BAB V
DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

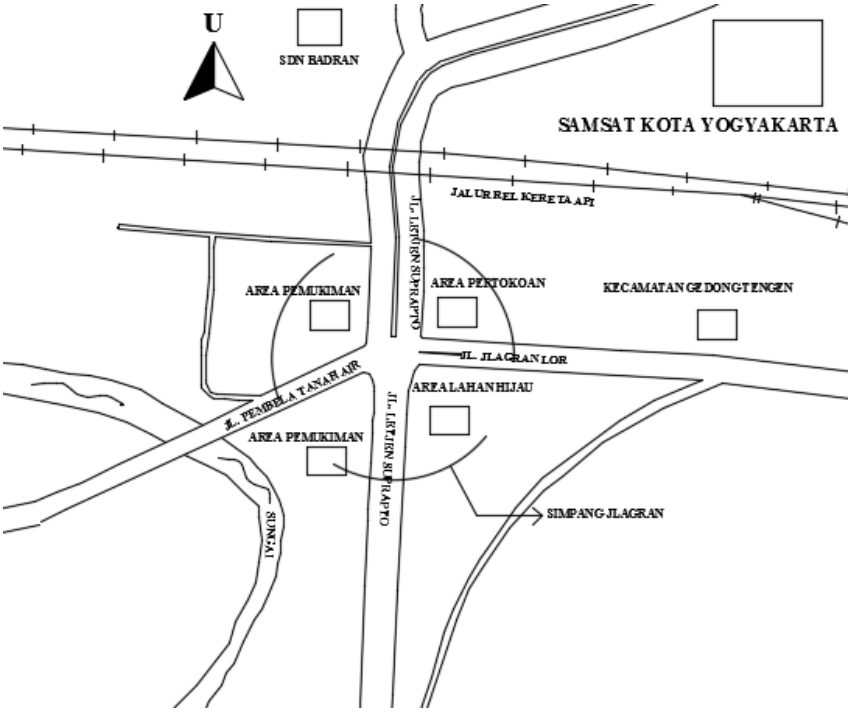
5.1 Data Geometrik Simpang

Data geometri simpang adalah data yang berisikan ukuran-ukuran geometri pada masing-masing lengan simpang bersinyal yang sedang diteliti yaitu simpang Jlagran. Data ini berasal dari hasil pengamatan (data primer), yang diperoleh langsung dengan cara mengukur di simpang tersebut, dari hasil survei ini lengan pada arah barat tepatnya jalan Pembela Tanah Air mempunyai geometrik jalan yang sempit dan berdekatan dengan sebuah jembatan sedangkan pada lengan arah utara tepatnya jalan Letjen Suprapto mempunyai geometrik jalan yang sempit, berkelok dan terdapat perlintasan kereta api tak sebidang.

Simpang Jlagran mempunyai empat lengan dimana setiap lengan tidak ada yang sama dengan ukuran lengan lainnya. Data hasil pengamatan dan pengukuran lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 sesuai kondisi eksisting dibawah ini.

Tabel 5.1 Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Simpang Bersinyal Jlagran

Kode Pendekat	**Utara**	**Timur**	**Selatan**	**Barat**
Tipe lingkungan jalan	COM	COM	COM	COM
Median	Ya	Ya	-	-
LTOR	Ya	-	Ya	Ya
Lebar pendekat (WA) m	7,2	5	7,2	4,2
Lebar pendekat masuk (Wmasuk) m	3,5	5	3,7	3,3
Lebar pendekat LTOR (WLTOR) m	3,7	-	3,5	0,9
Lebar pendekat keluar (Wkeluar) m	7,4	4,7	8,1	5,1



Gambar 5.1 Data Geometrik Simpang Bersinyal Jlagran

5.2 Kondisi Lingkungan

Terdapat tiga faktor yang ditinjau untuk menentukan kondisi lingkungan simpang Jlagran ini sebagai berikut.

1. Hambatan Samping

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan hambatan samping terbesar terjadi pada setiap masing-masing lengan pada simpang tersebut. Pada lengan arah Utara, Selatan dan Barat masih banyak pengguna jalan raya yang tidak berada pada lajurnya, seperti kendaraan yang berhenti di lajur kiri yang seharusnya diperuntukkan untuk kendaraan yang akan berbelok ke arah kiri. sehingga menghambat laju kendaraan pada lengan tersebut

2. Tipe Lingkungan Jalan

Berdasarkan pengamatan dari setiap pendekat pada simpang Jlagran ini, empat lengan simpang berada pada daerah kawasan perkantoran, wisata dan perdagangan. Hal ini dapat dilihat dari bangunan-bangunan yang berdiri sebagian besar adalah perkantoran daerah yogyakarta, toko-toko permanen seperti rumah makan dan toko market, serta sebagai salah satu akses utama menuju kawasan wisata Malioboro.

Berdasarkan penjelasan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Dirjen Bina Marga, 1997) tentang tipe lingkungan jalan, bahwa lokasi penelitian ini termasuk tipe komersial (*commercial*).

3. Ukuran Kota

Dari data kantor Badan Pusat Statistik (BPS) Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2018 jumlah penduduk sebesar 3,818,266 jiwa sehingga faktor penyesuaian kelas ukuran kota termasuk dalam kategori kota dengan penduduk besar.

5.3 Data Arus Lalu Lintas

Pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan selama 3 (tiga) hari, yaitu Minggu, Senin, dan Rabu (16, 17, dan 19 Juni). Survei arus lalu lintas pada simpang bersinyal ini dilakukan dengan menggunakan *Handy Tally Counter* untuk menghitung dan mencatat secara manual di lapangan dengan durasi 2 jam. Dari tiga hari tersebut, peneliti menganalisis pada jam sibuk pagi, jam sibuk siang dan jam sibuk sore yaitu pada jam 06.00 – 08.00 WIB, 11.30-13.30 WIB dan 15.30-17.30 WIB. Perekaman ini dilaksanakan bukan hanya untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas, namun juga dipakai mengamati setiap jenis kendaraan yang melintasi simpang Jlagran ini. Untuk hasil pengamatan dapat dilihat pada Lampiran I.

5.4 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

5.4.1 Analisis Jam Puncak Arus Lalu Lintas (*Peak Hour*)

Dalam menentukan arus lalu lintas puncak untuk periode jam puncak pagi, jam puncak siang, dan jam puncak sore, data cacahan pada tiap lengan dijumlahkan untuk waktu satu jam dengan periode penjumlahan 15 menit sesuai dengan jenis tipe kendaraan dalam satuan kend/jam.

Jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat dan pulang kerja, makan siang, akses menuju kawasan wisata, maupun aktivitas para pelajar siswa dan lain-lain. Untuk jam puncak pagi diperkirakan pada jam 06.30 – 07.30 WIB, untuk jam puncak siang diperkirakan pada jam 12.00 – 13.00 WIB dan untuk jam puncak sore diperkirakan pada jam 15.45 – 16.45 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 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4 dibawah ini

Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Jam Puncak Pagi

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
	Minggu, 16 Juni 2019	Senin, 17 Juni 2019	Rabu, 19 Juni 2019
	Jam Puncak Pagi		
06.00 - 07.00	1683	2033	1826
06.15 - 07.15	1786	2155	1946
06.30 - 07.30	1824	2213	2012
06.45 - 07.45	1724	2190	1986
07.00 - 08.00	1711	2067	1881

Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Jam Puncak Siang

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
	Minggu, 16 Juni 2019	Senin, 17 Juni 2019	Rabu, 19 Juni 2019
	Jam Puncak Siang		
11.30 - 12.30	1714	2188	2014
11.45 - 12.45	1735	2324	2148
12.00 - 13.00	1774	2401	2230
12.15 - 13.15	1733	2382	2199
12.30 - 13.30	1744	2295	2112

Tabel 5.4 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Jam Puncak Sore

Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
	Minggu, 16 Juni 2019	Senin, 17 Juni 2019	Rabu, 19 Juni 2019
	Jam Puncak Sore		
15.30 - 16.30	2358	2774	2549
15.45 - 16.45	2385	2847	2608
16.00 - 17.00	2413	2803	2590
16.15 -17.15	2409	2691	2501
16.30 - 17.30	2306	2512	2348

Dari Tabel 5.2, Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 maka diketahui jam puncak arus lalu lintas kendaraan di persimpangan Jlagran, yaitu :

Hari : Senin

Tanggal : 17 Juni 2019

Jam : 15.45 – 16.45 WIB

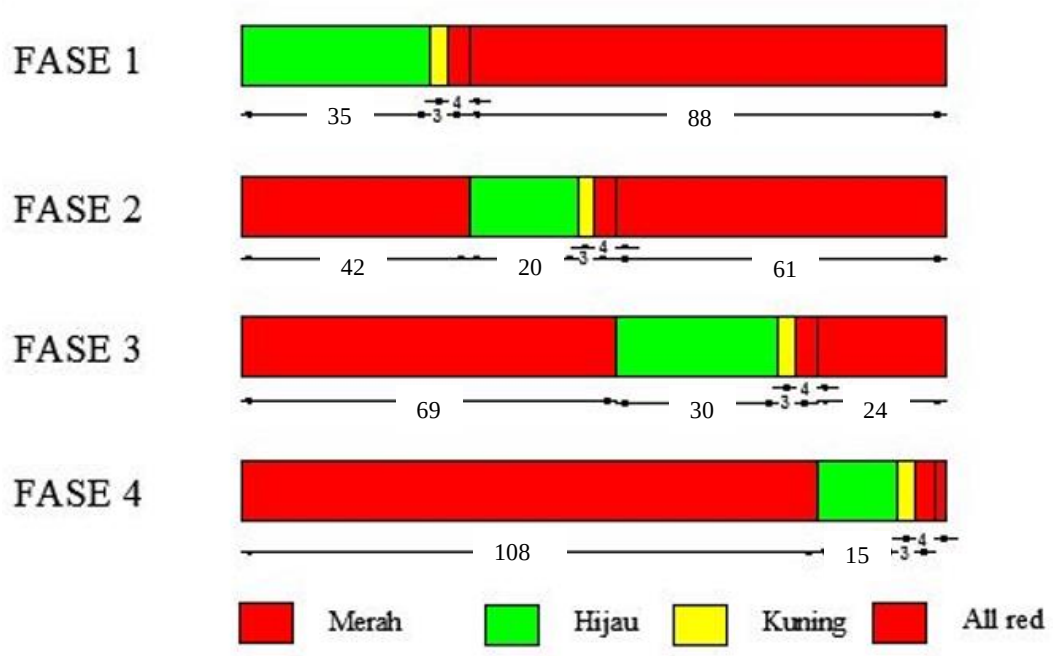
5.4.2 Data Lampu Lalu Lintas

Data lampu lalu lintas pada simpang bersinyal Jlagran dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut :

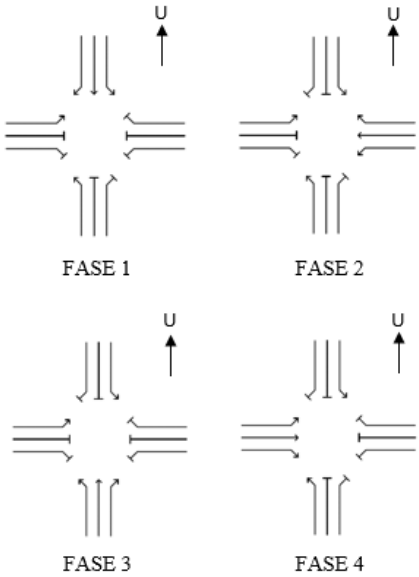
Tabel 5.5 Data Lampu Lalu Lintas

Pendekat	Waktu nyala lampu (dtk)				
	Merah	**Kuning**	**Hijau**	***All red***	**Siklus waktu**
Utara	88	3	35	4	130
Timur	103	3	20	4	
Selatan	93	3	30	4	
Barat	108	3	15	4	

Penentuan waktu siklus simpang bersinyal Jlagran dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan keempat fase di atas dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.2 Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas Simpang Jlagran



Gambar 5.3 Arah Fase Pada Simpang Bersinyal Jlagran

5.4.3 Penggunaan Formulir SIG-I

Formulir SIG-I berisikan data tentang geometrik, pengaturan lalu lintas dan lingkungan, pada contoh perhitungan di bawah pada pendekat Utara

Kota	: Yogyakarta
Ukuran kota	: 3,818,266 jiwa
Hari/tanggal	: Senin, 17 Juni 2019
Simpang	: Jlagran
Jumlah fase lalu lintas	: 4 Fase
Kode Pendekat	: Utara (U)
Tipe Lingkungan Jalan	: Komersial (COM)
Hambatan Samping	: Sedang
Belok Kiri Langsung (LTOR)	: Ya
Waktu Hijau	: 35 detik
Waktu Antar Hijau (IG)	: 28 detik
Lebar pendekat (WA)	: 7,2 m
Lebar pendekat masuk (Wmasuk)	: 3,5 m
Lebar Pendekat LTOR	: 3,7 m
Lebar pendekat keluar (Wkeluar)	: 7,4 m

Keterangan selanjutnya dapat di lihat pada Lampiran II

5.4.4 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 Jlagran.

1. Volume kendaraan ringan (Q_{LV}) : 395 smp/jam
2. Volume kendaraan berat (Q_{HV}) : 10 smp/jam
3. Volume sepeda motor (Q_{MC}) : 548 smp/jam
4. Volume kendaraan bermotor total (Q_{MV}) : 953 smp/jam
5. Volume kendaraan tidak bermotor (Q_{UM}) : 8 kend/jam
6. Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT})

Q_{LT} =176 smp/jam

Q_{MV} = 953 smp/jam

P_{LT} = Q_{LT} / Q_{MV}

= 176/953

= 0,185

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

Q_{RT} = 184 smp/jam

Q_{MV} = 953 smp/jam

P_{RT} = Q_{RT}/ Q_{MV}

= 184/953

= 0,19

8. Rasio kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor

Q_{UM} = 8 kend/jam

Q_{MV} = 3150 kend/jam

P_{UM} = Q_{UM} /Q_{MV}

= 8 / 3150

= 0,0025

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran III.

5.4.5 Penggunaan Formulir SIG-III

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

1. Penetuan 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 4 (empat) detik dan waktu kuning untuk masing-masing pendekat adalah 3 (tiga) detik.
3. Waktu hilang total (LTI) diperoleh dan hasil penjumlahan antara 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 Jlagran adalah 28 detik.

5.4.6 Penggunaan Formulir SIG-IV

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

1. Perhitungan arus jenuh (S)

   Dalam penentuan arus jenuh (S), dapat dilihat Formula (4.1) pada BAB IV sebelumnya.

   a. Arus jenuh dasar (So)

      Tipe pendekat : terlindung (P)

      Lebar efektif (W) : 3,5 m

      Arus jenuh dasar (So) : 2730 smp/jam hijau (Formula 4.1).

   b. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

      Jumlah penduduk : 3.818.266 jiwa (tahun 2018)

      Fcs : 1,05 (lihat Tabel 4.2).

   c. Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf)

      Lingkungan jalan : komersial (COM)

      Hambatan samping : sedang

      Tipe fase : terlindung (P)

Rasio kendaraan tak bermotor : 0,0025

Fsf : 0,94.

d. Faktor penyesuaian kelandaian (Fg)

Kelandaian : 0 %

Fg : 1 (lihat Gambar 4.3).

e. Faktor penyesuaian koreksi parkir (Fp)

Jarak antara garis henti dan kendaraan parkir pertama (L) > 80 m maka Fp didapat 1,00 (lihat Gambar 4.4).

f. Faktor penyesuaian belok kanan (Frt)

Karena pada lengan Utara terdapat median maka diperoleh nilai Frt = 1.

g. Faktor penyesuian belok kiri (Flt)

Karena pada lengan Utara terdapat LTOR maka diperoleh nilai Flt = 1.

Maka nilai arus jenuh (S) dapat dicari dengan menggunakan 71Formula (4.1) yaitu,

S = S_0 x Fcs x F_{SF} x F_G x F_P x F_{RT} x F_{LT} smp/jam hijau

= 2730 x 1,05 x 0,94 x 1 x 1 x 1 x 1

= 2695 smp/jam hijau.

2. Arus lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) dapat dilihat pada formulir SIG-II yaitu (Q) = 953 smp/jam.

3. Rasio arus (FR)

Rasio arus (FR) dapat dihitung dengan menggunakan Formula (4.6)

FR = Q/S

= 953 / 2695

= 0,35.

4. Rasio fase (PR)

Rasio fase (PR) dapat dihitung dengan menggunakan Formula (4.8)

PR = FR_{crit} / IFR

= 0,35 / 0,967

= 0,366.

5. Waktu siklus sebelum dan setelah penyesuian

   Waktu siklus sebelum dan setelah penyesuian yang digunakan dalam analisis berdasar pada hasil pengamatan di lapangan, yaitu sebesar 130 detik.

6. Waktu hijau (g)

   Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan waktu hijau (g) = 35 detik.

7. Kapasitas (C)

   Kapasitas dapat dicari menggunakan Formula (4.12)

   C = S x g/c

   = 2695 x (35/130)

   = 725 smp/jam.

8. Derajat kejenuhan (DS)

   Derajat kejenuhan (DS) dapat dihitung dengan menggunaka Formula (4.13)

   Ds = Q / C

   = 953 / 725

   = 1,31

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Formulir SIG-IV pada Tabel Lampiran IV.

5.4.7 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 Formula (4.14), dengan nilai DS = 1,31 dan C = 725,45 smp/jam, maka diperoleh nilai NQ1 sebesar 116,41 smp.

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

   Dengan menggunakan Formula (4.16), dengan nilai DS = 1,31 dan C = 725,45 smp/jam, dan GR = 0,27 maka diperoleh NQ2 sebesar 38,92 smp.

3. Jumlah kendaraan antri (NQ)

   Jumlah kendaraan antri merupakan penjumlahan antara NQ1 dan NQ2 dapat dilihat pada Formula (4.17).

   NQ = NQ1 + NQ2

   = 116,41 + 38,92

   = 155,34 smp.

4. Panjang antrian (QL)

   Untuk pendekat utara, nilai NQmax tidak terdefinisi karena nilai NQ melebihi 50 smp, maka dari itu nilai tidak tercantum pada grafik jumlah antrian maksimum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah antrian maksimum sangat besar, hal ini berdampak pada panjang antrian (QL) yang menjadi tidak terdefinisi (panjang antrian sangat besar).

5. Rasio kendaraan henti (NS)

   Rasio kendaraan henti (NS) dapat dicari menggunakan Formula (4.19), dengan nilai NQ = 155,34 smp, Q = 953 smp/jam, dan c = 130 detik, maka diperoleh NS sebesar 4,1.

6. Jumlah kendaraan henti (Nsv)

   Jumlah kendaraan terhenti dapat dicari menggunakan Formula (4.20)

   Nsv = Q x NS

   = 953 x 4,1

   = 3871 smp.

7. Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

   Jumlah tundaan lalu lintas rata-rata dapat dicari menggunakan Formula (4.22)

   $$DT = c\ x\ \frac{0{,}5\ x\ (1-GR)^2}{(1-GRxds)} + \frac{NQ1\ x\ 3600}{C}$$

   $$= 130\ x \frac{0{,}5\ x\ (1-0{,}27)^2}{(1-0{,}27x1{,}31)} + \frac{116{,}41\ x\ 3600}{725{,}45}$$

   = 631,4 det/smp.

8. Tundaan geometrik rata-rata (DG)

   Jumlah tundaan geomtrik rata dapat dicari dengan menggunakan Formula (4.24)

   DG = $(1-\rho_{SV})$ x ρ_T x 6 + (ρ_{SV} x 4)

   = (1-4,1) x 0,38 x 6 + (4,1 x 4)

   = 9,3 det/smp

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran V.

5.4.8 Rekapitulasi Hasil Analisis dan Pembahasan Pada Kondisi Eksisting

Hasil analisis Simpang bersinyal Jlagran di rekapitulasi agar lebih mempermudah dalam pembacaan hasil yang telah di analasis, dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang Bersinyal Jlagran

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	953	725,45	1,31
Selatan	898	687,05	1,31
Barat	455	315,12	1,44
Timur	494	523,74	0,94

Berdasarkan Tabel 5.6 diatas, lengan pada simpang bersinyal Jlagran untuk semua pendekat tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997 (<0,75), sedangkan hasil Formulir SIG V dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Formulir SIG V

Pendekat	NQ (smp/jam)	QL (m)	NS (stop/smp)	D (dtk/smp)
Utara	155,34	1185,13	4,1	640,7
Selatan	143,76	1038,82	4,0	631,4
Barat	89,50	732,67	4,9	891,8
Timur	23,35	135,89	1,2	97,7

Dari hasil rekapitulasi perhitungan jumlah antrian kendaraan, panjang antrian, rasio kendaraan berhenti, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan, didapat hasil yang cukup tinggi dari seluruh pendekat. Bahkan untuk semua pendekat nilai panjang antrian menunjukkan jumlah antrian yang sangat panjang. Untuk perhitungan yang lebih rinci, dapat dilihat pada Lampiran V.

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang bersinyal yang berpedoman pada Bina Marga MKJI 1997, maka diperlukan suatu alternatif yang dapat mengatasi permasalahan lalu lintas pada simpang bersinyal Jlagran agar memenuhi persyaratan yang di anjurkan oleh Bina Marga (MKJI, 1997).

5.4.9 Alternatif Pemecahan Masalah

Adapun alternatif pemecah masalah (*problem solving*) untuk memperbaiki kinerja simpang bersinyal Jlagran adalah sebagai berikut.

1. Alternatif I

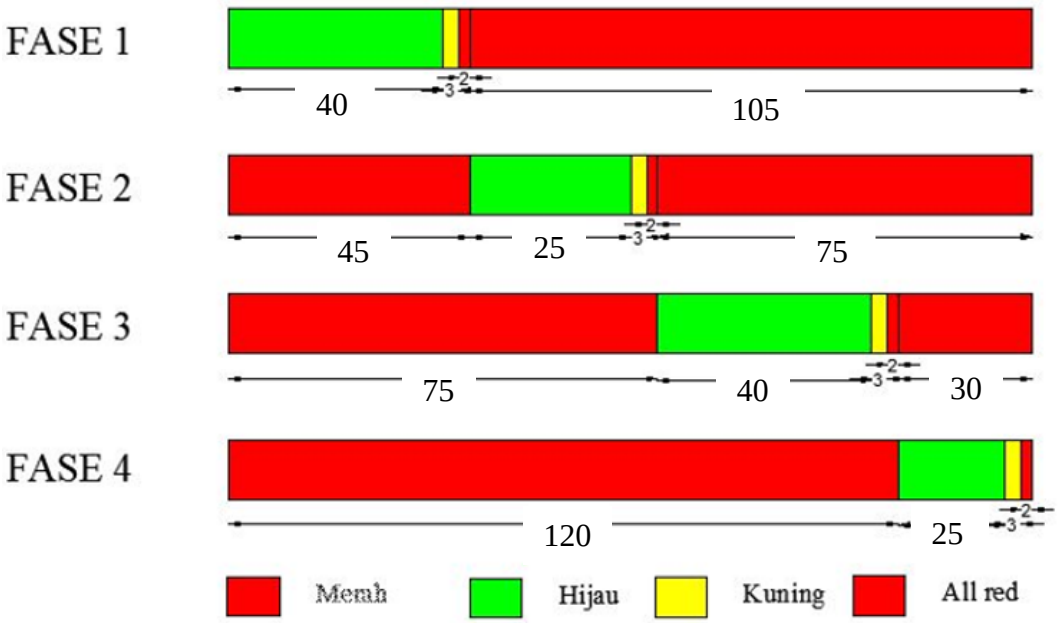
Perbaikan kinerja simpang pada alternatif pertama yaitu mengatur kembali waktu siklus lampu lalu lintas dari 130 detik menjadi 150 detik.

Pada alternatif I ini, simpang bersinyal Jlagran akan dilakukan perbaikan siklus sinyal lampu lalu lintas. Dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Perbaikan Sinyal Lampu dengan Pengaturan Siklus

Pendekat	Waktu nyala lampu (detik)				
	Merah	**Kuning**	**Hijau**	***All red***	**Siklus waktu**
Utara	105	3	40	2	150
Timur	120	3	25	2	
Selatan	105	3	40	2	
Barat	120	3	25	2	

Diagram waktu sinyal dengan perbaikan berupa pengaturan waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas Pada Alternatif I

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal Jlagran setelah perbaikan dengan menggunakan alternatif I yaitu dengan merubah waktu siklus simpang lalu lintas menjadi 150 detik, menunjukkan hasil yang kurang baik. Setiap lengannya menunjukkan hasil derajat kejenuhan melebihi batas standar yang disarankan MKJI 1997 yaitu $\leq$ 0,75. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut ini. Untuk hasil perhitungan yang lebih rinci, dapat dilihat pada Lampiran VI.

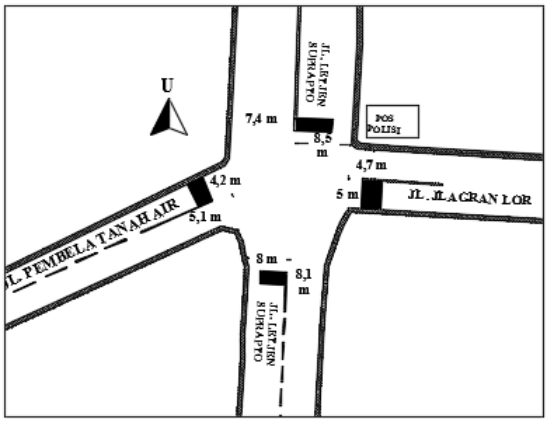
Tabel 5.9 Rekapitulasi Perbaikan Simpang dengan Menggunakan Alternatif I

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	NQ (smp/jam)	QL (m)	D (dtk/smp)
Utara	953	718,54	1,33	158,87	1211,66	671,2
Selatan	898	793,93	1,13	90,52	660,74	320,3
Barat	455	455,18	1,00	27,08	235,63	151,0
Timur	494	567,39	0,87	20,08	118,72	81,8

2. Alternatif II

Perbaikan geometri jalan pada lengan simpang Jlagran dan pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas. Perbaikan kinerja simpang pada alternatif pertama yaitu:

a. menambah lebar pendekat pada dua lengan simpang Jlagran sesuai dengan proporsi masing-masing lengan, lengan utara sebesar 1,3 m dan lengan selatan sebesar 0,8 m, sesuai dengan Gambar 5.5 yang berpedoman pada Bina Marga MKJI 1997.
b. mengatur kembali waktu siklus lampu lalu lintas 130 detik.



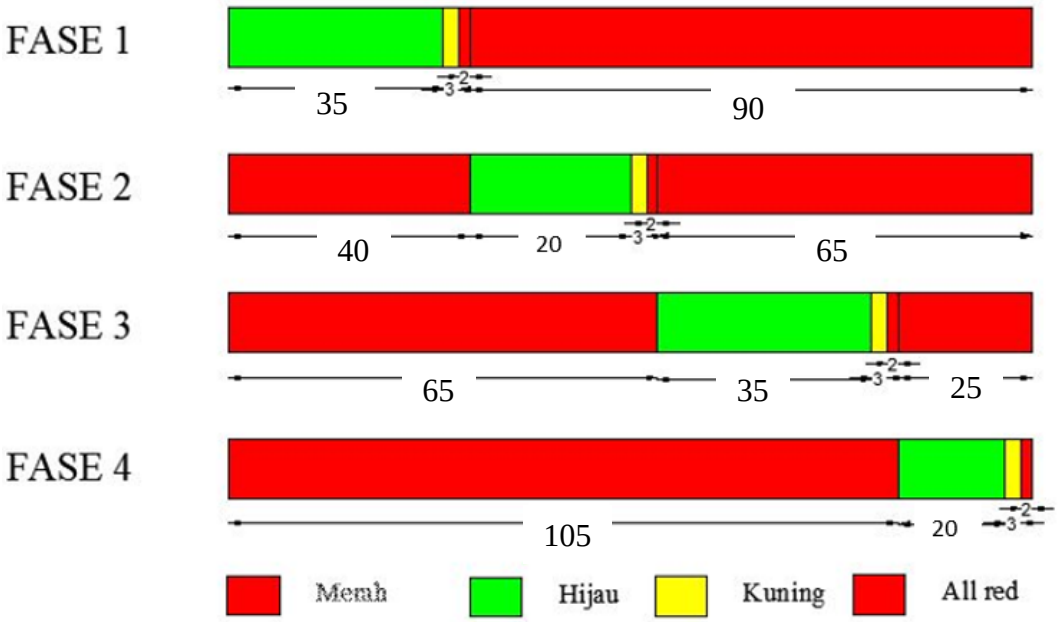
Gambar 5.5 Kondisi Geometrik dengan Perbaikan Simpang Alternatif II

Setelah menambah lebar jalan pada pendekat lengan Utara dan lengan Selatan simpang bersinyal Jlagran maka akan dilakukan perbaikan siklus sinyal lampu lalu lintas. Dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.10 Perbaikan Sinyal Lalu Lintas pada Alternatif II

Pendekat	Waktu nyala lampu (detik)				
	Merah	**Kuning**	**Hijau**	***All red***	**Siklus waktu**
Utara	90	3	35	2	130
Timur	105	3	20	2	
Selatan	90	3	35	2	
Barat	125	3	20	2	

Diagram waktu sinyal dengan perbaikan berupa pengaturan waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5.6 Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas Pada Alternatif II

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal Jlagran setelah perbaikan dengan menggunakan alternatif I yaitu dengan menambah lebar pendekat pada lengan Utara dan lengan selatan serta merubah waktu siklus simpang lalu lintas menjadi 130 detik, menunjukkan hasil yang kurang baik. Setiap lengannya menunjukkan

hasil derajat kejenuhan melebihi batas standar yang disarankan MKJI 1997 yaitu ≤ 0,75. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut ini. Untuk hasil perhitungan yang lebih rinci, dapat dilihat pada Lampiran VI.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perbaikan Simpang dengan Menggunakan 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	953	994,90	0,96	41,82	242,69	79,6
Selatan	898	974,87	0,92	36,27	226,44	67,7
Barat	455	420,17	1,08	39,52	334,69	256,5
Timur	494	523,74	0,94	23,35	135,89	97,7

3. Alternatif III

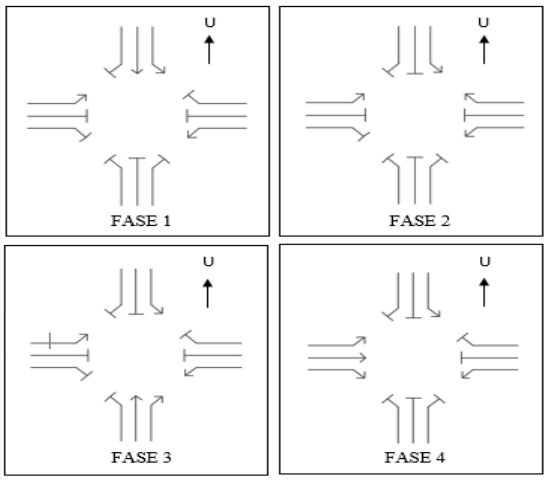
Kombinasi alternatif II dan merubah pendekat lengan arah barat menjadi satu arah akan menjadi alternatif selanjutnya. Perbaikan kinerja simpang pada alternatif kedua yaitu :

a. alternatif II yaitu, menambah lebar pendekat lengan Utara dan lengan Selatan serta merubah siklus waktu lampu lalu lintas,
b. pendekat pada lengan arah barat dirubah menjadi satu arah akan lebih efektif untuk kapasitas yang lebih tinggi.
c. pendekat arah timur yang semulanya belok kiri (LT) di ubah menjadi belok kiri langsung (LTOR).

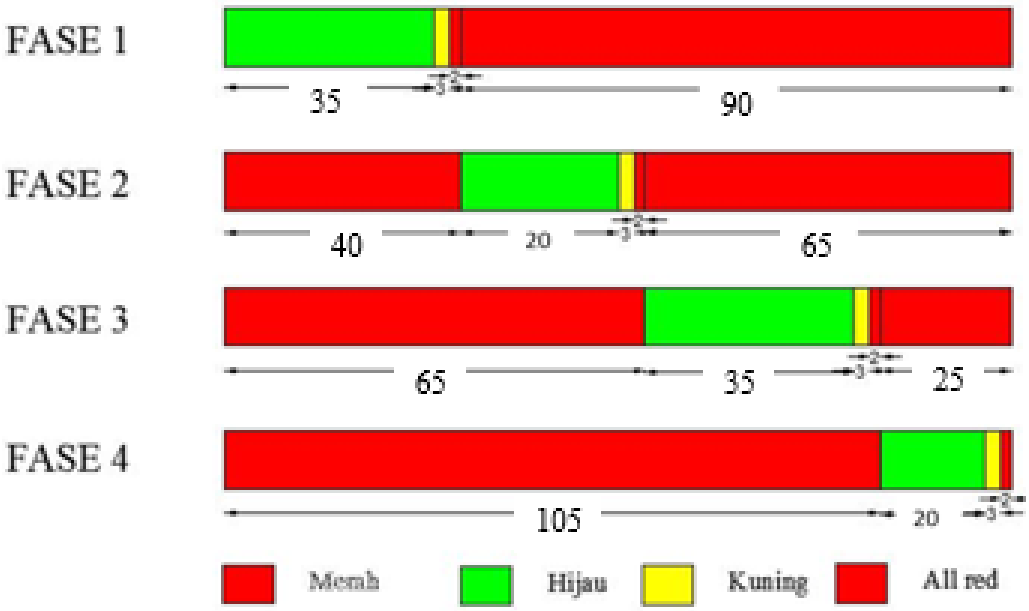
Perubahan pada alternatif III untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.12, Gambar 5.7, dan Gambar 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.12 Perbaikan Sinyal Lalu Lintas pada Alternatif III

Pendekat	Waktu nyala lampu (detik)				
	Merah	Kuning	Hijau	*All red*	Siklus waktu
Utara	90	3	35	2	130
Timur	105	3	20	2	
Selatan	90	3	35	2	
Barat	125	3	20	2	



Gambar 5.7 Perubahan Arah Lalu Lintas dan Fase pada Alternatif III



Gambar 5.8 Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas pada Alternatif III

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal Jlagran setelah perbaikan dengan menggunakan alternatif III yaitu kombinasi antara alternatif II dengan perubahan arah lalu lintas fase dan membuat lajur pada lengan arah barat menjadi satu arah, menunjukkan hasil yang baik pada tiga lengan dengan memenuhi persyaratan yang berpedoman pada MKJI 1997 yaitu < 0,75, dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran VII.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perbaikan Simpang pada 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	769	994,90	0,77	26,82	160,58	51,8
Selatan	757	1733,11	0,44	22,52	82,22	42,4
Barat	455	865,80	0,53	15,18	68,38	54,7
Timur	220	488,03	0,45	7,15	61,92	53,7

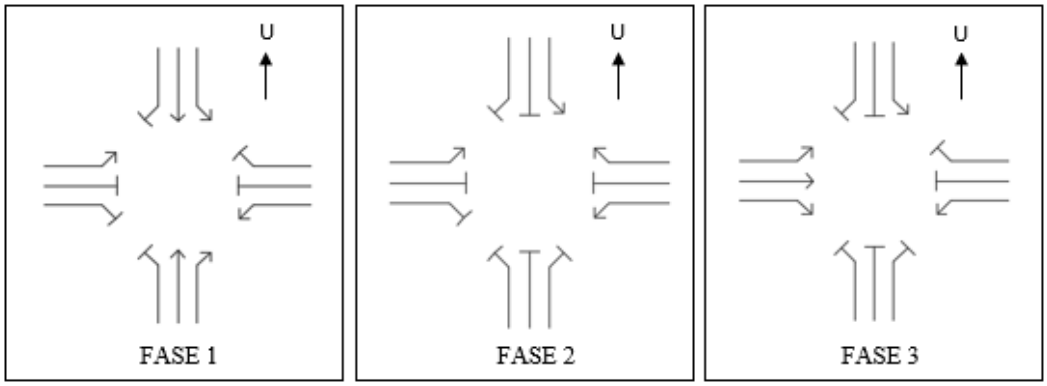
4. Alternatif IV

Kombinasi alternatif III dengan merubah fase dari 4 fase menjadi 3 fase akan menjadi alternatif selanjutnya. Perbaikan kinerja simpang pada alternatif ketiga yaitu :

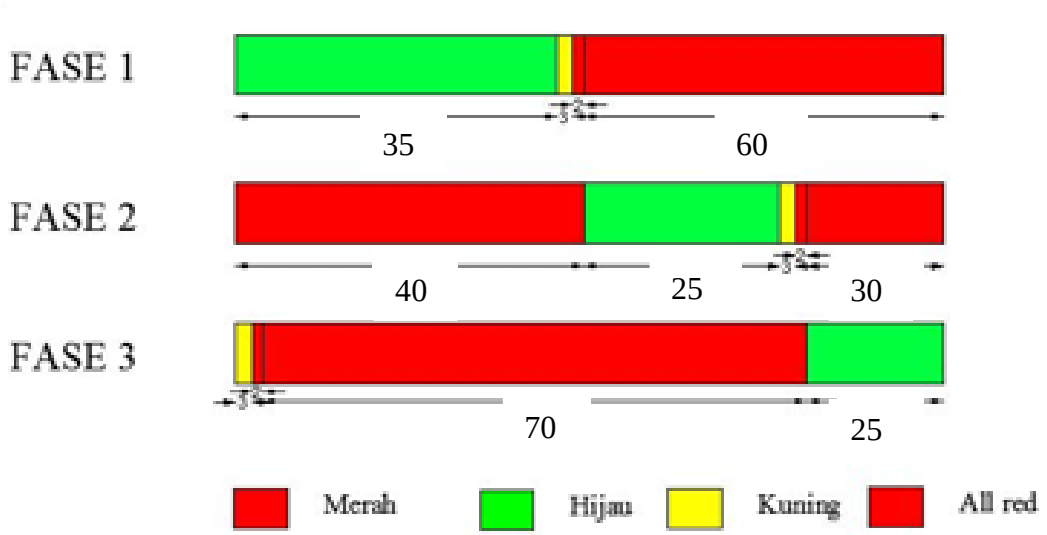
a. alternatif II yaitu, menambah lebar pendekat lengan Utara dan lengan Selatan serta merubah siklus waktu lampu lalu lintas,
b. alternatif III pendekat pada lengan arah barat dirubah menjadi satu arah akan lebih efektif untuk kapasitas yang lebih tinggi,
c. alternatif III pendekat arah timur yang semulanya belok kiri (LT) di ubah menjadi belok kiri langsung (LTOR), dan
d. merubah fase simpang dari 4 fase menjadi 3 fase. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.14, Gambar 5.9, dan Gambar 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.14 Perbaikan Sinyal Lalu Lintas pada Alternatif IV

Pendekat	Waktu nyala lampu (detik)				
	Merah	Kuning	Hijau	*All red*	Siklus waktu
Utara	60	3	35	2	100
Timur	70	3	25	2	
Selatan	60	3	35	2	
Barat	70	3	25	2	



Gambar 5.9 Perubahan Fase Alternatif IV



Gambar 5.10 Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas pada Alternatif IV

Hasil analisis kinerja simpang bersinyal Jlagran setelah perbaikan dengan menggunakan alternatif IV yaitu kombinasi antara alternatif II, Alternatif III dan perubahan fase dengan disertai perubahan waktu siklus menunjukkan hasil yang baik pada semua lengan dengan memenuhi persyaratan yang berpedoman pada MKJI 1997 yaitu < 0,75, dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran VIII.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perbaikan Simpang pada Alternatif IV

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	NQ (smp/jam)	QL (m)	D (dtk/smp)
Utara	769	1293,36	0,59	23,03	139,83	31,2
Selatan	757	2253,04	0,34	19,88	73,56	27,1
Barat	455	1406,92	0,32	13,15	60,52	33,9
Timur	220	793,05	0,28	6,11	55,24	33,0

5. Perbandingan Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang

Keempat alternatif tersebut diatas kemudian dibandingkan satu sama lain. Paramater yang bisa digunakan sebagai perbandingan hanyalah derajat kejenuhan, selain itu tidak ada parameter yang bisa dibandingkan karena tiap alternatif memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan setiap alternatif diatas diambil nilai derajat kejenuhan terbesar dari tiap pendekat untuk dibandingkan. Setelah dibandingkan dari hasil analisis, maka dipilih nilai derajat kejenuhan yang terkecil dari semua alternatif tersebut. Dapat dilihat perbandingan semua alternatif pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perbandingan Seluruh Alternatif dan Eksisting

Kondisi	Derajat Kejenuhan (DS)			
	Pendekat			
	Utara	**Timur**	**Selatan**	**Barat**
Eksisting	1,31	0,94	1,31	1,44
Alternatif I	1,33	0,87	1,00	0,87
Alternatif II	0,96	0.94	0,92	1,08
Alternatif III	0,77	0,45	0,44	0,53
Alternatif IV	0,59	0,28	0,34	0,32

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa derajat kejenuhan yang terkecil dan memenuhi persyaratan yang berpedoman pada Direktorat Jendral Bina Marga (MKJI, 1997) adalah alternatif IV. Maka dari itu alternatif IV yang telah terpilih sebagai pemecah masalah akan di analisis untuk 5 tahun mendatang sesuai pedoman Dirjen Bina Marga.

5.5 Kinerja Simpang Pada Lima Tahun Mendatang

Analisis kinerja simpang pada lima tahun mendatang dilakukan untuk dapat meramalkan kondisi kelayakan simpang pada lima tahun mendatang berdasarkan nilai derajat kejenuhan yang sesuai standar Direktorat Jendral Bina Marga (MKJI, 1997). Untuk dapat mengetahui nilai derajat kejenuhan (DS) pada tahun 2024 perlu dilakukan analisis pertumbuhan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor agar dapat memperkirakan jumlah penduduk dan jumlah arus kendaraan yang melewati simpang tersebut.

5.5.1 Analisis Pertumbuhan Jumlah Penduduk Daerah Istimewa Yogyakarta pada Lima Tahun Mendatang

Analisis pertumbuhan penduduk dilakukan untuk digunakan sebagai asumsi pertumbuhan aktivitas pada simpang Jlagran dan akan digunakan sebagai penentu faktor penyesuaian ukuran kota pada tahun 2024. Jumlah penduduk Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2018 sebanyak 3.818.266 penduduk digunakan sebagai variabel pada tahun dasar rata – rata. Angka pertumbuhan penduduk Daerah Istimewa Yogyakarta pada periode tahun 2011 – 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.17 di bawah ini.

Tabel 5.17 Pertumbuhan Penduduk Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2011–2018

Tahun	Jumlah Penduduk	P (%)
2011	3.487.325	
2012	3.514.762	0,78
2013	3.594.854	2,23
2014	3.636.699	1,15
2015	3.679.176	1,15
2016	3.720.912	1,12
2017	3.768.235	1,26
2018	3.818.266	1,31

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019)

Dapat dilihat bahwa jumlah penduduk pada tahun 2018 terdapat 3.818.266 jiwa dan masuk pada bagian kota besar, jadi untuk pertumbuhan penduduk 5 tahun mendatang atau pada tahun 2024 maka tetap pada bagian kota besar.

5.5.2 Analisis Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Lima Tahun Mendatang

Analisis pertumbuhan kendaraan bermotor digunakan sebagai asumsi kenaikan jumlah arus lalu lintas yang melewati simpang Jlagran pada tahun 2024. Untuk mendapatkan angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor sesuai dengan jenisnya digunakan data sekunder berupa data jumlah kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta pada periode tahun 2008 – 2013.

Tabel 5.18 Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor Daerah Istimewa Yogyakarta

Tahun	Jumlah DIY				Pertumbuhan (%)			
	LV	HV	MC	Total	LV	HV	MC	Total
2013	196962	63679	1673903	1934544	-	-	-	-
2014	211762	64578	1743561	2019901	7,51	1,41	4,16	4,41
2015	228945	65412	1862313	2156670	8,11	1,29	6,81	6,77
2016	242986	66884	1986845	2296715	6,13	2,25	6,69	6,49
2017	265453	68403	2124261	2458117	9,25	2,27	6,92	7,03

(Sumber : Badan Pusat Statistik Yogyakarta 2019)

Dari Tabel 5.18 di atas dapat diketahui angka pertumbuhan rata – rata tiap jenis kendaraan sesuai dengan jenisnya dengan menggunakan Persamaan (4.37). Nilai pertumbuhan kendaraan rata- rata ini digunakan sebagai pendekatan pertumbuhan jumlah arus lalu lintas pada simpang 5 tahun mendatang. Dari Persamaan (4.37) didapatkan hasil sebagai berikut.

1. i LV = 7,75 %
2. i HV = 1,81 %
3. i MC = 6,14 %

5.5.3 Analisis Arus Lalu Lintas Lima Tahun Mendatang

Prediksi jumlah arus lalu lintas pada tahun 2024 didapatkan berdasarkan angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta. Nilai variabel tahun dasar rata – rata menggunakan data hasil survei jumlah kendaraan pada jam sibuk yang melewati simpang Jlagran pada tahun 2024. Selanjutnya digunakan Persamaan (4.37) untuk perhitungan perkiraan jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan ini pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2024.

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. Perhitungan arus lalu lintas yang terdapat pada Direktorat Jendral Bina Marga (MKJI,1997) dapat dilihat pada Tabel 5.19 di bawah ini.

Tabel 5.19 Hasil Prediksi Volume Kendaraan Lalu Lintas pada Tahun 2019-2024

Tahun	Volume Kendaraan Lalu Lintas(Smp/jam)				
	Utara	Selatan	Timur	Barat	Total
2019	961	912	467	506	2847
2020	1021	968	496	537	3022
2021	1084	1028	527	571	3209
2022	1151	1092	559	606	3407
2023	1222	1159	594	643	3618
2024	1297	1231	630	683	3841

5.5.4 Analisis Derajat Kejenuhan Lima Tahun Mendatang

Nilai derajat kejenuhan (DS) pada tahun 2024 didapatkan dari perbandingan antara volume arus lalu lintas dengan kapasitas yang ada. Pada sub bab sebelumnya telah terpilih alternatif IV sebagai alternatif yang paling efektif untuk simpang bersinyal Jlagran. Alternatif ketiga ini akan dibandingkan pada kondisi eksisting untuk lima tahun mendatang bertujuan melihat kinerja simpang yang terjadi pada masa mendatang sesuai persyaratan yang berpedoman pada MKJI 1997 < 0,75. Perbandingan sebagai contoh akan dipakai derajat kejenuhan tertinggi masing-masing tahunnya dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini.

Tabel 5.20 Derajat Kejenuhan Alternatif IV pada Lima Tahun Mendatang

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023	2024
C (smp/jam)	1293	1293	1293	1293	1293	1293
DS	0,59	0,63	0,67	0,71	0,76	0,8

5.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting diperoleh nilai derajat kejenuhan, jumlah antrian kendaraan, panjang antrian, rasio kendaraan henti, jumlah kendaraan henti, dan tundaan yang cukup tinggi dari setiap pendekatnya. Berdasarkan standar yang berpedoman pada MKJI 1997 hal ini menunjukkan tingkat kinerja simpang Jlagran sudah tidak baik dan diperlukan adanya alternatif pemecahan masalah untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut.

Dilakukan percobaan analisis 4 alternatif untuk memperbaiki kinerja simpang Jlagran. Alternatif pertama adalah dengan melakuakan perubahan waktu siklus sinyal lampu lalu lintas. Alteratif kedua adalah pelebaran geometrik dan perubahan waktu siklus. Alternatif ketiga adalah kombinasi Alternatif kedua yang disertai perubahan lalu lintas satu arah pada lengan Barat. Alternatif keempat adalah kombinasi alternatif ketiga yang disertai perubahan fase dari 3 fase menjadi 4 fase.

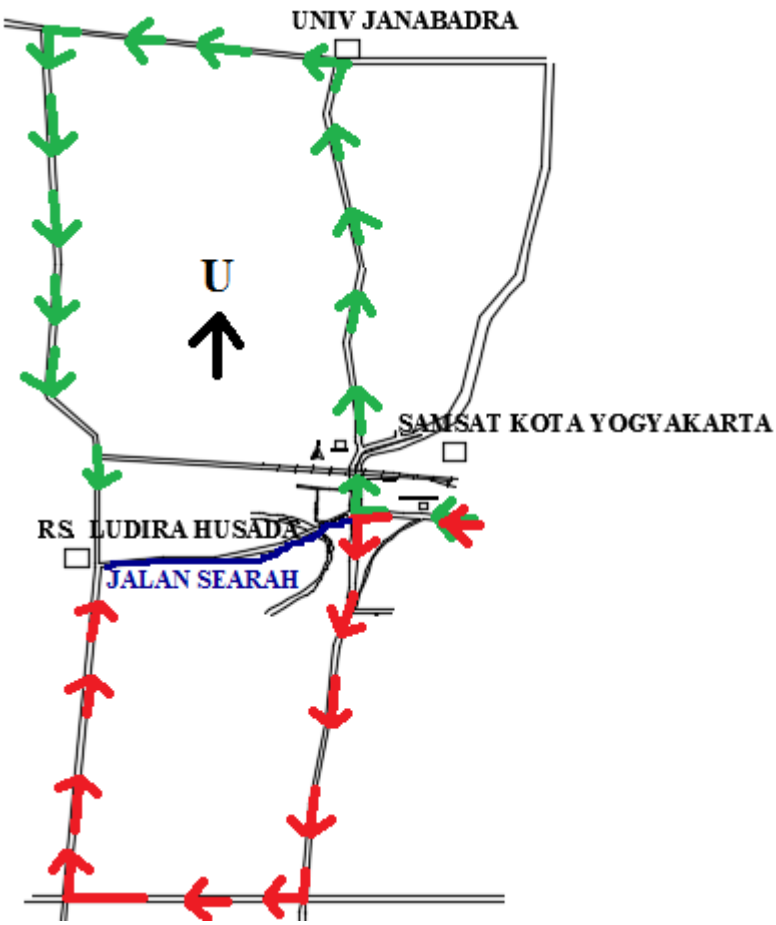
Hasil analisis terbaik adalah menggunakan alternatif keempat. Data perbandingan kondisi eksisting dan setiap alternatif, serta prediksi 5 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut,

Tabel 5.21 Perbandingan Derajat Kejenuhan dan Tundaan serta kondisi 5 Tahun mendatang

Kondisi	**Pendekat**							
	Utara		**Selatan**		**Barat**		**Timur**	
	DS	D (dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)
Eksisting	1,31	640,71	1,31	621,17	1,44	884,17	0,94	93,48
Alternatif I	1,33	671,2	1,13	320,3	1,00	151,0	0,87	81,8
Alternatif II	0,96	79,60	0,92	67,72	1,08	256,54	0,94	97,72
Alternatif III	0,77	51,80	0,44	42,37	0,53	54,70	0,45	53,75
Alternatif IV	0,59	31,25	0,34	27,12	0,32	33,87	0,28	33,03
Tahun	**Prediksi Alternatif IV**							
	DS	D(dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)	DS	D(dtk /smp)
2020	0,63	32,08	0,36	27,38	0,34	34,10	0,30	33,23
2021	0,67	33,07	0,38	27,67	0,36	34,36	0,31	33,45
2022	0,71	34,27	0,40	27,98	0,39	34,63	0,33	33,68
2023	0,76	35,80	0,43	28,32	0,41	34,93	0,35	33,95
2024	0,80	37,86	0,45	28,69	0,44	35,26	0,38	34,23

Dikarenakan adanya perubahan arah lalu lintas pada lengan Barat menjadi satu arah, maka sebagai alternatif rute kendaraan yang akan menuju ke arah barat dapat dialihkan sesuai Gambar 5.11, menuju opsi jalan berikut :

1. Kendaraan dari Timur dapat berbelok ke arah kanan melalui jalan Letjen Suprapto (rute hijau)
2. Kendaraan dari Timur dapat berbelok ke arah Kiri melalui jalan Letjen Suprapto (rute merah)



Gambar 5.11 Peralihan Rute Alternatif