

BAB IV

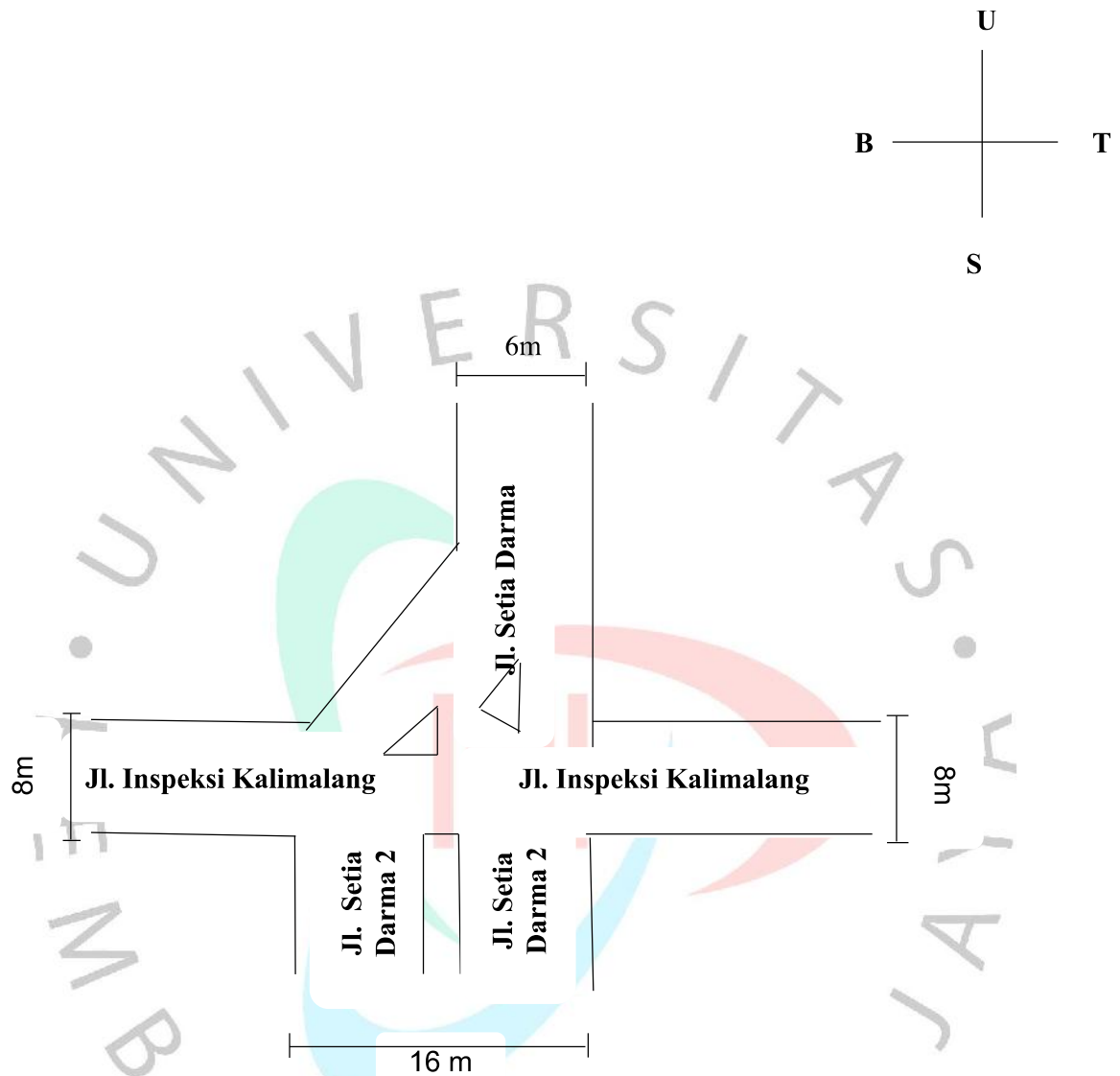
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Data Geometrik Jalan

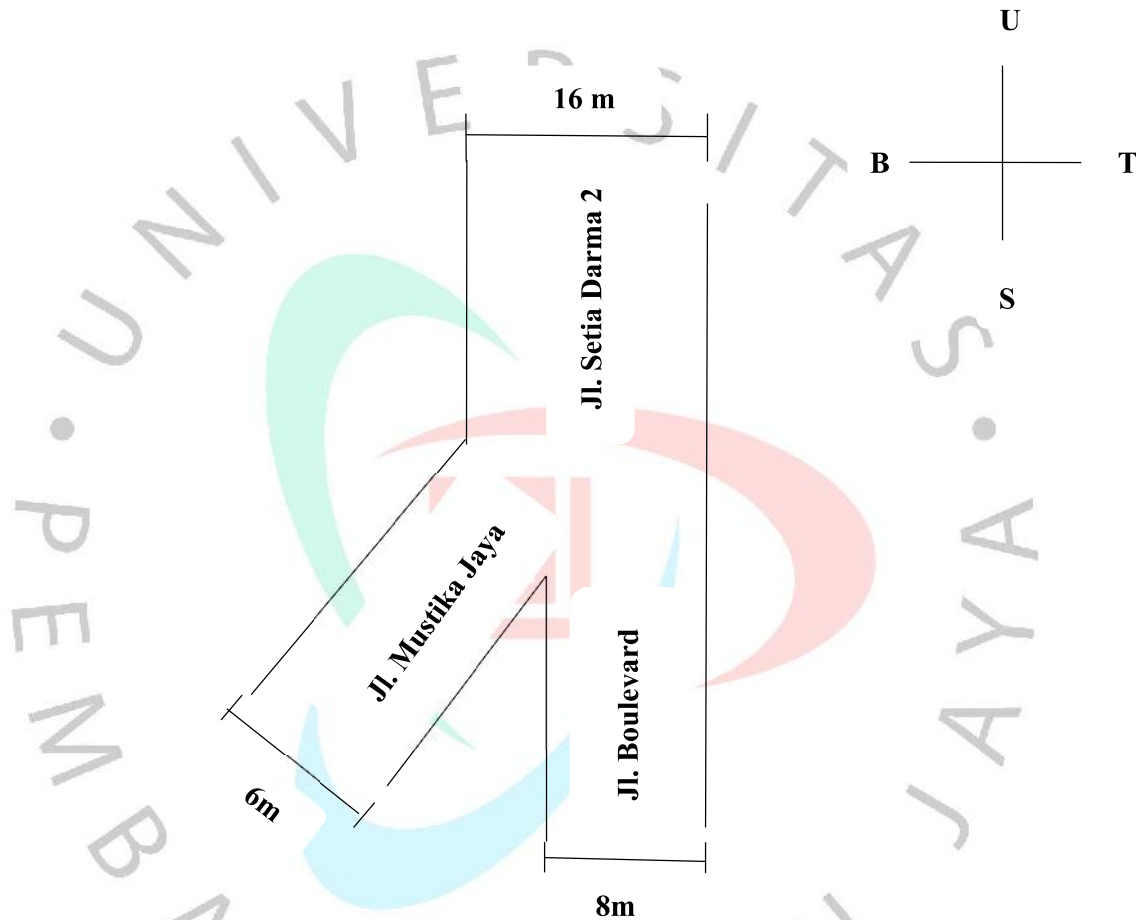
Geometrik simpang perlu diketahui sebelum dilakukan penelitian untuk menghitung kinerja simpang menggunakan (MKJI 1997). Pada simpang Boulevard dan Simpang Setia Darma 2 merupakan area komersial karena banyak terdapat Toko dan pelayanan publik seperti pasar, rumah sakit, dan SPBU kecuali area Boulevard, Grandwisata karena pada area ini juga terdapat perumahan. Untuk area kedua simpang ini tingkat hambatan sampingnya tergolong rendah berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti pada 17 April 2022 dan 18 April 2022.

Data yang dipakai peneliti untuk melakukan analisis kinerja simpang yaitu lebar efektif (W_e). Lebar efektif dari setiap lengan simpang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini untuk mengetahui lebar efektif setiap pendekatan pada keempat lengan simpang. Setelah dilakukan pengukuran di lapangan didapatkan jarak simpang boulevard ke simpang Setia Darma 2 adalah 650 m.



Gambar 4. 1 Simpang Setia Darma 2

Lebar efektif pada gambar 4.1 digunakan untuk menghitung kinerja pada Simpang Setia Darma 2. Sedangkan pada Gambar 4.2 digunakan untuk menghitung kinerja pada simpang Boulevard. Lebar efektif Simpang Boulevard dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 2 Simpang Boulevard

4.1.2 Volume Simpang

Survei volume simpang dilakukan dalam dua hari yaitu pada hari minggu, 17 April 2022 dan Senin, 18 April 2022. Data yang diambil adalah Pagi pukul 07.00 – 09.00, Siang pukul 12.00 – 14.00 dan Sore pukul 16.00 – 18.00. Survei dilaksanakan serentak pada kedua simpang untuk mendapatkan kondisi yang sama. Pengamatan volume kendaraan dilakukan dalam kurun waktu 15 menit dan nantinya akan di

konversi ke dalam kend/ jam. Jenis kendaraan yang di survei yaitu *unmotorize* (UM), *Motorcycle* (MC), *light vehicle* (LV) dan *heavy vehicle* (HV) Hasil Survei volume simpang selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.1.2 Volume Puncak Simpang

Volume puncak adalah volume yang digunakan dalam perhitungan menggunakan MKJI 1997 untuk menentukan kinerja pada simpang. Data volume puncak didapat dari mencari titik puncak pada volume kendaraan yang telah di survei dalam perjam.

Tabel 4. *Volume Jam Sibuk Simpang Setia Darma 2 Pada Hari Minggu*

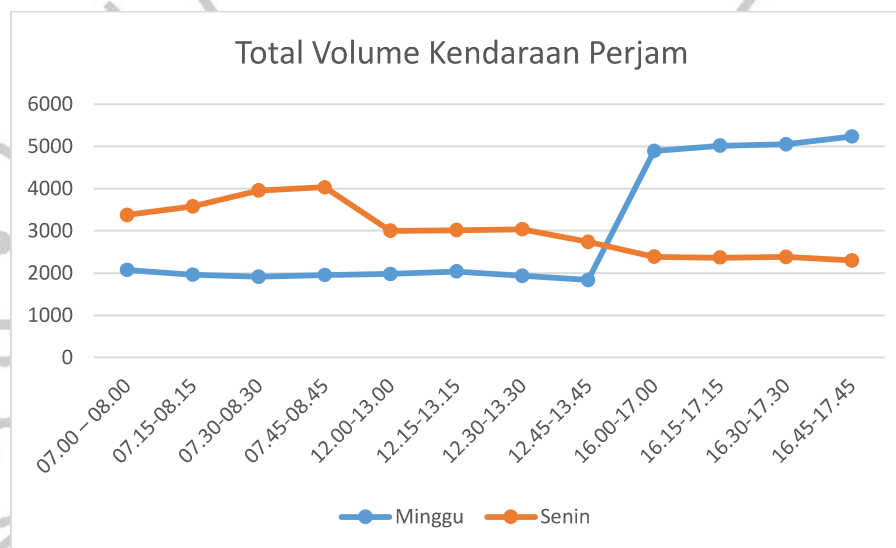
Waktu	Simpang Setia Darma					Arus jam puncak
	Volume					
	Selatan	Barat	Utara	Timur	Total	
07.00 – 08.00	787.3	545	347.2	396.6	2076.1	
07.15-08.15	751.9	525.8	315.6	366	1959.3	
07.30-08.30	844.3	512.1	233.6	324.2	1914.2	
07.45-08.45	924.2	530	158.6	340.2	1953	
12.00-13.00	711.1	780	124.6	364.4	1980.1	
12.15-13.15	735.1	804	124.2	376.8	2040.1	5234
12.30-13.30	676.3	745.2	119.2	395.4	1936.1	
12.45-13.45	612.8	687.7	118.8	416.2	1835.5	
16.00-17.00	1468.2	1254.6	852.8	1317.2	4892.8	
16.15-17.15	1539.2	1376.2	705	1398	5018.4	
16.30-17.30	1557.2	1346.8	730.2	1416.8	5051	
16.45-17.45	1563.8	1467.8	751.2	1451.2	5234	

Tabel 4. 1 *Volume Jam Sibuk Simpang Setia Darma 2 Pada Hari Senin*

Waktu	Simpang Setia Darma					Arus jam puncak
	Volume					
	Selatan	Barat	Utara	Timur	Total	
07.00 – 08.00	957.2	828.4	763.4	828.6	3377.6	
07.15-08.15	1014.8	875.8	816.2	875.8	3582.6	4032.2
07.30-08.30	1116.6	985.4	868	985.4	3955.4	

07.45-08.45	1192.6	982.8	874	982.8	4032.2
12.00-13.00	922.8	831.6	630.6	615.2	3000.2
12.15-13.15	957.4	870.2	609.8	580.2	3017.6
12.30-13.30	961.2	922.6	598.2	555.8	3037.8
12.45-13.45	917.2	868.2	485.4	470.8	2741.6
16.00-17.00	812.4	646	144.6	786.2	2389.2
16.15-17.15	845.2	641.6	143.6	738	2368.4
16.30-17.30	832	649.4	141.6	761	2384
16.45-17.45	830.4	597.6	123	749	2300

Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Volume Kendaraan Perjam Hari Minggu dan Senin di Simpang Setia Darma 2



Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa volume jam puncak kendaraan terjadi pada hari Minggu, 17 April 2022 Pukul 16.45 -17.45 dengan total kendaraan sebesar 5234 smp/jam yang terdiri dari 2484 smp/jam jenis *Motorcycle*, 2750 smp/jam jenis *Light Vehycle*. Data volume kendaraan pukul 16.45 – 17.45 digunakan untuk menghitung pada kondisi *peak hour* di simpang Setia Darma 2.

Tabel 4. 2 Volume Jam sibuk Simpang Boulevard pada hari Minggu

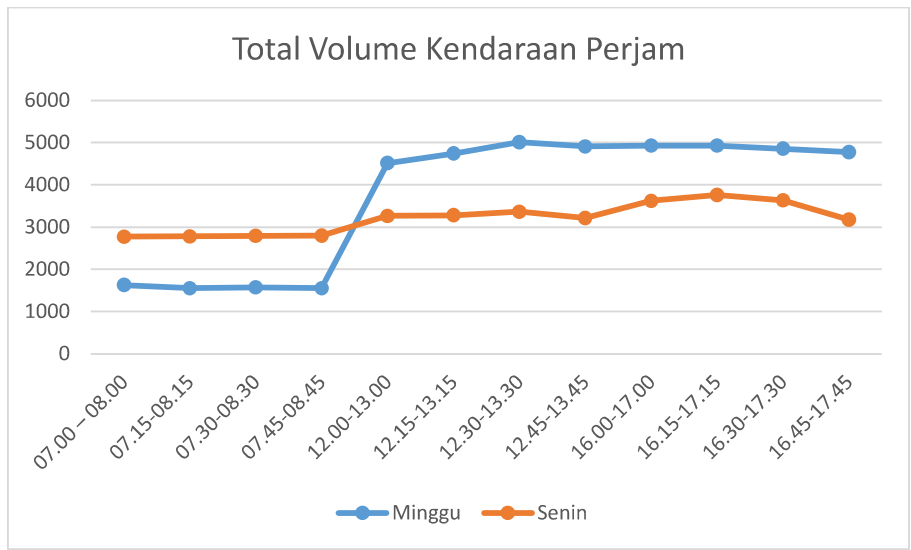
Waktu	Simpang Boulevard				Peak Hour
	Volume				
	Selatan	Barat	Utara	Total	
07.00 – 08.00	556	954.8	115.2	1626	5010.5
07.15-08.15	528.5	873.7	151.7	1553.9	
07.30-08.30	564	827.7	177.7	1569.4	
07.45-08.45	565	793.7	192.2	1550.9	

12.00-13.00	1869.5	681.5	1962.5	4513.5
12.15-13.15	1926.5	763.5	2054	4744
12.30-13.30	2075	820.5	2115	5010.5
12.45-13.45	1857.5	875	2178.5	4911
16.00-17.00	1784.5	1685	1456.5	4926
16.15-17.15	1802.5	1688.5	1436.5	4927.5
16.30-17.30	1761.5	1681	1412.5	4855
16.45-17.45	1747.5	1639	1387	4773.5

Tabel 4. 3 *Volume Jam Sibuk Simpang Boulevard Pada Hari Senin*

Waktu	Simpang Boulevard				Peak Hour
	Volume				
	Selatan	Barat	Utara	Total	
07.00 – 08.00	469.5	1176	1126.5	2772	3759
07.15-08.15	478.5	1180.5	1120	2779	
07.30-08.30	488	1196	1104	2788	
07.45-08.45	469.5	1220.5	1111.5	2801.5	
12.00-13.00	554	989.5	1719	3262.5	
12.15-13.15	557	988.5	1734.5	3280	
12.30-13.30	614	992.5	1756	3362.5	
12.45-13.45	636.5	990.5	1585.5	3212.5	
16.00-17.00	865	990	1766	3621	
16.15-17.15	966	993	1800	3759	
16.30-17.30	959	892.5	1778	3629.5	
16.45-17.45	764.5	886.5	1526	3177	

Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Volume Kendaraan Perjam Hari Minggu dan Senin di Simpang Boulevard



Dari grafik diatas dapat diketahui volume jam puncak kendaraan di Simpang Boulevard terjadi pada hari Minggu jam 12.30-13.30 dengan total kendaraan 5010.5 smp/jam. Jumlah kendaraan pada pukul 12.30- 13.30 akan digunakan untuk menghitung kondisi *peak hour* pada simpang Boulevard

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Volume Kondisi Peak Hour pada Simpang Setia Darma 2 dan Simpang Boulevard

Simpang	Waktu	Volume			
		Selatan	Barat	Utara	Timur
Setia Darma 2	16.45-17.45	1563.8	1467.8	751.2	1451.2
	12.30-13.30	2075	820.5	2115	0

Pada perhitungan *peak hour* akan menggunakan volume Tabel 4.5 untuk simpang Setia Darma 2 dan simpang Boulevard.

4.1.3 Data Sekunder

Data sekunder dalam hal ini adalah jumlah penduduk Kota Bekasi. Data ini didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS). Untuk tahun 2020, diperoleh data

jumlah penduduk Kota Bekasi sebesar 2.543.676 jiwa. Data ini digunakan sebagai masukan dalam perhitungan MKJI 1997.



4.2 Pembahasan

Dalam analisis dan pembahasan ini kita akan membuat analisis kinerja simpang dalam koordinasi eksisting yang meliputi Analisis kinerja simpang bersinyal Setia Darma 2, Analisis kinerja simpang tidak bersinyal Boulevard

4.2.1 Analisis Kinerja Simpang Koordinasi Eksisting

Terdapat tiga kinerja simpang yang dihitung dalam hal ini yaitu pada saat pagi, siang, dan sore. Waktu yang memiliki kinerja terjenuh akan digunakan sebagai dasar untuk merencanakan *cycle time* baru yang lebih baik.

Kinerja simpang dihitung dengan menggunakan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Contoh perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

1. Simpang Setia Darma 2

b. Pendekat Selatan

1. Perhitungan arus Jenuh (S)

Untuk menghitung arus jenuh, diperlukan angka derajat kejenuhan dasar (S_0) dan faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Untuk angka pengaruh pada simpang akan mengikuti tabel yang ada pada MKJI 1997. Berikut data yang akan digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

Lebar efektif (W_e) = 8 m

F_{cs} = 1.05 (Lihat Pada Tabel C-4:3 MKJI)

F_{sf} = 0.98 (Lihat Pada Tabel C-4:4 MKJI)

F_g = 1

F_p = 1

F_{lt} = $1.0 - 0.16 \times 0.16$

= 0.97

F_{rt} = $1.0 + 0.49 \times 0.26$

= 1.13

Untuk perhitungan arus jenuh dasar menggunakan rumus (2.10) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_o &= 8 \times 600 \\ &= 4800 \text{ smp/jam hijau} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh akan menggunakan rumus (2.9) yaitu:

$$\begin{aligned} S &= 4800 \times 1.05 \times 0.98 \times 1 \times 1 \times 0.97 \times 1.13 \\ &= 5413.83 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2) Perhitungan rasio arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned} FR &= 1563.8/5413.85 \\ &= 0.288 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas (C) menggunakan rumus (2.8). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned} C &= (5413.85/200) \times 120 \\ &= 3255 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Perhitungan derajat kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan. Berikut adalah perhitungan derajat kejenuhan.

$$\begin{aligned} DS &= 1563.8/3255 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

5) Perhitungan rasio hijau (GR)

Perhitungan rasio hijau (GR) adalah perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus. Perhitungan rasio hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} GR &= 120/200 \\ &= 0.6 \end{aligned}$$

6) Perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ)

Pada perhitungan jumlah kendaraan antrian (NQ) memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) yang dapat dihitung dengan rumus (2.13) dan memerlukan angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) yang dapat dihitung dengan rumus (2.14). Berikut adalah perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ) menggunakan rumus (2.12). Karena didapatkan D_s sebesar 0.5. Untuk $D_s \leq 0.5$ Maka $NQ1 = 0$

$$NQ2 = 200 \times \frac{1 - 0.6}{1 - 0.6 \times 0.48} \times \frac{1563.8}{3600}$$
$$= 48.8 \text{ smp}$$

$$NQ = 0 + 48.8 \text{ m}$$
$$= 48.8 \text{ smp}$$

● Nq_{max} sebesar 48.8 smp

7) Perhitungan panjang antrian (QL)

Pada perhitungan panjang antrian (QL) akan menggunakan rumus (2.12). Perhitungan panjang antrian dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$QL = 48.8 \times 20 / 8$$
$$= 122.1 \text{ m}$$

8) Perhitungan angka henti (NS)

Pada perhitungan angka henti (NS) akan menggunakan rumus (2.13). Perhitungan angka henti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$NS = 0.9 \times 48.8 \times 3600 / (1563.8 \times 200)$$
$$= 0.51 \text{ stop/smp}$$

9) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

Pada perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv) akan menggunakan rumus (2.14). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$Nsv = 1563.8 \times 0.51$$
$$= 790.9 \text{ smp/jam}$$

10) Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT)

Pada perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT) akan menggunakan rumus (2.16). Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$A = 0,5 \times (1 - 0.6)^2 / (1 - 0.6 \times 0.48) \\ = 0.112$$

$$DT = 200 \times 0.112 + (0 \times 3600 / 3255) \\ = 22.5 \text{ detik/smp}$$

11) Perhitungan tundaan geometrik (DG)

Pada perhitungan tundaan geometrik (DG) akan menggunakan rumus (2.17). Perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$DG = (1 - 0.5) \times 0.49 \times 6 + (0.5 \times 4) \\ = 1.52 \text{ detik/smp}$$

12) Perhitungan tundaan rata – rata (*Delay*)

Pada perhitungan tundaan rata – rata (*Delay*) akan menggunakan rumus (2.15). Perhitungan tundaan rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\text{Tundaan rata – rata} = 22.5 + 1.52 \\ = 24 \text{ detik}$$

c. Pendekat Barat

1. Perhitungan arus Jenuh (S)

Untuk menghitung arus jenuh, diperlukan angka derajat kejenuhan dasar (S_0) dan faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Untuk angka pengaruh pada simpang akan mengikuti tabel yang ada pada MKJI 1997. Berikut data yang akan digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

$$\text{Lebar efektif (We)} = 4 \text{ m}$$

$$F_{cs} = 1.05 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:3 MKJI)}$$

$$F_{sf} = 0.95 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:4 MKJI)}$$

$$F_g = 1$$

$$F_p = 1$$

$$F_{lt} = 1.0 - 0.17 \times 0.16 \\ = 0.97$$

$$\begin{aligned} \text{Frt} &= 1.0 + 0.45 \times 0.26 \\ &= 1.12 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh dasar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{So} &= 4 \times 600 \\ &= 2400 \text{ smp/jam hijau} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh akan menggunakan rumus yaitu:

$$\begin{aligned} \text{S} &= 2400 \times 1.05 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 0.97 \times 1.12 \\ &= 2474.2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2) Perhitungan rasio arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{FR} &= 1467.8 / 2474.2 \\ &= 0.59 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas (C) menggunakan rumus (2.4). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{C} &= (2474.2 / 200) \times 102 \\ &= 1286.5 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Perhitungan derajat kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan rumus (2.8). Berikut adalah perhitungan derajat kejenuhan.

$$\begin{aligned} \text{DS} &= 1467.8 / 1286.5 \\ &= 1.1 \end{aligned}$$

5) Perhitungan rasio hijau (GR)

Perhitungan rasio hijau (GR) adalah perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus. Perhitungan rasio hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$GR = 102/200$$

$$=0.52$$

6) Perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ)

Pada perhitungan jumlah kendaraan antrian (NQ) memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) yang dapat dihitung dengan rumus (2.10) dan memerlukan angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) yang dapat dihitung dengan rumus (2.11). Berikut adalah perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ). Karena didapatkan Ds sebesar 1.1 Maka NQ1 =45.4 smp

$$NQ1 = 0.25 \times 1286.6 \times \left[(1.1 - 1) + \sqrt{(1.1 - 1)^2 + \frac{8 \times (1.1 - 0.5)}{1286.6}} \right]$$

$$= 45.4 \text{ smp}$$

$$NQ2 = 200 \times \frac{1 - 0.52}{1 - 0.52 \times 1.1} \times \frac{1467.8}{3600}$$

$$= 96.2 \text{ smp}$$

$$NQ = 45.4 + 96.2$$

$$= 141.6 \text{ smp}$$

Nqmax sebesar 141.6 smp .

7) Perhitungan panjang antrian (QL)

Pada perhitungan panjang antrian (QL) akan menggunakan rumus (2.12) Perhitungan panjang antrian dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$QL = 141.6 \text{ m} \times 20 / 4$$

$$= 708 \text{ m}$$

8) Perhitungan angka henti (NS)

Pada perhitungan angka henti (NS) akan menggunakan rumus (2.13) perhitungan angka henti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$NS = 0.9 \times 141.6 \times 3600 / (1467.8 \times 200)$$

$$= 1.6 \text{ stop/smp}$$

9) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{sv})

Pada perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) akan menggunakan rumus (2.14). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} N_{sv} &= 1467.8 \times 1.6 \\ &= 2294.2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

10) Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT)

Pada perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT) akan menggunakan rumus (2.16). Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A &= 0,5 \times (1 - 0.52)^2 / (1 - 0.52 \times 1.1) \\ &= 0.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= 200 \times 0.28 + (45.4 \times 3600 / 1286.6) \\ &= 56.6 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

11) Perhitungan tundaan geometrik (DG)

Pada perhitungan tundaan geometrik (DG) akan menggunakan rumus (2.17). Perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} DG &= (1 - 1.56) \times 0.59 \times 6 + (1.56 \times 4) \\ &= 7.3 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

12) Perhitungan tundaan rata – rata ($Delay$)

Pada perhitungan tundaan rata – rata ($Delay$) akan menggunakan rumus (2.15). Perhitungan tundaan rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Tundaan rata – rata} &= 56.6 + 7.3 \\ &= 64 \text{ detik} \end{aligned}$$

d. Pendekat Utara

1. Perhitungan arus Jenuh (S)

Untuk menghitung arus jenuh, diperlukan angka derajat kejenuhan dasar (S_0) dan faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Untuk angka pengaruh pada simpang akan mengikuti tabel yang ada pada MKJI 1997. Berikut data yang akan digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

$$\text{Lebar efektif } (W_e) = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 F_{cs} &= 1.05 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:3 MKJI)} \\
 F_{sf} &= 0.95 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:4 MKJI)} \\
 F_g &= 1 \\
 F_p &= 1 \\
 F_{lt} &= 1.0 - 0.05 \times 0.16 \\
 &= 0.99 \\
 F_{rt} &= 1.0 + 0.01 \times 0.26 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh dasar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S_o &= 3 \times 600 \\
 &= 1800 \text{ smp/jam hijau}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh akan menggunakan rumus yaitu:

$$\begin{aligned}
 S &= 1800 \times 1.05 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 0.99 \times 1 \\
 &= 1788.5 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

2) Perhitungan rasio arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 FR &= 751.2 / 1788.5 \\
 &= 0.42
 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas (C) menggunakan rumus (2.4). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 C &= (1788.5/200) \times 75 \\
 &= 670.7 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

4) Perhitungan derajat kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan rumus (2.8). Berikut adalah perhitungan derajat kejenuhan.

$$\begin{aligned}
 DS &= 751.2/670.7 \\
 &= 1.12
 \end{aligned}$$

5) Perhitungan rasio hijau (GR)

Perhitungan rasio hijau (GR) adalah perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus. Perhitungan rasio hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} GR &= 75/200 \\ &= 0.375 \end{aligned}$$

6) Perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ)

Pada perhitungan jumlah kendaraan antrian (NQ) memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) yang dapat dihitung dengan rumus (2.10) dan memerlukan angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) yang dapat dihitung dengan rumus (2.11). Berikut adalah perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ). Karena didapatkan D_s sebesar 1.12 Maka $NQ1 = 20.23$

$$\begin{aligned} Nq1 &= 0.25 \times 670.7 \times [(1.12 - 1) + \sqrt{(1.12 - 1)^2 + \frac{8 \times (1.12 - 0.5)}{670.7}}] \\ &= 20.23 \text{ smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NQ2 &= 200 \times \frac{1-0.375}{1-0.375 \times 1.12} \times \frac{751.2}{3600} \\ &= 45 \text{ smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NQ &= 20.23 \text{ smp} + 45 \text{ smp} \\ &= 65.2 \text{ smp} \end{aligned}$$

Nq_{max} sebesar 65.2 smp.

7) Perhitungan panjang antrian (QL)

Pada perhitungan panjang antrian (QL) akan menggunakan rumus (2.12) Perhitungan panjang antrian dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} QL &= 65.2 \text{ m} \times 20 / 3 \\ &= 434.71 \text{ m} \end{aligned}$$

8) Perhitungan angka henti (NS)

Pada perhitungan angka henti (NS) akan menggunakan rumus (2.13) perhitungan angka henti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$NS = 0.9 \times 65.2 \times 3600 / (751.2 \times 200)$$

$$=1.41 \text{ stop/smp}$$

9) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

Pada perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv) akan menggunakan rumus (2.14). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} Nsv &= 751.2 \times 1.41 \\ &= 1056.4 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

10) Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT)

Pada perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT) akan menggunakan rumus (2.16). Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A &= 0,5 \times (1 - 0.375)^2 / (1 - 0.375 \times 1.12) \\ &= 0.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= 200 \times 0.55 + (20.23 \times 3600/670.7) \\ &= 67.4 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

11) Perhitungan tundaan geometrik (DG)

Pada perhitungan tundaan geometrik (DG) akan menggunakan rumus (2.17). Perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} DG &= (1 - 1.4) \times 0.01 \times 6 + (1.4 \times 4) \\ &= 6.62 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

12) Perhitungan tundaan rata – rata (Delay)

Pada perhitungan tundaan rata – rata (Delay) akan menggunakan rumus (2.15). Perhitungan tundaan rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Tundaan rata – rata} &= 67.4 + 6.62 \\ &= 74 \text{ detik} \end{aligned}$$

e. Pendekat Timur

1. Perhitungan arus Jenuh (S)

Untuk menghitung arus jenuh, diperlukan angka derajat kejenuhan dasar (So) dan faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Untuk angka

pengaruh pada simpang akan mengikuti tabel yang ada pada MKJI 1997. Berikut data yang akan digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

$$\text{Lebar efektif (We)} = 4 \text{ m}$$

$$F_{cs} = 1.05 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:3 MKJI)}$$

$$F_{sf} = 0.95 \text{ (Lihat Pada Tabel C-4:4 MKJI)}$$

$$F_g = 1$$

$$F_p = 1$$

$$\begin{aligned} F_{lt} &= 1.0 - 0.53 \times 0.16 \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{rt} &= 1.0 + 0.015 \times 0.26 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan arus jenuh dasar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_o = 4 \times 600$$

$$= 2400 \text{ smp/jam hijau}$$

Untuk perhitungan arus jenuh akan menggunakan rumus yaitu:

$$\begin{aligned} S &= 2400 \times 1.05 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 0.92 \times 1 \\ &= 2200.6 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2) Perhitungan rasio arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned} FR &= 1451.2 / 2200.6 \\ &= 0.69 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas (C) menggunakan rumus (2.4). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned} C &= (2200.6 / 200) \times 95 \\ &= 1045.3 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Perhitungan derajat kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan rumus (2.8). Berikut adalah perhitungan derajat kejenuhan.

$$DS=1451.2/1045.3$$

$$=1.38$$

5) Perhitungan rasio hijau (GR)

Perhitungan rasio hijau (GR) adalah perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus. Perhitungan rasio hijau dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$GR = 95/200$$

$$=0.475$$

6) Perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ)

Pada perhitungan jumlah kendaraan antrian (NQ) memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) yang dapat dihitung dengan rumus (2.10) dan memerlukan angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) yang dapat dihitung dengan rumus (2.11). Berikut adalah perhitungan jumlah antrian kendaraan (NQ). Karena didapatkan Ds sebesar 1.38 Maka $NQ1 = 104.3$

$$NQ1 = 0.25 \times 1045.3 \times [(1.38 - 1) + \sqrt{(1.38 - 1)^2 + \frac{8 \times (1.38 - 0.5)}{1045.3}}]$$

$$= 104.3 \text{ smp}$$

$$NQ2 = 200 \times \frac{1-0.475}{1-0.475 \times 1.38} \times \frac{1213.2}{3600}$$

$$= 124.3 \text{ smp}$$

$$NQ = 104.3 + 124.3 \text{ m}$$

$$= 228.6 \text{ smp}$$

Nqmax sebesar 228.6 smp .

6) Perhitungan panjang antrian (QL)

Pada perhitungan panjang antrian (QL) akan menggunakan rumus (2.12) Perhitungan panjang antrian dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$QL = 228.6 \text{ m} \times 20 / 4$$

$$= 1142.4 \text{ m}$$

7) Perhitungan angka henti (NS)

Pada perhitungan angka henti (NS) akan menggunakan rumus (2.13) perhitungan angka henti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$NS = 0.9 \times 228.6 \times 3600 / (1213.2 \times 200)$$

$$= 2.55 \text{ stop/smp}$$

8) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

Pada perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv) akan menggunakan rumus (2.14). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$Nsv = 1213.2 \times 2.55$$

$$= 3703 \text{ smp/jsm}$$

9) Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT)

Pada perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata (DT) akan menggunakan rumus (2.16). Perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$A = 0,5 \times (1 - 0.475)^2 / (1 - 0.475 \times 1.38)$$

$$= 0.4$$

$$DT = 200 \times 0.4 + (124.3 \times 3600 / 1213.2)$$

$$= 80.9 \text{ detik/ smp}$$

10) Perhitungan tundaan geometrik (DG)

Pada perhitungan tundaan geometrik (DG) akan menggunakan rumus (2.17). Perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$DG = (1 - 2.55) \times 0.015 \times 6 + (2.55 \times 4)$$

$$= 11.2 \text{ detik / smp}$$

11) Perhitungan tundaan rata – rata (Delay)

Pada perhitungan tundaan rata – rata (Delay) akan menggunakan rumus (2.15). Perhitungan tundaan rata – rata dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

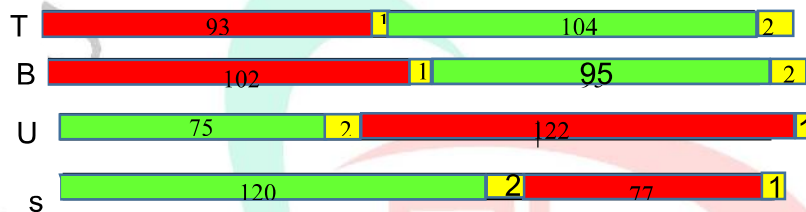
$$\text{Tundaan rata – rata} = 80.9 \text{ detik} + 11.2 \text{ detik}$$

$$= 92 \text{ detik}$$

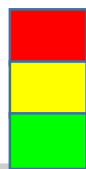
Tabel 4. 5 Rekapitulasi hasil perhitungan untuk kondisi peak hour pada Simpang Setia Darma 2

Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (dtk)	GT (dtk)	DS	QL (m)	Delay (detik)
Selatan	1563.8	3255	200	120	0.48	122.1	24
Barat	1467.8	1286.5	200	104	1.1	708	64
Utara	751.2	670.6	200	75	1.12	434	74
Timur	1451.2	1045	200	95	1.4	1143	92
	Rata – rata				1.045	602	63.5

Gambar 4. 5 Waktu Siklus Simpang Setia Darma 2



Keterangan:



= Sinyal Merah
 = Sinyal Kuning
 = Sinyal Hijau

B= Barat
 S= Selatan
 U= Utara
 T= Timur

2. Simpang Boulevard

➤ Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal pada Kondisi Existing

Digunakan data pada hari Minggu, 17 April 2022 dengan periode jam puncak pukul 12.30 -13.30 WIB. Data ini dianggap mewakili data-data lainnya karena mempunyai volume arus lalu lintas tertinggi.

A. Formulir USIG-I

Kota : Bekasi
 Provinsi : Jawa Barat
 Ukuran Kota : 2543676 jiwa (tahun 2020)
 Periode : Jam puncak pada pagi hari pukul 12.30 – 13.30 WIB
 Nama Simpang: Simpang Boulevard

1. Komponen lalu lintas meliputi :

$$Q_{LV} = 2099 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{HV} = 0 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MC} = 3111 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{TOT} = 5210.5 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{UM} = 1 \text{ kend/jam}$$

$$Q_{MI} = 1020.5 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MA} = 4190 \text{ smp/jam}$$

2. Rasio belok jalan minor

$$P_{LT} \text{ minor} = 826.5 / 1020.5 = 0,81$$

$$P_{RT} \text{ minor} = 164 / 1020.5 = 0.16$$

3. Rasio belok jalan mayor

$$P_{LT} \text{ mayor} = 213 / 4190 = 0,05$$

$$P_{RT} \text{ mayor} = 1063.5 / 4190 = 0,039$$

4. Rasio belok jalan minor + mayor

$$P_{LT} = 1039.5 / 5210.5 = 0,1995$$

$$P_{RT} = 1227.5 / 5210.5 = 0,24$$

5. Rasio jalan minor / (jalan mayor + minor) total

arus jalan minor (Q_{MI}) = 1020.5 smp/jam, arus jalan mayor + minor total (Q_{TOT}) = 5210.5 smp/jam

$$P_{MI} = 1020.5 / 5210.5 = 0,1958$$

6. Rasio kendaraan tak bermotor

Arus kendaraan tak bermotor (Q_{UM}) = 1 kend/jam, arus kendaraan bermotor (Q_{TOT}) = 8122 kend/jam

$$P_{UM} = 1 / 8122 = 0,00$$

B. Formulir USIG – II

1. Mengidentifikasi jumlah lengan simpang

Jumlah lengan simpang terdapat 3 lengan.

2. Menentukan lebar pendekat jalan minor

Lebar pendekat jalan minor A (Selatan) $W_A = 3 \text{ m}$

Lebar pendekat jalan minor C (Utara) $W_C = 8 \text{ m}$

3. Menghitung lebar rata – rata pendekat jalan minor (W_{AC})

$$W_{AC} = (3+8) / 2 = 5.5 \text{ m}$$

4. Menentukan lebar pendekat jalan mayor
Lebar pendekat jalan mayor B (timur) $W_B = 3 \text{ m}$
5. Menghitung lebar rata – rata jalan mayor (W_{BD})
 $W_{BD} = W_B = 3 \text{ m}$
6. Menghitung lebar rata – rata pendekat (W_t)
 $W_t = (3+8+3) / 3 = 4.66 \text{ m}$
7. Menentukan jumlah lajur simpang
Jumlah lajur jalan minor = 2
Jumlah lajur jalan mayor = 1
8. Menentukan tipe simpang
Berdasarkan data dari jumlah lengan simpang = 3, jumlah lajur jalan mayor = 2, jumlah lajur jalan minor = 1, maka diperoleh tipe simpang dari Tabel 3.2 yaitu 322.
9. Menentukan kapasitas dasar (C_o)
Berdasarkan data tipe simpang, maka diperoleh kapasitas dasar dari Tabel 3.5 yaitu 2700 smp/jam
10. Menghitung faktor lebar pendekat rata – rata (F_w)
Untuk menghitung faktor lebar pendekat rata – rata diperlukan variabel masukan yaitu lebar rata – rata pendekat. Tipe simpang dijadikan dasar dalam menghitung faktor lebar pendekat rata – rata.
$$F_w = 0,70 + 0,0866 (4.66)$$
$$= 1.1$$
11. Menentukan faktor penyesuaian median jalan utama (F_m)
Berdasarkan data median jalan utama, maka diperoleh faktor penyesuaian median jalan utama dari Tabel B-4:1 MKJI yaitu 1,00
12. Menentukan faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
Berdasarkan data jumlah penduduk, maka diperoleh faktor penyesuaian ukuran kota dari Tabel B-5:1 MKJI yaitu 1,00
13. Menentukan dan menghitung faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{rsu})

Berdasarkan data tipe lingkungan jalan yaitu komersial ; data hambatan samping yaitu rendah ; data rasio kendaraan tak bermotor = 0 , maka berdasarkan Tabel B-6:1 MKJI masuk dalam range 0,95. .

14. Menghitung faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Variabel masukan dalam menghitung faktor penyesuaian belok kiri adalah rasio belok kiri P_{LT} .

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61 (0,1995) \\ &= 1,16 \end{aligned}$$

15. Menghitung faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Variabel masukan dalam menghitung faktor penyesuaian belok kanan adalah rasio belok kanan P_{RT} .

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1,09 - 0,922 (0,24) \\ &= 0,87 \end{aligned}$$

16. Menghitung faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{mi})

Variabel masukan dalam menghitung faktor penyesuaian rasio arus jalan minor adalah rasio arus jalan minor (P_{MI}). Tipe simpang dijadikan dasar dalam menghitung faktor penyesuaian rasio arus jalan minor adalah rasio arus jalan minor (P_{MI}). Berdasarkan Gambar B-9:1 MKJI digunakan rumus

$$\begin{aligned} &= 1,19 \times 0,1958^2 - 1,19 \times 0,1958 + 1,19 \\ &= 1,002 \end{aligned}$$

17. Menghitung kapasitas simpang (C)

Kapasitas dihitung dengan rumus (3.4)

$$\begin{aligned} C &= 2700 \times 1,1 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 1,16 \times 0,869 \times 1,002 \\ &= 2877,7 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

18. Menghitung derajat kejenuhan (ds)

$$\begin{aligned} ds &= 2075/2849,8 \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

19. Menghitung tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Derajat kejenuhan dijadikan variabel masukan dalam menghitung tundaan lalu lintas simpang.

$$DT_1 = \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 0,72)} - (1 - 0,72) \times 2$$

$$= 7.72 \text{ det/smp}$$

20. Menghitung tundaan lalu lintas jalan mayor (DT_{MA})

Derajat kejenuhan dijadikan variabel masukan dalam menghitung tundaan lalu lintas jalan mayor.

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{0,346 - (0,246 \times 0,73)} - (1 - 0,72) \times 1,8$$

$$= 5.73 \text{ det/smp}$$

21. Menghitung tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

Arus total, tundaan lalu lintas simpang, arus jalan utama, tundaan lalu lintas jalan utama, dan arus jalan minor dijadikan variabel masukan dalam menghitung tundaan lalu lintas jalan minor. Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung dengan rumus 3.6.

$$DT_{MI} = \{ (5210.5 \times 7.72) - (4190 \times 5.73) / 1020.5 \}$$

$$= 40178 \text{ det/smp}$$

22. Menghitung tundaan geometrik simpang (DG)

Derajat kejenuhan dan rasio belok total dijadikan variabel masukan untuk menghitung tundaan geometrik simpang. Untuk $DS < 1,0$

$$DS < 1.0$$

$$DG = (1-0.72) \times (0.23 \times 6 + (1-0.23) \times 3) + 0.72 \times 4$$

$$= 1.84 \text{ detik}$$

23. Menghitung tundaan simpang (D)

Tundaan geometrik simpang dan tundaan lalu lintas simpang dijadikan variabel masukan untuk menghitung tundaan simpang. Tundaan simpang dihitung dengan rumus 3.9.

$$D = 1.84 + 7.72$$

$$= 9.6 \text{ detik}$$

24. Menghitung peluang antrian (QP)

Derajat kejenuhan dijadikan variabel masukan untuk menghitung peluang antrian. Berdasarkan Gambar 3.8 digunakan rumus

$$QP \text{ batas bawah} = (9,02 \times 0,72) + (20,66 \times 0,72^2) + (10,49 \times 0,72^3)$$

$$= 21.68 \%$$

$$\begin{aligned} \text{QP batas atas} &= (47,71 \times 0.72) - (24,68 \times 0.72^2) + (56,47 \times 0.72^3) \\ &= 43.64 \% \end{aligned}$$

Tabel 4. 6 Hasil analisis kondisi existing

Jumlah lengan simpang			3
		Wa	
	Jalan minor	Wc	8,00
Lebar pendekat (m)		Wac	5,5
		Wb	3,00
	Jalan mayor	Wbd	3,00
Lebar pendekat (m)	Lebar pendekat rata – rata	Wt	4,6
Jumlah lajur	Jalan minor		2
	Jalan mayor		1
Tipe simpang			322
Kapasitas dasar (smp/jam)		Co	2700
	Lebar pendekat rata-rata	Fw	1.1
Faktor penyesuaian kapasitas	Median jalan utama	Fm	1,0
	Ukuran kota	Fcs	1,0
	Hambatan samping	Frsu	0,95
	Belok kiri	Flt	1,16
Lanjutan Tabel 5.3 Hasil analisis kondisi existing			
Faktor penyesuaian kapasitas	Belok kanan	Frt	0.869
	Rasio minor/total	Fmi	0.1958
Kapasitas (smp/jam)		C	2849.8
Arus lalu lintas (smp/jam)		Q	2705
Derajat kejenuhan		ds	0.72
Tundaan lalu lintas simpang		Dti	7.7
Tundaan lalu lintas jalan mayor		Dma	5.7
Tundaan lalu lintas jalan minor		Dmi	40178.9
Tundaan geometrik simpang		DG	1.84
Tundaan simpang		D	9.5
Peluang antrian (%)		QP	21.68
			43.64

➤ **Alternatif Pemecahan Masalah**

Data arus lalu lintas yang digunakan masih sama yaitu waktu jam puncak. Untuk waktu jam puncak pada hari Minggu, 17 April 2022 pukul 12.30 – 13.30

A. Formulir SIG – I

1. Menentukan kode pendekat

Kode pendekat ditentukan sesuai dengan kondisi lapangan yaitu

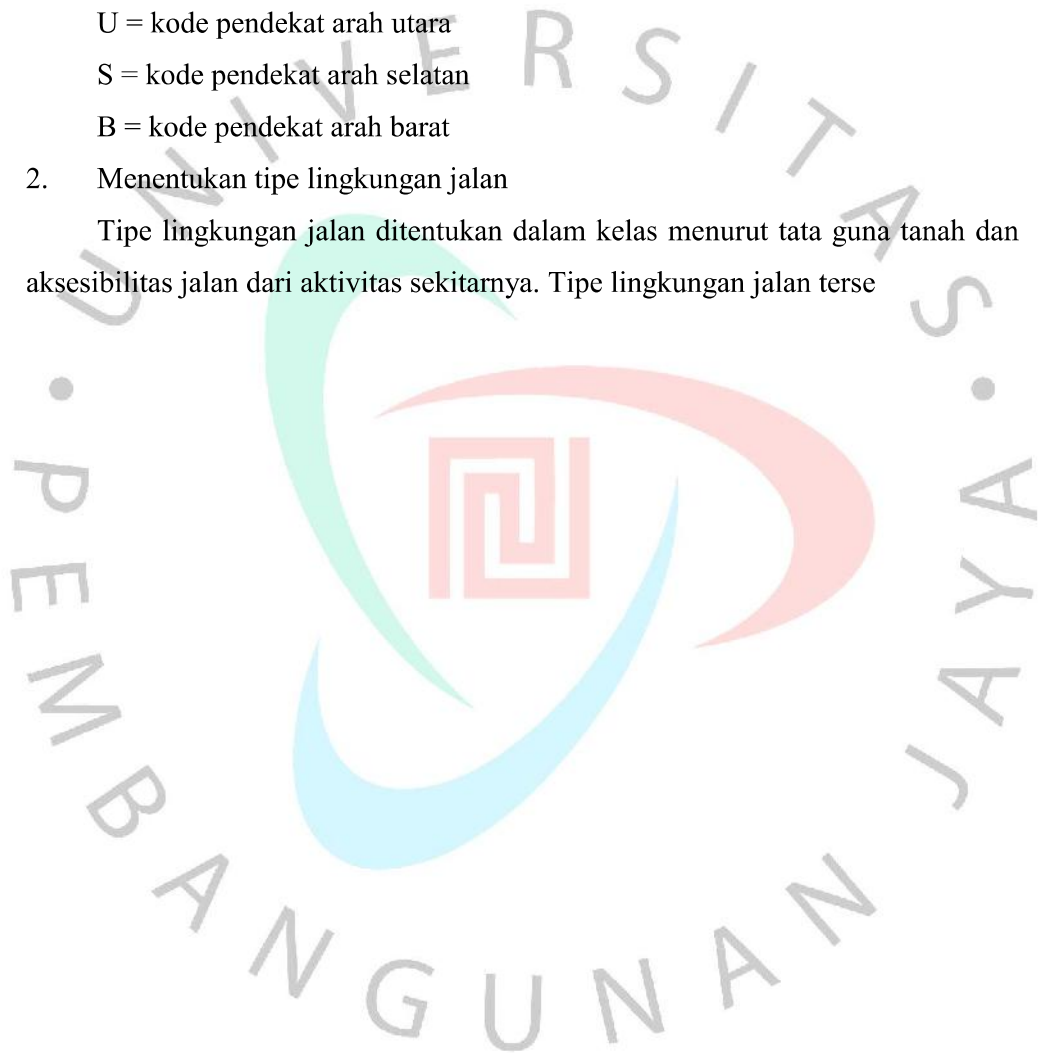
U = kode pendekat arah utara

S = kode pendekat arah selatan

B = kode pendekat arah barat

2. Menentukan tipe lingkungan jalan

Tipe lingkungan jalan ditentukan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan dari aktivitas sekitarnya. Tipe lingkungan jalan terse



B = tidak

6. Menentukan lebar pendekat

Dalam penentuan lebar pendekat ditentukan dengan pertimbangan kondisi lapangan yaitu dengan mengukur pendekat, lebar masuk, lebar belok kiri langsung (bila ada), dan lebar keluar. Hasilnya adalah sebagai berikut :

- Pendekat

U = 8 m

S = 4 m

B = 3 m

- Lebar masuk (Wmasuk)

U = 4 m

S = 2 m

B = 1.5 m

- Lebar keluar (Wkeluar)

U = 4 m

S = 3 m

B = 1.5 m

B. Formulir SIG-III

Pada formulir SIG-III digunakan untuk menghitung waktu antar hijau dan waktu hilang.

1. Menghitung jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang bera

$$\begin{aligned} \text{Lav utara} &= 1.5 + 4 + 4 \\ &= 9,5 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lev Selatan

Lev merupakan lebar penyeberangan + jarak dari garis penyeberangan terluar sampai garis lurus perpanjangan pekerasan terluar terdekat + lebar masuk (1/2 lebar pendekat).

$$\begin{aligned} \text{Lev selatan} &= 2 + 4 + 2 \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lav Selatan

Lav merupakan lebar penyeberangan + jarak dari garis penyeberangan terluar sampai garis lurus perpanjangan pekerasan terluar terdekat + lebar masuk (1/2 lebar pendekat).

$$\begin{aligned} \text{Lav selatan} &= 0.5 + 4 + 2 \\ &= 6.5 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lev Barat

Lev merupakan lebar penyeberangan + jarak dari garis penyeberangan terluar sampai garis lurus perpanjangan pekerasan terluar terdekat + lebar masuk (1/2 lebar pendekat).

$$\begin{aligned} \text{Lev barat} &= 1.5 + 3 + 1,5 \\ &= 6 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lav Barat

Lav merupakan lebar penyeberangan + jarak dari garis penyeberangan terluar sampai garis lurus perpanjangan pekerasan terluar terdekat + lebar masuk (1/2 lebar pendekat).

$$\begin{aligned} \text{Lav barat} &= 0.5 + 3 + 1.5 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Menentukan kecepatan kendaraan yang datang, kecepatan kendaraan yang berangkat, panjang kendaraan yang berangkat (V_{av} , V_{ev} , I_{ev})
Untuk nilai – nilai V_{av} , V_{ev} , I_{ev} (semua pendekat) dipilih sebagai berikut

$$V_{av} = 10 \text{ m/det}$$

$$V_{ev} = 10 \text{ m/det}$$

$$I_{ev} = 5 \text{ m}$$

3. Menghitung waktu untuk berangkat datang dan waktu untuk datang

- waktu untuk berangkat datang utara

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk berangkat datang utara} &= (16 + 5) / 10 \\ &= 2,1 \text{ det} \end{aligned}$$

- waktu untuk datang utara

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk datang utara} &= 9,5 / 10 \\ &= 0,95 \text{ det} \end{aligned}$$

- waktu untuk berangkat datang Selatan

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk berangkat datang selatan} &= (8 + 5) / 10 \\ &= 1,1 \text{ det} \end{aligned}$$

- waktu untuk datang Selatan

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk datang Selatan} &= 6,5 / 10 \\ &= 0,65 \text{ det} \end{aligned}$$

- waktu untuk berangkat datang Barat

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk berangkat datang barat} &= (6 + 5) / 10 \\ &= 2,1 \text{ det} \end{aligned}$$

- waktu untuk datang barat

$$\begin{aligned} \text{waktu untuk datang barat} &= 5 / 10 \\ &= 0,5 \text{ det} \end{aligned}$$

4.



6. Menghitung waktu hilang total

Waktu hilang total = total merah semua + waktu kuning

$$= (1+1+1+4) = 7 \text{ det/siklus}$$

- C. Formulir SIG-V

Formulir SIG – V digunakan untuk memperoleh nilai panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan.

1. Menentukan kode pendekat

- Kode pendekat utara = U
- Kode pendekat selatan = S
- Kode pendekat barat = B

2. Menghitung arus lalu lintas (Q)

- Q Selatan = 2075 smp/jam
- Q Barat = 820.5 smp/jam
- Q Utara = 2115 smp/jam

3. Menghitung kapasitas (C)

Kapasitas dihitung dengan memakai rumus sebagai berikut

- C Selatan = $2700 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 0.95 \times 1.16 \times 0.86 \times 1.2$
= 2897.4 smp/jam

- C Barat = $2700 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 0.95 \times 1.16 \times 0.9 \times 1$
= 1870.5 smp/jam

- C Utara = $2700 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 0.95 \times 1.16 \times 0.86 \times 1.2$
= 2244.5 smp/jam

4. Menghitung derajat kejenuhan (ds)

Derajat kejenuhan dihitung dengan memakai rumus sebagai berikut :

- ds Selatan = $2075 / 2897.4$
= 0,72

- ds Barat = $820.5 / 1870.5$
= 0,45

- ds Utara = $2115 / 2244.5$
= 0,94

5. Menghitung rasio hijau

Rasio hijau dihitung dengan memakai rumus. Hasilnya sebagai berikut

- GR Selatan = $\frac{26}{130}$
= 0,2
- GR Barat = $\frac{26}{130}$
= 0,2
- GR Utara = $\frac{26}{130}$
= 0,2

6. Menghitung jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1)

Jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dihitung dengan memakai rumus sebagai berikut :

1. Selatan

$$\begin{aligned} NQ1 &= 0,25 \times 2897.4 \times \left[(0,72 - 1) + \sqrt{(0,72 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,72 - 0,5)}{2897.4}} \right] \\ &= 15.9 \text{ smp} \end{aligned}$$

2. Barat

$$NQ1 = 0 \text{ Karena } D_s \leq 0.5$$

3. Utara

$$\begin{aligned} NQ1 &= 0,25 \times 2244.5 \times \left[(0,94 - 1) + \sqrt{(0,94 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,94 - 0,5)}{2244.5}} \right] \\ &= 33.6 \text{ smp} \end{aligned}$$

7. Menghitung jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ2)

1. Selatan

$$\begin{aligned} NQ2 &= 130 \times \frac{1-0,2}{1-0,2 \times 0,72} \times \frac{2075}{3600} \\ &= 70 \text{ smp} \end{aligned}$$

2. Barat

$$\begin{aligned} NQ2 &= 130 \times \frac{1-0,2}{1-0,2 \times 0,45} \times \frac{820,5}{3600} \\ &= 26 \text{ smp} \end{aligned}$$

3. Utara

$$\begin{aligned} NQ2 &= 130 \times \frac{1-0,2}{1-0,2 \times 0,94} \times \frac{2244,5}{3600} \\ &= 80 \text{ smp} \end{aligned}$$

8. Menghitung jumlah kendaraan antri (NQ)

1. Selatan

$$\begin{aligned} NQ &= 15,9 + 70 \\ &= 85,9 \text{ smp} \end{aligned}$$

2. Barat

$$\begin{aligned} NQ &= 0 + 26 \\ &= 26 \text{ smp} \end{aligned}$$

3. Utara

$$\begin{aligned} NQ &= 33,6 + 80 \\ &= 113,6 \text{ smp} \end{aligned}$$

9. Menghitung jumlah antrian maksimum (NQmax)

Jumlah antrian maksimum (NQmax) diperoleh dengan menggunakan Gambar 3.22. dengan $Pol = 5\%$ dan nilai NQ pada masing - masing pendekat.

Hasilnya diperoleh sebagai berikut

- NQ max utara = 85,9
- NQ max selatan = 26
- NQ max barat = 113,6

10. Menghitung panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned} \text{- QL Utara} &= (85,9 \times 20) / 8 \\ &= 214,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- QL Selatan} &= (18,2 \times 20) / 4 \\ &= 91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- QL Barat} &= (18,2 \times 20) / 3 \\ &= 121,3 \text{ m} \end{aligned}$$

11. Menghitung rasio kendaraan (NS)

$$\begin{aligned} \text{- NS Utara} &= 0,9 \times \{85,9 / (2075 \times 2897,4)\} \times 3600 \\ &= 0,046 \end{aligned}$$

$$\text{- NS Selatan} = 0,9 \times \{26 / (820,5 \times 1870,5)\} \times 3600$$

$$= 0,054$$

$$\begin{aligned} - \text{NS Barat} &= 0,9 \times \{113.6 / (2115 \times 2244.5)\} \times 3600 \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

12. Menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

$$\begin{aligned} - \text{Nsv Utara} &= 2075 \times 0.046 \\ &= 95.45 \text{ smp/jam} \\ - \text{Nsv Selatan} &= 820.5 \times 0,054 \\ &= 44.28 \text{ smp/jam} \\ - \text{Nsv Barat} &= 2115 \times 0,08 \\ &= 169.2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

13. Menghitung angka henti seluruh simpang (NS tot)

$$\begin{aligned} - \text{NS tot} &= (95.45 + 44.28 + 169.2) / (2075 + 820.5 + 2115) \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

14. Menghitung tundaan lalu lintas rata – rata (DT)

$$\begin{aligned} - \text{DT Utara} &= 130 \times \{(0,5 \times (1-0,2)^2 / (1-0,2 \times 0,72))\} + \{(15.9 \times 3600) / 2897.4\} \\ &= 2.1 \text{ det/smp} \\ - \text{DT Selatan} &= 130 \times \{(0,5 \times (1-0,2)^2 / (1-0,2 \times 0,45))\} + \{(0 \times 3600) / 1870.5\} \\ &= 0.03 \text{ det/smp} \\ - \text{DT Barat} &= 130 \times \{(0,5 \times (1-0,2)^2 / (1-0,2 \times 0,94))\} + \{(33.6 \times 3600) / 2244.5\} \\ &= 1 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

15. Menghitung tundaan geomteri rata – rata (DG)

$$\begin{aligned} - \text{DG Utara} &= (1 - 0,9282) \times (0,2736 + 0,0666) \times 6 + (0,9282 \times 4) \\ &= 3,85 \text{ det/smp} \\ - \text{DG Selatan} &= (1 - 0,9282) \times (0,2736 + 0,0666) \times 6 + (0,9282 \times 4) \\ &= 3,85 \text{ det/smp} \\ - \text{DG Barat} &= (1 - 0,9282) \times (0,2736 + 0,0666) \times 6 + (0,9282 \times 4) \end{aligned}$$

$$= 3,85 \text{ det/smp}$$

16. Menghitung tundaan rata – rata (D)

- D Utara = $2.1 + 3,85$
= 5.9 det/smp

- D Selatan = $0.03 + 3,85$
= 3.83 det/smp

- D Barat = $1 + 3,85$
= 4.86 det/smp

17. Menghitung tundaan total (Dtotal)

- Dtotal Utara = 5.9×2075
= 12242.5 det/smp

- Dtotal Selatan = 3.83×820.5
= 3142.5 det/smp

- Dtotal Barat = 4.86×2115
= 10278.9 det/smp

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil derajat kejenuhan (ds) untuk pendekat utara, selatan, dan barat yaitu 0,72, 0,45, dan 0,94. Waktu sinyal lalu lintas diperoleh seperti gambar berikut ini

Gambar 4. 6 Diagram waktu sinyal simpang 3 fase Simpang Boulevard



Keterangan:



= Sinyal Merah

B= Barat



= Sinyal Kuning

S= Selatan



= Sinyal Hijau

U= Utara

4.2.1.1 Analisis Tingkat Pelayanan Simpang

Setelah dilakukan analisis kinerja pada kedua simpang yaitu simpang Setia Darma 2 dan Simpang Boulevard maka didapatkan tingkat pelayanan simpang berdasarkan MKJI 1997 sebagai berikut:

	Nilai DS				Kategori Tingkat Pelayanan			
	Selatan	Barat	Utara	Timur	Selatan	Barat	Utara	Timur
Setia Darma 2	0.48	1.14	1.12	1.38	C	F	F	F
Simpang Boulevard	0.94	0.72	0.45	-	F	F	C	-

4.2.1.2 Perencanaan Waktu Siklus Baru Kondisi *Peak Hour*

Setiap perencanaan didasarkan pada salah satu simpang yang telah dihitung. Kemudian simpang lain mengikuti waktu siklus tersebut agar didapatkan waktu siklus yang sama.

1. Perencanaan I

Pada perencanaan ini, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus simpang I yaitu simpang Setia Darma 2 yang waktu siklusnya akan ditentukan terlebih dahulu.

1. Perencanaan waktu siklus baru

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau akan menggunakan rumus dibawah ini:

$$C = (1.5 \times 24 + 5) / (1 - 0.69)$$

$$= 132 \text{ detik}$$

$$g_i = (132 - 24) \times 0.69 / (1.98)$$

$$= 38 \text{ detik}$$

Tabel 4. 7 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi

Simpang Setia Darma 2	Selatan	Barat	Utara	Timur
Q	1563.8	1467.8	751.2	1451.2
S	3727.5	1463.7	723.6	4572.9
FR	0.28	0.59	0.42	0.69
Frerit				0.69
Σ FR Crit				1.98
LTI (detik)				24
Cycle Time				132
Greentime	15	32	23	38

Tabel 4. 8 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi (Lanjutan)

Simpang Boulevard	Selatan	Barat	Utara
Q	2075	820.5	2115
S	6740.89	4552.36	5608.12
FR	0.28	0.32	0.42
Frerit	0.28	0.32	0.42
LTI (detik)			18
Cycle Time			132
Greentime	41	25	48

Tabel 4. 9 Kinerja Simpang Perencanaan I

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT	GT	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Setia Darma 2	selatan	1563.8	627.9	132	15	2.5	57.7	158.8
	Barat	1467.8	661.5	132	32	4.9	54.8	72.8
	Utara	751.2	353.2	132	23	2.1	86.5	161.8

	Timur	1415.2	773.7	132	38	1.8	142.1	169.5
	Selatan	2705	481.3	132	41	5.6	117.7	397
Boulevard	Barat	820.5	550.1	132	25	1.5	134.5	168.2
	Utara	2115	1925.3	132	48	1.1	176.5	178.9

2. Perencanaan II

Pada perencanaan II, Waktu Siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus Simpang Setia Darma 2.

Tabel 4. 10 *Kinerja Simpang Perencanaan II*

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (SMP)	GT (SMP)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
	selatan	1563.8	3248.3	200	120	0.48	93.5	19.5
Setia Darma 2	Barat	1467.8	1407.6	200	104	1	98.5	42.9
	Utara	751.2	964.3	200	75	0.78	52.6	9.5

	Timur	1415.2	1285.8	200	95	1.1	115.3	7.26
	Selatan	2705	1624.8	200	120	1.7	36.3	5.2
Boulevard	Barat	820.5	1055.7	200	104	0.8	41.5	11.2
	Utara	2115	3248.3	200	120	0.7	281.7	270.7

3. Perencanaan III

Pada perencanaan III, Waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah waktu maksimum yang ditentukan oleh MKJI yaitu 130 detik. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau, tipikal dengan perencanaan I. Perhitungan kinerja Simpang dan waktu hijau mengikuti perhitungan pada perencanaan I. Untuk ringkasan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 11 *Kinerja Simpang Perencanaan III*

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (SMP)	GT (SMP)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Setia Darma 2	selatan	1563.8	624.3	130	15	2.5	559.7	1390
	Barat	1467.8	657.7	130	32	2.2	514.7	1141

	Utara	751.2	351.1	130	23	2.1	258.4	1086
	Timur	1415.2	769.2	130	37	1.8	6.4	28.5
	Selatan	2705	454.4	130	29	5.9	1.97	11.7
Boulevard	Barat	820.5	519.3	130	33	1.58	7.3	33.8
	Utara	2115	1817.7	130	44	1.16	164.1	40.9

➤ **Penilaian Level Of Service Setelah dilakukan Koordinasi Simpang**

Simpang	Perencanaan I		Perencanaan II		Perencanaan III	
	Ds Rata-Rata	LOS	Ds Rata-Rata	LOS	Ds Rata-Rata	LOS
Setia Darma 2	2.8	F	0.83	F	2.1	F
Boulevard	2.7	F	1.02	F	3.1	F

Dari ketiga perencanaan yang telah dilakukan nilai Level of service masih di angka F maka perlu dilakukan alternatif lain yaitu pelebaran jalan karena nilai DS dari analisis kinerja simpang sudah melebihi 0.85.

4.2.1.3 Perencanaan Pelebaran Jalan

Perencanaan pelebaran jalan ini dikombinasikan dengan skenario waktu siklus yang telah dibuat pada perencanaan rekayasa koordinasi simpang.

1. Perencanaan I

Pada perencanaan I ini dilakukan pelebaran jalan sebesar 2 meter untuk setiap lajunya dengan waktu siklus sebesar 132 detik. Hasil analisis perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT	GT	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
Setia Darma 2	selatan	1563.8	784.9	132	15	1.9	57.7	158.8
	Barat	1467.8	992.3	132	32	3.2	54.8	72.8
	Utara	751.2	588.6	132	23	1.2	86.5	161.8
	Timur	1415.2	1160.5	132	38	1.2	142.1	169.5
Boulevard	Selatan	2705	802.2	132	41	3.3	117.7	397
	Barat	820.5	916.8	132	25	0.89	134.5	168.2
	Utara	2115	2165.9	132	48	0.87	176.5	178.9

2. Perencanaan II

Perencanaan II yaitu merubah simpang dari tipe 2/2 UD menjadi 4/2 UD dengan lebar masing- masing lajur 4 meter dan mengkombinasikannya dengan waktu siklus yang telah dibuat pada perencanaan koordinasi simpang. Hasil perhitungan analisis kinerja dapat dilihat pada tabel berikut:

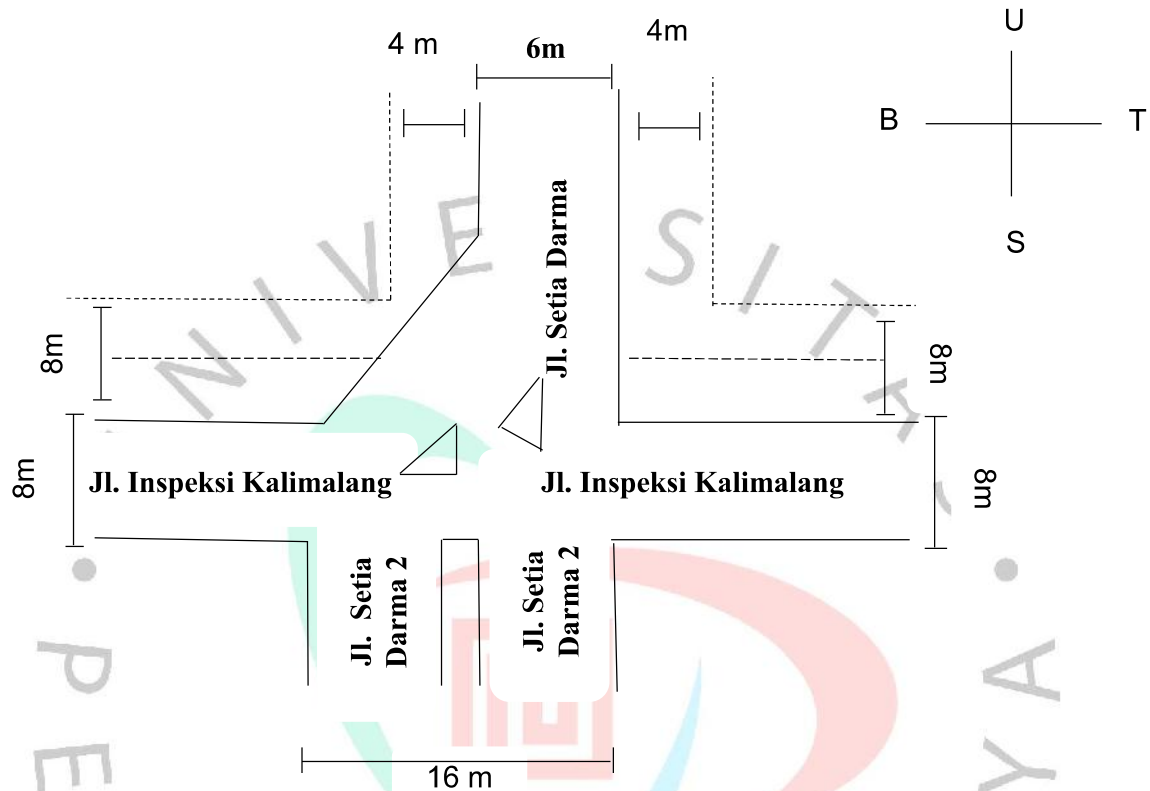
Simpang	Pendekat	Q (SMP)	C (SMP)	CT (SMP)	GT (SMP)	DS	QL (m)	Tundaan (dtk)
	selatan	1563.8	3248.3	200	120	0.48	93.5	19.5
Setia Darma 2	Barat	1467.8	5630.4	200	104	0.26	20	2.94
	Utara	751.2	3857.4	200	75	0.19	25.4	6.8
	Timur	1415.2	5143.2	200	95	0.27	28.7	3.07
Boulevard	Selatan	2705	6469.6	200	120	0.42	20.8	3.02
	Barat	820.5	4222.8	200	104	0.19	44.6	2.95
	Utara	2115	6496.3	200	120	0.32	28.7	5.87

➤ **Perbandingan Penilaian Level Of Service Sebelum dilakukan Pelebaran Jalan dan Sesudah Dilakukan Pelebaran Jalan**

Simpang	Sebelum		Sesudah	
	DS Rata - Rata	Nilai LOS	DS Rata - Rata	Nilai LOS
Setia Darma 2	1.03	F	0.3	B
Boulevard	0.7	F	0.31	B

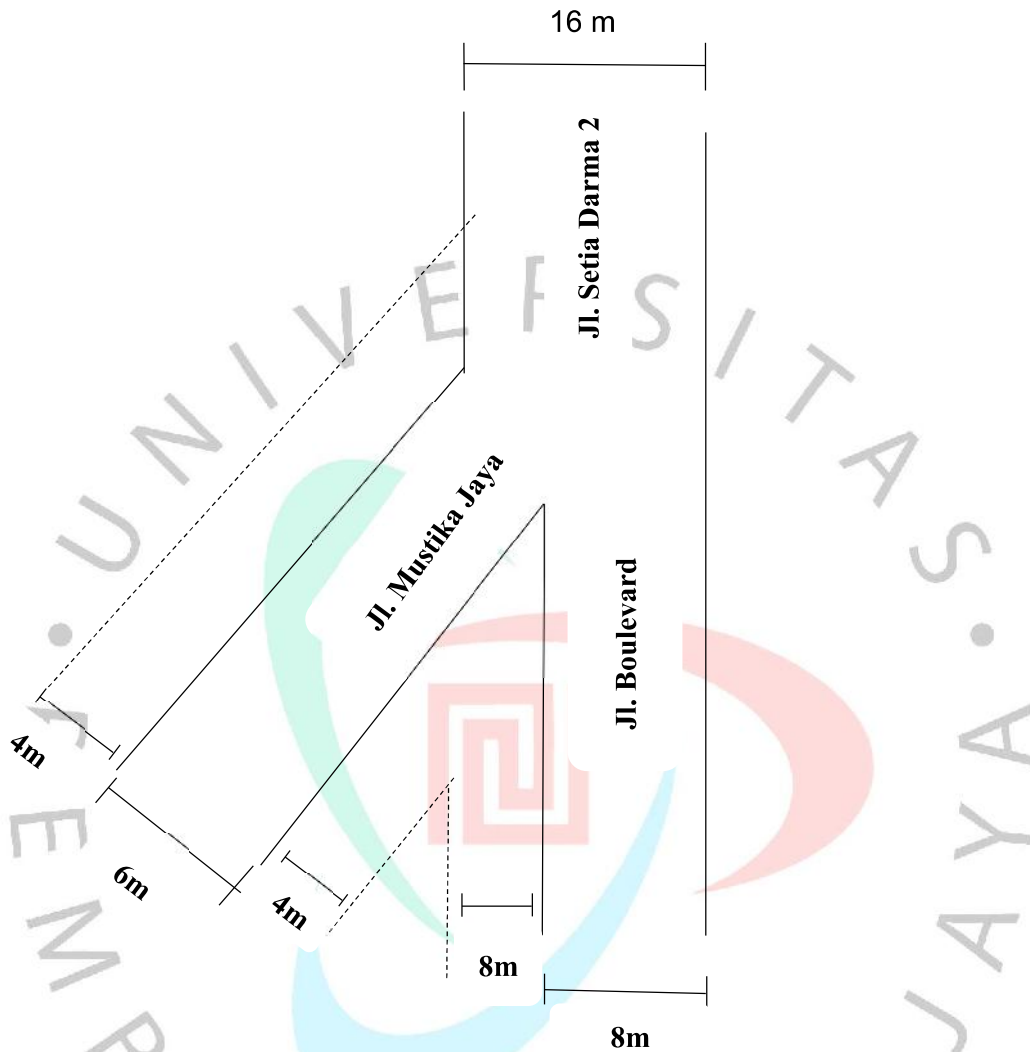
Berikut Gambar Geometrik dengan pelebaran jalan yang di pilih:

1. Simpang Setia Darma 2



Penambahan lajur dilakukan pada Pendekat Barat di tambah 2 lajur dengan lebar masing- masing lajur 4m yang terletak di sebelah kiri dari lajur lama karena di sebelah kanan lajur lama terdapat sungai, untuk pendekat Utara di tambah 2 lajur yang mana lajur baru di tempatkan di samping kanan dan kiri lajur lama dengan lebar masing – masing lajur baju 4m, Untuk pendekat Timur dilakukan penambahan 2 lajur yang diletakkan di sebelah kanan lajur lama karena disebelah lajur kiri terdapat sungai sehingga tidak memungkinkan dilakukan pelebaran. Untuk pendekat Selatan tidak perlu dilakukan pelebaran karena kapasitas jalan masih mampu menampung volume lalu lintas di jam puncak.

2. Simpang Boulevard



Penambahan lajur dilakukan di pendekat Selatan sebanyak 2 lajur dengan lebar masing – masing 4 m yang diletakkan di kiri lajur lama. Untuk pendekat Barat dilakukan penambahan lajur sebanyak 2 lajur yang di letakan 1 lajur di kanan lajur lama dan 1 lajur di kiri lajur lama dengan lebar masing- masing lajur 4m.

4.2.1.4 Perencanaan Penilaian Kinerja Terbaik Kondisi Peak Hour

Setelah didapatkan kinerja rata-rata semua simpang pada setiap perencanaan, maka pemilihan kinerja terbaik dilakukan dengan penilaian khusus, adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penilaian adalah:

1. Bobot untuk kinerja Derajat Kejenuhan (DS), Panjang antrian (QL) dan tundaan (delay) tidaklah sama. Dalam hal ini DS diberikan bobot 0.5, QL memiliki bobot 0.2 dan bobot delay 0.3.
2. Untuk tingkat penilaian, akan diurutkan kinerja dari terkecil hingga kinerja terbesar dengan sebuah bilangan real. Kinerja terkecil akan mendapatkan angka atau bilangan kecil, dan berurutan seterusnya.
3. Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan tingkat penilaian.
4. Hasil penilaian terkecil adalah perencanaan terpilih yang akan digunakan untuk melakukan koordinasi

Tabel 4. 12 *Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik*

Perencanaan	Nilai Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan (TP DS X 0.5) +(TPQLX0.2)+(TP Delay x0.3)
	DS	QL (m)	Tundaa n (dtk)	DS	QL (m)	Tundaa n (dtk)	
I	2.8	110	187	5	4	4	4.5
II	0.9	39	46.3	2	2	2	2
III	2.5	221	533	4	5	5	4.5
IV	1.79	109.8	186.7	3	3	3	3
V	0.28	29.6	3.9	1	1	1	1

Dari Tabel 4.13 didapatkan perencanaan kinerja yang paling baik adalah pada perencanaan II karena memiliki nilai yang kecil. Oleh karena itu, perencanaan V yang akan digunakan dalam perencanaan koordinasi sinyal antar simpang pada kondisi peak hour.