	424	563	456	51
17.00-18.00	362	465	355	41

Hasil data waktu siklus lalu lintas didapat secara langsung di lapangan pada lampu lalu lintas tiap-tiap lengan pendekat. Waktu siklus kondisi eksisting pada simpang APMD adalah 113 detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Data geometri yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe lingkungan jalan, median jalan, dan lebar tiap-tiap pendekat. Pada tiap-tiap lengan di simpang ini tidak terdapat median dan tipe lingkungan jalannya adalah komersial (COM). Untuk lengan pendekat Utara lebarnya adalah 7 meter dan dilarang belok kiri ketika merah. Untuk lengan pendekat Selatan, Barat, Timur masing-masing lebarnya adalah 9, 10, dan 6 meter serta boleh belok kiri ketika merah (LTOR).

5.2 Hasil Pengumpulan Data Sekunder

Data berikutnya yang diperlukan adalah data sekunder yang berupa denah lokasi penelitian dan data jumlah pertumbuhan kendaraan dari tahun-tahun sebelumnya. Gambar denah lokasi dapat dilihat pada sub bab sebelumnya yaitu pada Gambar 4.3. Pertumbuhan kendaraan bermotor diambil dari tahun 2012

hingga 2016 untuk melihat rasio pertumbuhan kendaraan bermotor tiap tahunnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.15.

5.3 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

5.3.1 Jam Puncak Arus Lalu Lintas (*Peak Hour*)

Waktu pengambilan data lalu lintas dilakukan untuk mengetahui jam puncak arus lalu lintas. Jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat dan pulang kerja, makan siang, maupun aktivitas para pelajar, mahasiswa dan lain-lain. Untuk jam puncak pada hari Selasa 23 Mei 2017 yaitu pada jam 16.00 – 17.00 WIB dan untuk jam puncak pada hari Minggu 21 Mei 2017 juga terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB. Rekapitulasi data per 1 jam yang telah dikonversi dengan mengalikan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) jam puncak arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4 berikut.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Pada Hari Selasa

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)
06.00-07.00	1138,1
07.00-08.00	1525,9
08.00-09.00	1350,1
09.00-10.00	1259,5
10.00-11.00	1295,8
11.00-12.00	1315,5
12.00-13.00	1342,5
13.00-14.00	1543,2
14.00-15.00	1458,0
15.00-16.00	1480,0
16.00-17.00	1700,4
17.00-18.00	1428,7

Tabel 5.4 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Pada Hari Minggu

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)
06.00-07.00	829,9
07.00-08.00	1176,5
08.00-09.00	1286,9
09.00-10.00	1337,1
10.00-11.00	1417,3
11.00-12.00	1439,7
12.00-13.00	1592,2
13.00-14.00	1396,2
14.00-15.00	1304,4
15.00-16.00	1369,2
16.00-17.00	1495,4
17.00-18.00	1225,2

Dari data di atas maka diketahui jam paling padat arus lalu lintas di simpang APMD Jalan Timoho terdapat pada hari Selasa pukul 16.00 – 17.00 WIB.

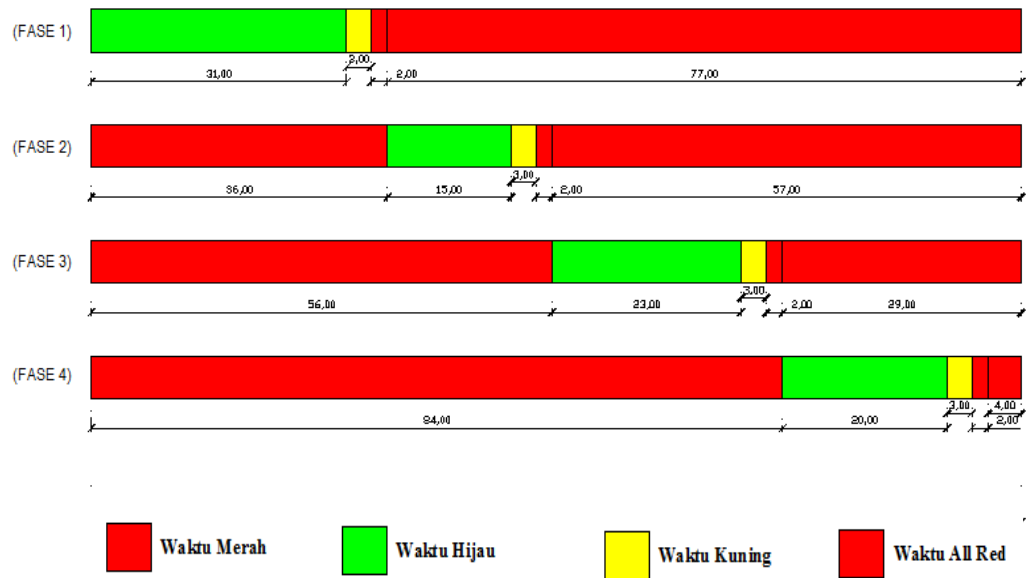
5.3.2 Data Lampu Lalu Lintas

Data lampu lalu lintas pada simpang bersinyal APMD Jalan Timoho dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

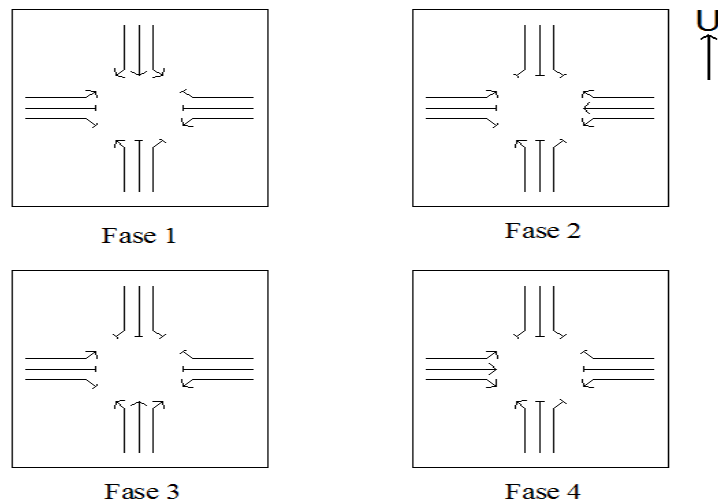
Tabel 5.5 Data Lampu Lalu Lintas

Fase	Pendekat	Waktu nyala lampu (dtk)				Siklus waktu
		Merah	Kuning	Hijau	All red	
1	Utara	77	3	31	2	113
2	Timur	93	3	15	2	
3	Selatan	85	3	23	2	
4	Barat	88	3	20	2	

Diagram waktu siklus simpang bersinyal APMD Jalan Timoho dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan keempat fase di atas dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.1 Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas Simpang APMD Kondisi Eksisting



Gambar 5.2 Arah Fase Kondisi Eksisting

5.3.3 Penggunaan Formulir SIG-I

Formulir SIG-I : geometrik, pengaturan lalu lintas dan lingkungan

Kota : Yogyakarta

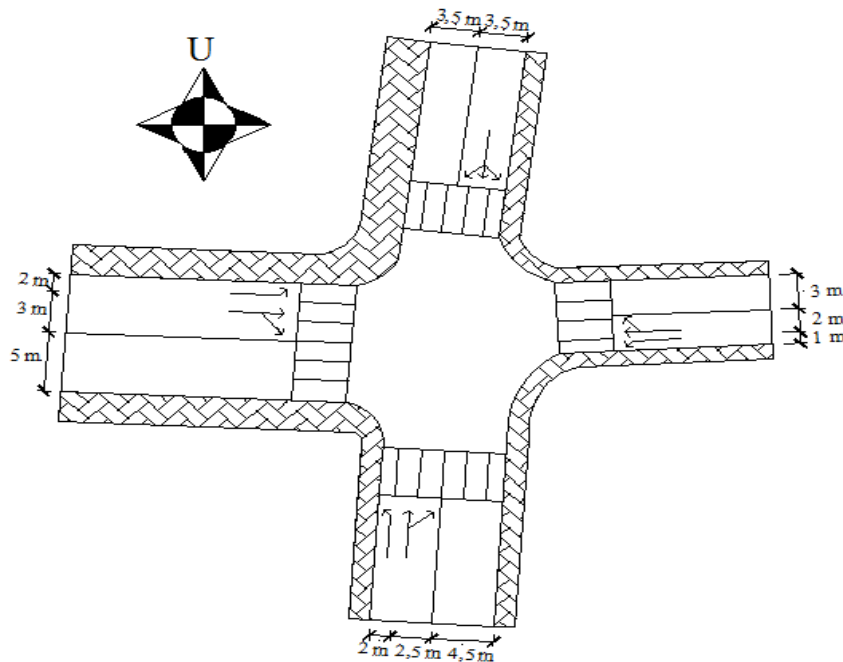
Ukuran kota : 412.704 jiwa

Hari/tanggal : Selasa, 23 Mei 2017

Data geometrik dan kondisi lingkungan di kawasan simpang bersinyal APMD dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.3 berikut ini.

Tabel 5.6 Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Simpang Bersinyal APMD

Kode Pendekat	Utara	Selatan	Barat	Timur
Tipe lingkungan jalan	COM	COM	COM	COM
Median	-	-	-	-
LTOR	-	Ya	Ya	Ya
Lebar pendekat (WA) m	3,5	4,5	5	3
Lebar pendekat masuk (Wmasuk) m	3,5	2,5	3	2
Lebar pendekat LTOR (WLTOR) m	-	2	2	1
Lebar pendekat keluar (Wkeluar) m	4,5	3,5	3	5



Gambar 5.3 Kondisi Geometri Simpang

5.3.4 Penggunaan Formulir SIG-II

Formulir SIG-II berisi tentang data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (belok kiri maupun belok kanan) pada simpang bersinyal APMD.

1. Volume kendaraan ringan (Q_{LV}) : 258 smp/jam
2. Volume kendaraan berat (Q_{HV}) : 14 smp/jam
3. Volume sepeda motor (Q_{MC}) : 270 smp/jam
4. Volume kendaraan bermotor total (Q_{MV}) : 542 smp/jam
5. Volume kendaraan tidak bermotor total (Q_{UM}) : 17 kend/jam
6. Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT})

$$Q_{LT} = 49 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MV} = 542 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} P_{LT} &= Q_{LT} / Q_{MV} \\ &= 49/542 \\ &= 0,091 \end{aligned}$$

7. Rasio kendaraan belok kanan (P_{RT})

$$Q_{RT} = 167 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MV} = 542 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} P_{RT} &= Q_{RT} / Q_{MV} \\ &= 167/542 \\ &= 0,308 \end{aligned}$$

8. Rasio kendaraan tak bermotor dan bermotor

$$Q_{UM} = 17 \text{ kend/jam}$$

$$Q_{MV} = 2082 \text{ kend/jam}$$

$$\begin{aligned}
P_{UM} &= Q_{UM} / Q_{MV} \\
&= 17/2082 \\
&= 0,00817
\end{aligned}$$

Data arus lalu lintas dan rasio berbelok pada tiap-tiap lengan pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal APMD

Kode Pendekat	Arah	Volume Kendaraan					
		HV	LV	MC	Kendaraan Total	Rasio Berbelok	
		smp / jam	smp / jam	smp / jam	smp / jam	PLT/LTOR	PRT
U	LT/LTOR	0	21	28	49	0,091	
	ST	12	224	245	481		
	RT	3	91	73	167		0,308
	Total	14	259	270	542		
S	LT/LTOR	1	129	125	255	0,488	
	ST	16	151	186	352		
	RT	0	9	6	15		0,028
	Total	17	239	266	522		
B	LT/LTOR	4	112	114	230	0,440	
	ST	0	21	22	43		
	RT	4	165	180	349		0,669
	Total	8	248	266	522		
T	LT/LTOR	0	31	21	52	0,453	
	ST	0	18	7	25		
	RT	0	14	23	37		0,329
	Total	0	63	51	114		

Perhitungan Formulir SIG-II selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

5.3.5 Penggunaan Formulir SIG-III

Formulir SIG-III berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas yang terjadi pada kondisi di lapangan berlangsung

1. Penentuan fase sinyal

Fase 1 untuk pendekat Utara

Fase 2 untuk pendekat Timur

Fase 3 untuk pendekat Selatan

Fase 4 untuk pendekat Barat

2. Berdasarkan hasil survei sinyal lampu lalu lintas, didapat waktu merah semua (*all red*) untuk masing-masing fase adalah 2 (dua) detik dan waktu kuning untuk masing-masing pendekat adalah 3 (tiga) detik.
3. Waktu hilang total (LTI) diperoleh dan hasil penjumlahan antara waktu merah semua (*all red*) dan waktu kuning, dengan kata lain waktu hilang total adalah penjumlahan waktu antar hijau (IG) pada tiap-tiap fase. Waktu hilang simpang APMD adalah 24 detik.

5.3.6 Penggunaan Formulir SIG-IV

Formulir SIG-IV berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan-tundaan. Berikut adalah contoh perhitungan pada pendekat Utara.

1. Perhitungan arus jenuh (S)

Dalam penentuan arus jenuh (S), dapat dilihat Persamaan 3.1 pada Bab III sebelumnya.

a. Arus jenuh dasar (So)

Tipe pendekat : terlindung (P)

Lebar efektif (W) : 3,5 m

Arus jenuh dasar (So) : 2730 smp/jam hijau

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Jumlah penduduk : 412.704 jiwa (tahun 2016)

Fcs : 0,83 (Tabel 3.2)

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf)

Lingkungan jalan : komersial (COM)

Hambatan samping : rendah

Tipe fase : terlindung (P)

Rasio kendaraan tak bermotor: 0,00817

Fsf : 0,95 (Tabel 3.3)

d. Faktor penyesuaian kelandaian (Fg)

Kelandaian : 0 %

Fg : 1,00 (lihat Gambar 3.3)

e. Faktor penyesuaian koreksi parkir (Fp)

Jarak antara garis henti dan kendaraan parkir pertama (L) > 80 m maka Fp didapat 1,00 (lihat Gambar 3.4)

f. Faktor penyesuaian belok kanan (Frt)

Dapat dilihat pada Gambar 3.5 maka diperoleh nilai Frt = 1,055

g. Faktor penyesuaian belok kiri (Flt)

Dapat dilihat pada Gambar 3.6 maka diperoleh nilai Flt = 0,886

Maka nilai arus jenuh (S) dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 3.4 yaitu :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam hijau}$$

$$= 2730 \times 0,83 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,055 \times 0,886$$

$$= 2012 \text{ smp/jam hijau}$$

2. Arus lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) dapat dilihat pada formulir SIG-II yaitu 542 smp/jam

3. Rasio arus (FR)

Rasio arus (FR) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.6.

$$FR = Q/S$$

$$= 542 / 2012$$

$$= 0,27$$

4. Rasio fase (PR)

Rasio fase (PR) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.8.

$$\begin{aligned} PR &= FR_{crit} / IFR \\ &= 0,27 / 0.684 \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

5. Waktu siklus sebelum dan setelah penyesuaian

Waktu siklus kondisi eksisting yang digunakan berdasar pada hasil pengamatan di lapangan, yaitu sebesar 113 detik.

6. Waktu hijau (g)

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan waktu hijau (g) = 31 detik

7. Kapasitas (C)

Kapasitas dapat dicari menggunakan Persamaan 3.12.

$$\begin{aligned} C &= S \times g/c \\ &= 2012 \times (31/113) \\ &= 552 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

8. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.13.

$$\begin{aligned} Ds &= Q / C \\ &= 542 / 552 \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai derajat kejenuhan (DS) pendekat Utara pada simpang APMD Jalan Timoho Kota Yogyakarta sebesar 0,98. Nilai tersebut sudah melewati batas jenuh standar kelayakan suatu jalan yaitu 0,75. Rekapitulasi perhitungan pada semua lengan pendekat dapat dilihat di Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Analisis Eksisting Simpang Bersinyal APMD

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	542	552	0,98
Selatan	522	555	0,94
Barat	522	587	0,89
Timur	114	247	0,46

Berdasarkan Tabel 5.8 di atas, lengan pada simpang bersinyal APMD Jalan Timoho untuk pendekat Utara, Selatan, Barat tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997 ($DS > 0,75$). Untuk perhitungan detail formulir SIG-IV dapat dilihat pada lampiran 10.

5.3.7 Penggunaan Formulir SIG-V

Formulir SIG-V berisi tentang perhitungan tundaan, panjang antrian, dan jumlah kendaraan terhenti. Berikut contoh perhitungan pada pendekat Utara.

1. Jumlah kendaraan terhenti dari fase hijau sebelumnya (NQ1)

Dengan menggunakan Persamaan 3.14, dengan nilai $DS = 0,98$ dan $C = 552$ smp/jam, maka diperoleh nilai NQ1 sebesar 9,37 smp.

2. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2)

Dengan menggunakan Persamaan 3.16, dengan nilai $DS = 0,98$, $C = 552$ smp/jam, dan $GR = 0,274$ maka diperoleh NQ2 sebesar 19,45 smp.

3. Jumlah kendaraan antri (NQ)

Jumlah kendaraan antri merupakan penjumlahan antara NQ1 dan NQ2 dapat dilihat pada Persamaan 3.17.

$$\begin{aligned}
 NQ &= NQ1 + NQ2 \\
 &= 9,37 + 19,45 \\
 &= 28,82 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

4. Jumlah kendaraan antri maksimum (NQMAX)

Untuk menentukan NQMAX dapat dicari dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.9 maka didapatkan NQMAX = 41,2

5. Panjang antrian (QL)

Setelah diketahui nilai NQMAX maka didapatkan nilai QL dengan menggunakan persamaan 3.18.

$$\begin{aligned}
 QL &= NQMAX \times W_{Masuk} \\
 &= 41,2 \times 3,5 \\
 &= 235,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

6. Jumlah kendaraan henti (Nsv)

Jumlah kendaraan terhenti dapat dicari menggunakan Persamaan 3.20

$$\begin{aligned}
 Nsv &= Q \times NS \\
 &= 542 \times 1,5 \\
 &= 826 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

7. Tundaan rata-rata (D)

Jumlah tundaan rata-rata dapat dicari dengan menjumlahkan tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dan tundaan geometri rata-rata (DG).

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times (0,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times ds)) + (NQ1 \times 3600 / C) \\
 &= 113 \times (0,5 \times (1-0,274)^2 / (1-0,274 \times 0,98)) + (9,37 \times 3600 / 552) \\
 &= 101,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DG &= (1-\rho_{sv}) \times \rho_T \times 6 + (\rho_{sv} \times 4) \\
 &= (1-1,5) \times (0,091 + 0,308) \times 6 + (1,5 \times 4) \\
 &= 4,9 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= DT + DG \\
 &= 101,8 + 4,9 \\
 &= 106,7 \text{ dtk/smp}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan dapat dilihat di tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Analisis Eksisting Simpang Bersinyal APMD

Pendekat	NQ (smp/jam)	QL (m)	NS (stop/smp)	Nsv (smp/jam)	D (dtk/smp)
Utara	28,82	235,25	1,5	826	106,7
Selatan	24,12	279,93	1,3	692	84,6
Barat	21,63	211,45	1,2	620	68,6
Timur	3,72	81,94	0,9	107	48,3

Hasil jumlah antrian kendaraan, panjang antrian, dan tundaan, cukup tinggi di seluruh pendekat. Untuk perhitungan detail dapat dilihat pada Lampiran 11.

5.4 Alternatif Pemecah Masalah

Alternatif pemecah masalah sesuai pedoman MKJI 1997 yang dipilih untuk memperbaiki kinerja simpang bersinyal APMD adalah sebagai berikut.

1. Alternatif 1

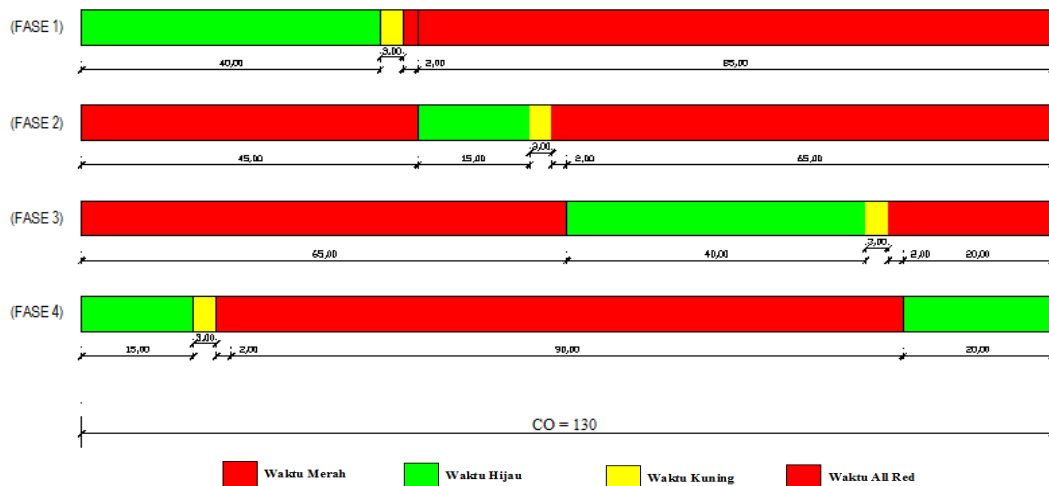
Perbaikan kinerja simpang APMD Jalan Timoho dengan pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas. Waktu siklus dipengaruhi oleh jumlah kendaraan. Dengan jumlah kendaraan kondisi eksisting, waktu siklus 113 detik tidak memenuhi syarat sehingga derajat kejenuhannya tinggi yaitu 0,98. Maka dari itu dilakukan waktu siklus pra penyesuaian sesuai dengan pedoman Bina Marga (MKJI,1997) yang dihitung menggunakan Persamaan 3.9 didapatkan 129,4 detik

yang kemudian disesuaikan menjadi 130 detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.10 Waktu Siklus Alternatif I

Fase	Pendekat	Waktu nyala lampu (dtk)				Siklus
		Merah	Kuning	Hijau	All red	
1	Utara	85	3	40	2	130
2	Timur	110	3	15	2	
3	Selatan	85	3	40	2	
4	Barat	100	3	35	2	

Diagram waktu sinyal dengan perbaikan berupa pengaturan waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Diagram Waktu Siklus dengan Alternatif I

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal APMD setelah perbaikan dengan menggunakan alternatif I yaitu pengaturan ulang waktu siklus lalu lintas simpang menjadi 130 detik, menunjukkan hasil yang kurang maksimal pada lengan pendekat utara yaitu $DS > 0,75$ dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

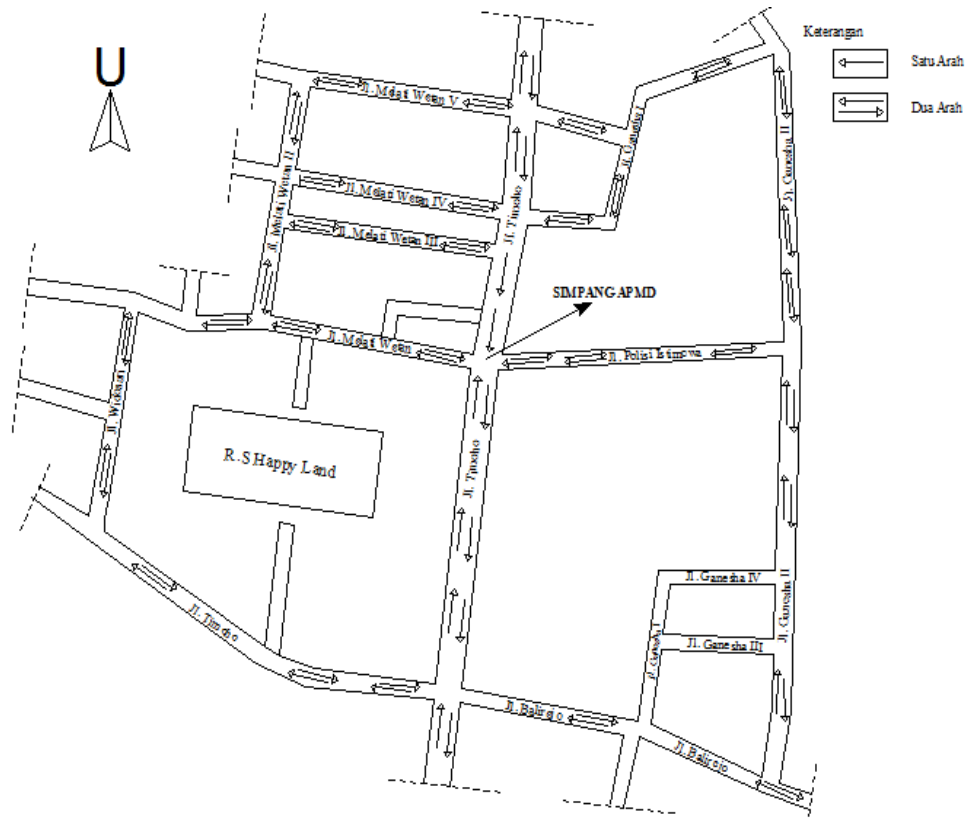
Tabel 5.11 Rekapitulasi Perbaikan Simpang pada Alternatif I

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	NQ (smp/jam)	QL (m)	D (dtk/smp)
Utara	542	671	0,81	19,45	164,85	51,8
Selatan	522	682	0,77	18,61	221,99	55,0
Barat	522	691	0,76	18,75	186,26	58,0
Timur	114	232	0,49	3,81	83,07	56,8

Untuk perhitungan detail alternatif I dapat dilihat pada Lampiran 12 dan Lampiran 13.

2. Alternatif II

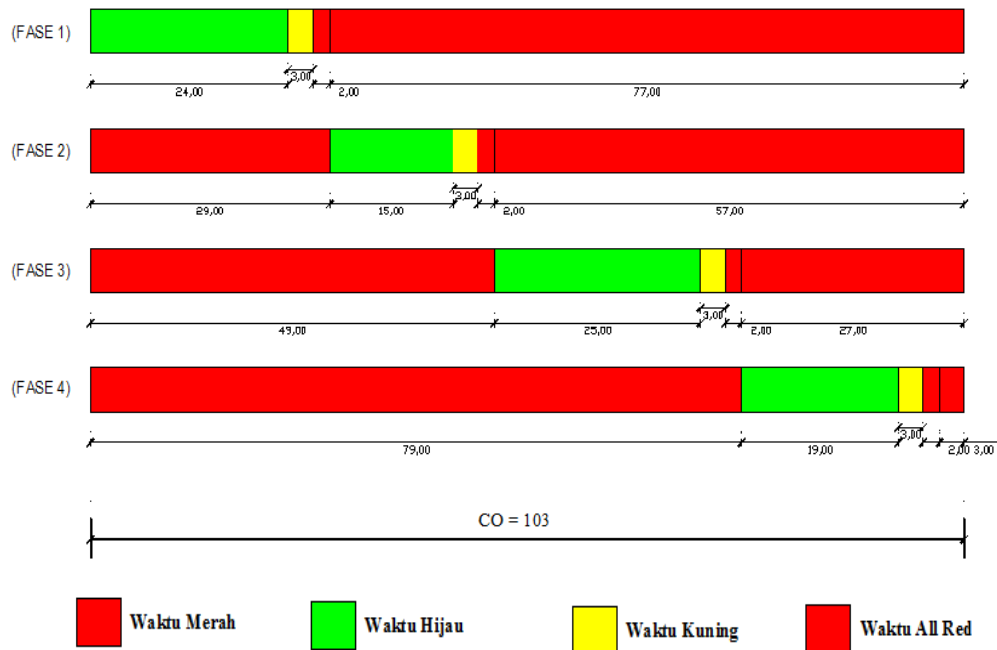
Pada alternatif II dilakukan penerapan satu arah pada lengan pendekat Utara ke arah Selatan. Hal ini dikarenakan volume lalu lintas jam puncak pada arah Utara – Selatan paling tinggi. Dengan demikian semua arah menuju utara dari tiap lengan pendekat ditiadakan dengan asumsi perencanaan yaitu 50% kendaraan mengambil jalur lain atau simpang lain kemudian 50% lainnya tetap melewati simpang tersebut dan mengambil jalan memutar. Dengan penerapan satu arah, waktu siklus pra penyesuaian yang dihitung menggunakan Persamaan 3.9 juga ikut berubah menjadi 102,7 kemudian disesuaikan menjadi 103. Untuk penjelasan situasi skenario dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan detail waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.5 Peta Situasi Alternatif II

Tabel 5.12 Waktu Siklus Alternatif II

Pendekat	Waktu nyala lampu (dtk)				Siklus
	Merah	Kuning	Hijau	All red	
Utara	77	3	24	2	103
Timur	86	3	15	2	
Selatan	76	3	25	2	
Barat	82	3	19	2	



Gambar 5.6 Diagram Waktu Siklus Alternatif II

Rekapitulasi hasil perhitungan Alternatif II dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif II

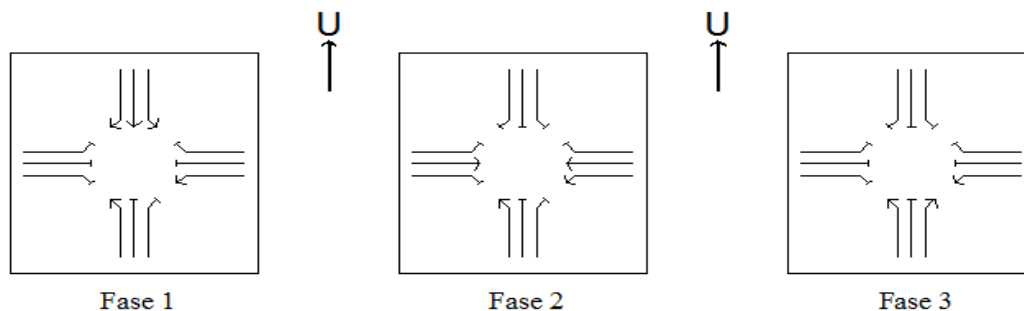
Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	NQ (smp/jam)	QL (m)	D (dtk/smp)
Utara	542	1073	0,51	16,60	143,47	36,0
Selatan	327	758	0,43	9,57	126,99	33,9
Barat	380	700	0,54	12,32	129,91	40,6
Timur	95	310	0,31	2,74	68,96	38,5

Derajat kejenuhan Alternatif II pada tiap-tiap pendekat telah memenuhi persyaratan yaitu $DS < 0,75$. Namun nilai tundaan (D) belum memenuhi batas stabil

tingkat pelayanan (*level of service*). Oleh karena itu dilakukan alternatif III. Untuk perhitungan detail dapat dilihat pada Lampiran 14, Lampiran 15 dan Lampiran 16.

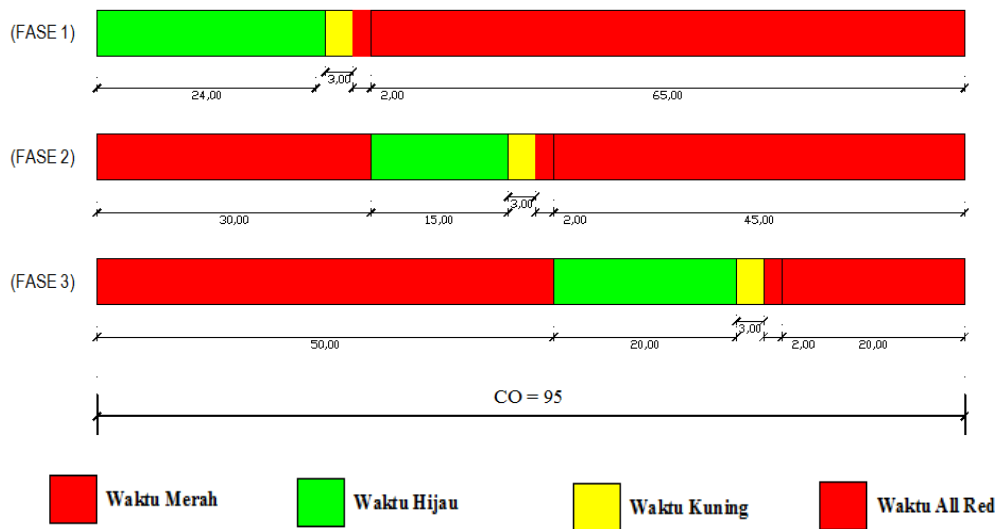
3. Alternatif III

Alternatif III adalah perubahan fase simpang. Alternatif ini dilakukan dengan merubah fase dari 4 fase menjadi 3 fase dengan menerapkan kembali alternatif II yaitu penerapan arus satu arah dari arah Utara agar kapasitasnya lebih efektif menampung arus lalu lintas yang tinggi. Pada alternatif ini fase pendekat Barat dan pendekat Timur dibuat menjadi satu fase bersamaan jadi untuk pendekat Barat tidak boleh belok kanan sehingga, jika ingin ke Selatan kendaraan dari arah Barat harus lurus dulu ke arah Timur kemudian memutar balik di arah Timur ataupun mengambil jalur lain. Perencanaan ini dilakukan karena arus lalu lintas pada lengan pendekat Timur sedikit sehingga memungkinkan kendaraan dari arah Barat memutar balik di lengan Timur. Skenario alternatif III dapat dilihat pada Gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.7 Arah Fase pada Alternatif III

Dengan perubahan fase simpang menjadi tiga fase maka kendaraan yang melintas pun berkurang sehingga berpengaruh pada waktu siklus pra penyesuaian yang berpedoman pada MKJI 1997. Waktu siklus pra penyesuaian didapatkan hasil 94,4 detik kemudian disesuaikan menjadi 95 detik. Diagram waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut dan rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.14.



Gambar 5.8 Diagram Waktu Sinyal dengan 3 Fase

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif III

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	NQ (smp/jam)	QL (m)	D (dtk/smp)
Utara	542	1184	0,46	15,89	138,15	23,12
Selatan	327	802	0,41	9,31	124,31	20,17
Barat	208	585	0,36	6,37	77,84	23,87
Timur	95	328	0,29	2,68	68,27	22,72

Pada penerapan alternatif di atas menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (DS) dan tundaan (D) yang memiliki hasil paling terkecil adalah alternatif III. Maka dari itu alternatif III yang telah terpilih sebagai alternatif pemecahan masalah untuk 5 tahun mendatang. Untuk perhitungan detail alternatif III dapat dilihat pada Lampiran 17, Lampiran 18 dan Lampiran 19.

5.5 Analisis Kinerja Simpang Pada 5 Tahun Mendatang

Analisis kinerja simpang 5 tahun mendatang dilakukan untuk dapat memperkirakan kondisi kelayakan jalan pada 5 tahun mendatang berdasarkan nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan (D) sesuai dengan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Untuk dapat mengetahui kinerja simpang pada tahun 2022 perlu dilakukan analisis pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor agar dapat memperkirakan jumlah penduduk dan jumlah arus kendaraan yang melewati simpang tersebut.

5.5.1 Analisis Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Pada Lima Tahun Mendatang

Analisis pertumbuhan arus lalu lintas digunakan sebagai asumsi kenaikan jumlah arus lalu lintas yang melewati simpang APMD pada tahun 2022. Untuk mendapatkan angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor sesuai dengan jenisnya, digunakan data sekunder berupa data jumlah kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta pada periode tahun 2012–2016.

$$\begin{aligned}\text{Pertumbuhan (\%)} &= ((\text{LV } 2013 - \text{LV } 2012) / \text{LV } 2012) \times 100\% \\ &= ((48.163 - 45.410) / 45.410) \times 100\% \\ &= 6,06 \%\end{aligned}$$

Untuk hasil rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Kota Yogyakarta

Tahun	Jumlah Kendaraan (Kend)				Pertumbuhan (%)			
	LV	HV	MC	Total	LV	HV	MC	Total
2016	57.590	16.693	415.836	490.119	5,58%	1,90%	4,06%	4,16%
2015	54.546	16.381	399.615	470.542	3,19%	1,75%	3,08%	3,05%
2014	52.861	16.099	387.666	456.626	9,75%	2,58%	7,29%	7,40%
2013	48.163	15.694	361.318	425.175	6,06%	2,93%	6,16%	6,03%
2012	45.410	15.247	340.350	401.007				

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta (2017)

Dari Tabel 5.15 di atas dapat diketahui persentase pertumbuhan kendaraan tiap tahunnya. Kemudian diketahui rata-rata pertumbuhannya seperti berikut.

1. $i_{LV} = 5,80\%$
2. $i_{HV} = 1,86\%$
3. $i_{MC} = 5,24\%$

Prediksi jumlah arus lalu lintas pada tahun 2022 didapatkan berdasarkan angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta. Nilai variabel tahun dasar rata – rata menggunakan data hasil survei jumlah kendaraan pada jam sibuk yang melewati simpang APMD pada tahun 2017. Selanjutnya digunakan Persamaan 3.26 untuk perhitungan perkiraan jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan ini pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2022. Prediksi arus lalu lintas pada tahun 2017 - 2022 secara detail dapat dilihat pada Lampiran.

Untuk dapat digunakan dalam analisis derajat kejenuhan (DS) perlu dilakukan konversi jumlah kendaraan dalam satuan mobil penumpang. Untuk dapat merubah satuan mobil penumpang digunakan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) sesuai dengan jenis kendaraan. Berikut contoh perhitungan prediksi pendekat Utara pada kendaraan sepeda motor.

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1 + i)^n \\ &= 267 (1 + 5,24\%)^1 \\ &= 285 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Rekapitulasi prediksi perhitungan jumlah arus lalu lintas yang berpedoman pada Direktorat Jendral Bina Marga (MKJI,1997) dapat dilihat pada Tabel 5.16, Tabel 5.17, Tabel 5.18, Tabel 5.19 di bawah ini.

**Tabel 5.16 Hasil Prediksi Volume Kendaraan Lalu Lintas Lengan Utara
Pada Tahun 2017-2022**

Tahun	TOTAL UTARA			
	SMP/Jam			
	MC	LV	HV	total
2017	267	266	14	542
2018	285	285	15	580
2019	324	328	15	663
2020	392	401	16	804
2021	498	521	17	1031
2022	667	713	19	1394

**Tabel 5.17 Hasil Prediksi Volume Kendaraan Lalu Lintas Lengan Selatan
Pada Tahun 2017-2022**

Tahun	TOTAL SELATAN			
	SMP/Jam			
	MC	LV	HV	total
2017	256	249	17	522
2018	273	266	17	556
2019	309	302	18	629
2020	370	365	19	754
2021	467	468	20	955
2022	621	634	22	1276

**Tabel 5.18 Hasil Prediksi Volume Kendaraan Lalu Lintas Lengan Barat
Pada Tahun 2017-2022**

Tahun	TOTAL BARAT			
	SMP/Jam			
	MC	LV	HV	total
2017	256	258	8	522
2018	273	275	8	556
2019	309	313	8	630
2020	370	378	9	757
2021	467	484	9	961
2022	621	654	10	1286

**Tabel 5.19 Hasil Prediksi Volume Kendaraan Lalu Lintas Lengan Timur
Pada Tahun 2017-2022**

Tahun	Lengan Timur (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
2017	51	63	0	114
2018	53	67	0	120
2019	59	75	0	134
2020	69	88	0	157
2021	85	111	0	195
2022	109	147	0	256

Untuk perhitungan detail prediksi volume kendaraan dapat dilihat pada Lampiran 20, Lampiran 21, Lampiran 22 dan Lampiran 23.

5.5.2 Analisis Derajat Kejenuhan 5 Tahun Mendatang

Pada sub bab sebelumnya telah terpilih alternatif III sebagai alternatif yang paling efektif untuk simpang bersinyal APMD Jalan Timoho. Oleh karena itu alternatif tersebut akan digunakan untuk lima tahun mendatang yang bertujuan melihat kinerja simpang yang terjadi pada masa mendatang sesuai persyaratan yang berpedoman pada MKJI 1997 yaitu $DS < 0,75$. Untuk hasil rekapitulasi nilai derajat kejenuhan (DS) untuk 5 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Derajat Kejenuhan Alternatif III pada Lima Tahun Mendatang

Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)			
	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
2017	0,46	0,41	0,36	0,29
2018	0,49	0,44	0,38	0,31
2019	0,56	0,50	0,45	0,34
2020	0,68	0,61	0,55	0,40
2021	0,87	0,78	0,73	0,50
2022	0,95	0,93	0,80	0,65

Tabel 5.21 Jumlah Kendaraan Antri Alternatif III pada Lima Tahun Mendatang

Tahun	Jumlah Kendaraan Antri (NQ) (smp/jam)			
	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
2017	15,89	9,31	6,37	2,68
2018	17,26	10,14	6,98	2,88
2019	20,35	11,99	8,33	3,30
2020	26,16	15,42	10,79	4,05
2021	36,12	21,51	14,91	5,33
2022	59,73	33,68	22,71	7,66

Tabel 5.22 Nilai Panjang Antrian Alternatif III pada Lima Tahun Mendatang

Tahun	Panjang Antrian (QL) (m)			
	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
2017	138,15	124,31	77,84	68,27
2018	148,47	133,02	83,14	70,79
2019	171,67	152,41	95,00	76,35
2020	215,27	188,48	116,51	86,22
2021	290,02	252,52	152,61	103,08
2022	417,27	380,45	220,92	133,68

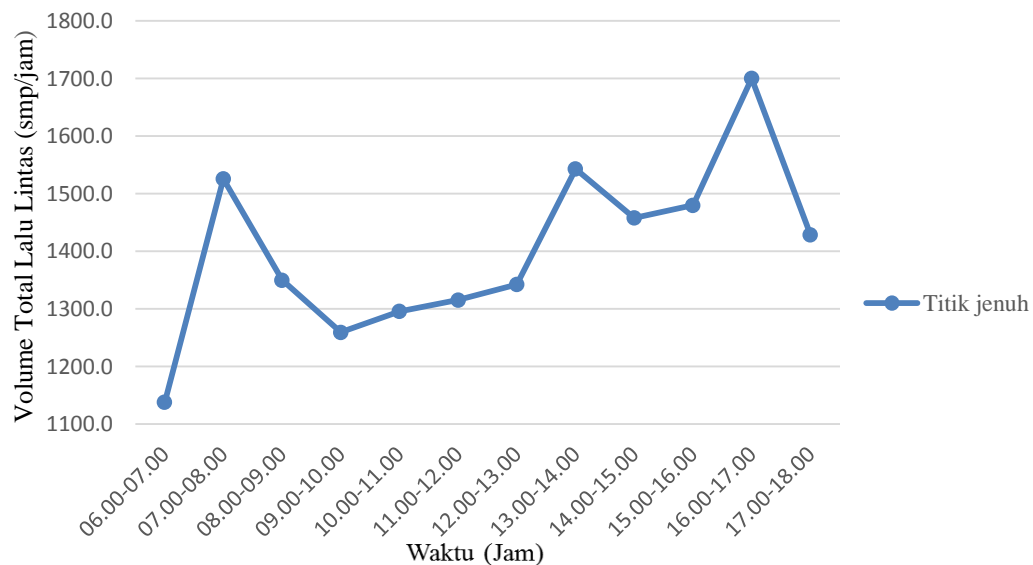
Tabel 5.23 Tundaan Rata-Rata Alternatif III pada Lima Tahun Mendatang

Tahun	Tundaan Rata-Rata (D)			
	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
2017	23,12	20,17	23,87	22,72
2018	23,62	20,65	24,24	23,00
2019	24,82	21,77	25,00	24,62
2020	25,45	24,13	27,07	25,83
2021	30,27	28,96	30,52	28,23
2022	40,32	35,00	41,70	34,16

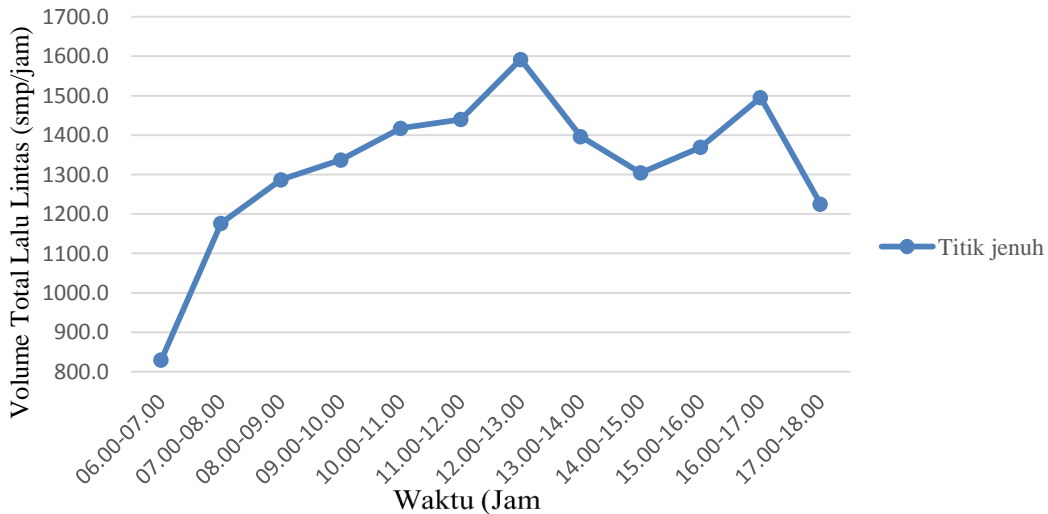
5.6 Pembahasan

5.6.1 Kondisi Eksisting

Arus lalu lintas kondisi eksisting didapatkan dengan melakukan survei kendaraan yang melintasi Simpang APMD Jalan Timoho selama 12 jam pada hari Selasa mewakili hari kerja dan minggu mewakili hari libur. Untuk jam paling padat terdapat pada hari Selasa yaitu pada jam 16.00 – 17.00 WIB dengan kendaraan sebanyak 1234 kend/jam sedangkan pada hari minggu jam paling padat terdapat pada jam yang sama yaitu sebanyak 993 kend/jam. Grafik data kendaraan per 1 jam dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.9 Grafik Volume Lalu Lintas Jam Puncak pada hari Selasa (23 Mei 2017) Simpang Bersinyal APMD



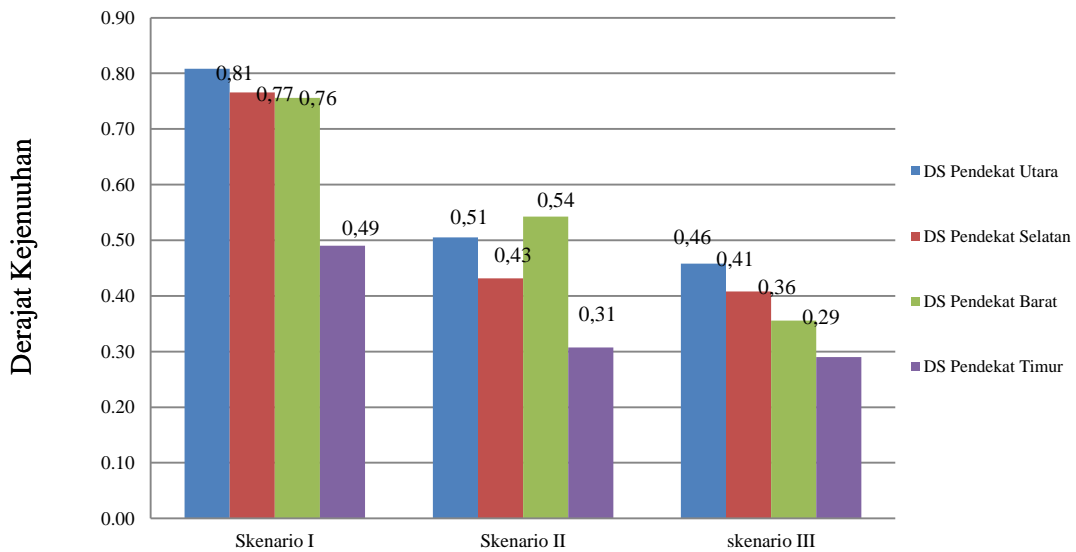
Gambar 5.10 Grafik Volume Lalu Lintas Jam Puncak pada hari Minggu (21 Mei 2017) Simbang Bersinyal APMD

Oleh karena itu, dilakukan analisis untuk mengetahui derajat kejenuhan (DS) serta panjang antrian (QL) yang terjadi di simpang pada kondisi jam puncak paling padat yaitu pada hari Selasa jam 16.00-17.00 WIB. Setelah melakukan analisis, didapatkan derajat kejenuhan (DS) pada lengan pendekat Utara 0,98, pada pendekat Selatan 0,94, pendekat Barat 0,89, dan pada pendekat Timur sebesar 0,46. Pada 3 pendekat yaitu Utara, Selatan, dan Barat nilai derajat kejenuhannya tinggi yaitu $DS > 0,75$ maka dilakukan alternatif solusi pemecah masalah.

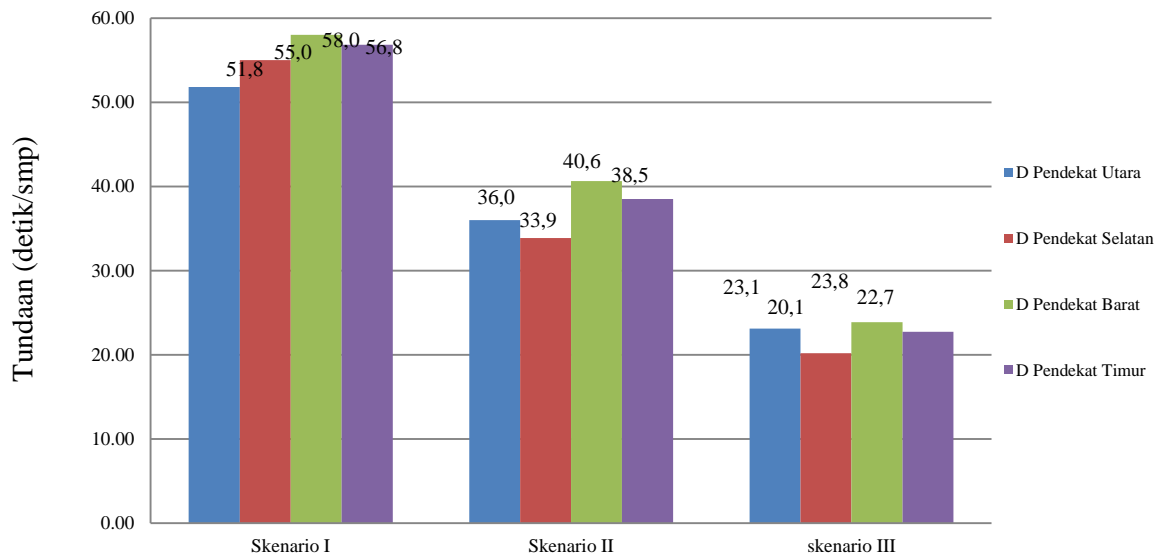
5.6.2 Penerapan Alternatif Solusi

Pada penelitian ini dilakukan 3 alternatif solusi yaitu pengaturan ulang waktu siklus, penerapan satu arah, dan perubahan fase simpang. Pada alternatif 1 derajat kejenuhan (DS) pendekat Utara menjadi 0,81, pendekat Selatan 0,77, pendekat Barat

0,76 dan pendekat Timur 0,49. Pada penerapan alternatif 2 derajat kejenuhan tiap-tiap pendekat menjadi menurun yaitu pendekat Utara 0,51, pendekat Selatan 0,43, pendekat Barat 0,54, dan pendekat Timur 0,31. Berikutnya alternatif 3 derajat kejenuhan (DS) pendekat Utara 0,46, pendekat Selatan 0,41, pendekat Barat 0,36, pendekat Timur 0,29. Oleh karena itu penerapan 3 fase sudah cukup untuk memperbaiki kinerja simpang bersinyal APMD. Grafik perbandingan tiap-tiap alternatif dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



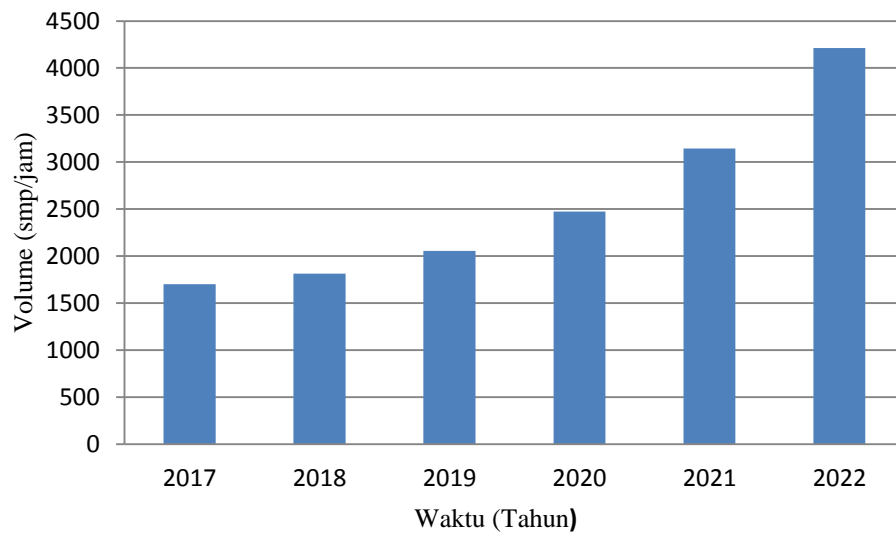
Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang APMD



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Alternatif Peningkatan Kinerja Simping APMD

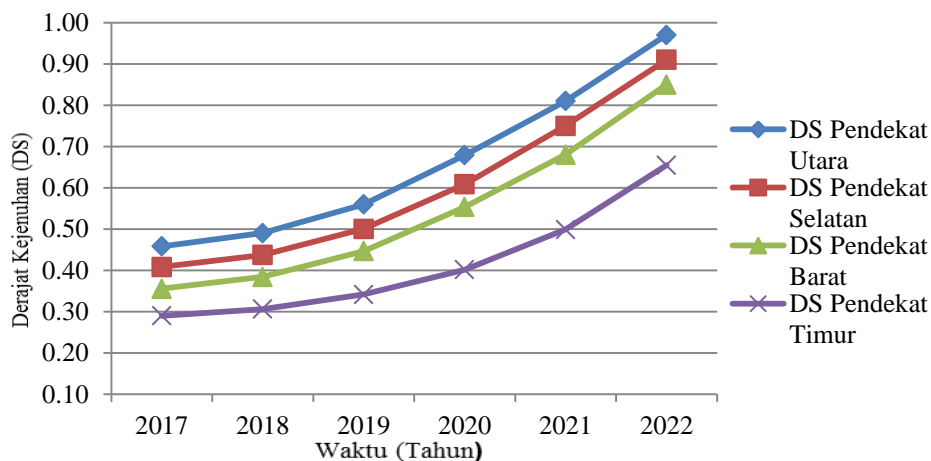
5.6.3 Analisis Prediksi 5 Tahun Mendatang

Volume arus lalu lintas semakin bertambah setiap tahunnya. Diketahui dari hasil analisis pertumbuhan arus lalu lintas. Analisis pertumbuhan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan variabel jumlah kendaraan di Kota Yogyakarta periode 2012 – 2016 untuk dapat menghasilkan angka pertumbuhan yang digunakan dalam analisis pertumbuhan lalu lintas. Sehingga didapat prediksi total jumlah arus lalu lintas pada pendekat Utara di tahun 2022 adalah 1549 smp/jam, pendekat Selatan adalah 1376 smp/jam, pendekat Barat adalah 1386 smp/jam, dan pendekat Timur adalah 256 smp/jam. Grafik prediksi jumlah total pertumbuhan kendaraan lalu lintas tahun 2017 sampai tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



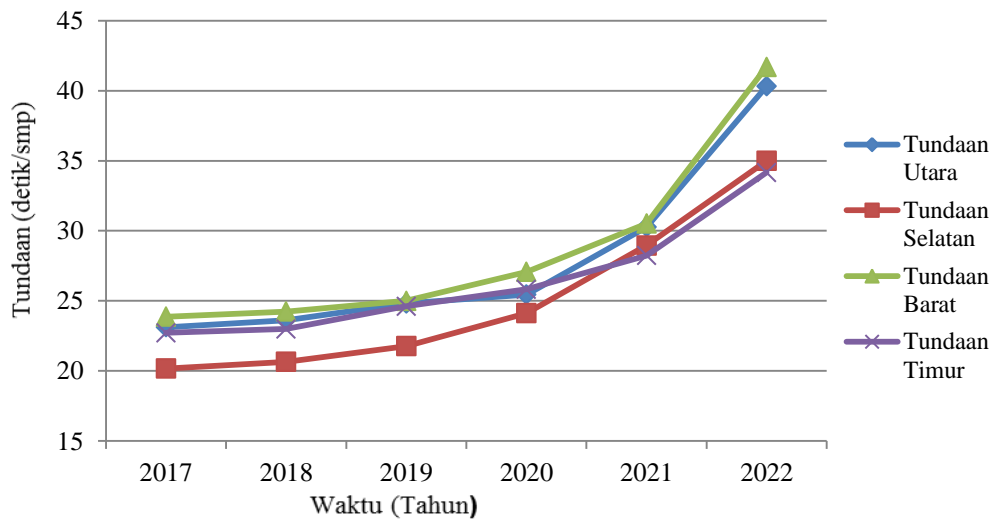
Gambar 5.13 Grafik Prediksi 5 Tahun Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Simpang APMD

Setelah mengetahui pertumbuhan kendaraan pada 5 tahun mendatang, dilakukan analisis alternatif untuk mengatasi tingginya pertumbuhan kendaraan. Pada ketiga alternatif yang paling maksimal dan memenuhi syarat adalah alternatif III. Grafik alternatif III prediksi 5 tahun mendatang dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 di bawah ini.



Gambar 5.14 Grafik Derajat Kejenuhan (DS) Alternatif III Prediksi 5 Tahun Mendatang

Dari grafik prediksi peningkatan kinerja 5 tahun mendatang alternatif III di atas, derajat kejenuhan untuk 3 tahun pertama simpang APMD masih memenuhi persyaratan namun pada 2 tahun terakhir nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan pendekat Utara dan pendekat Selatan telah melebihi persyaratan yang berpedoman pada MKJI 1997 yaitu pada tahun 2021 DS = 0,81 dan 0,75 serta pada tahun 2022 DS = 0,97 dan 0,91



Gambar 5.15 Grafik Nilai Tundaan (D) Alternatif III Prediksi 5 Tahun Mendatang

Dari grafik nilai tundaan (D) di atas, pada tahun kedua nilai tingkat pelayanan (*level of service*) tundaan (D) masih pada batas stabil namun pada tahun ketiga memasuki tahun 2020 hingga tahun 2022 nilai tundaan (D) pada hampir semua pendekat telah melewati batas stabil.