

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Data Hasil Penelitian**

Data yang digunakan dalam penunjang analisis penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari keadaan atau kondisi dilapangan saat dilakukan pengambilan data yang memungkinkan data tersebut adalah data paling baru. Data primer yang di amati meliputi volume lalu lintas kendaraan, geometri persimpangan, kecepatan kendaraan, jarak aman. Sedangkan data sekunder adalah data untuk melengkapi dan menunjang data primer yang dapat didapatkan dari berbagai instansi pemerintahan dan media internet. Data sekunder yang dicari meliputi peta lokasi simpang Tugu dan lokasi simpang AM Sangaji, Yogyakarta dan jurnal-jurnal Teknik Sipil sebagai literatur penunjang penelitian ini.

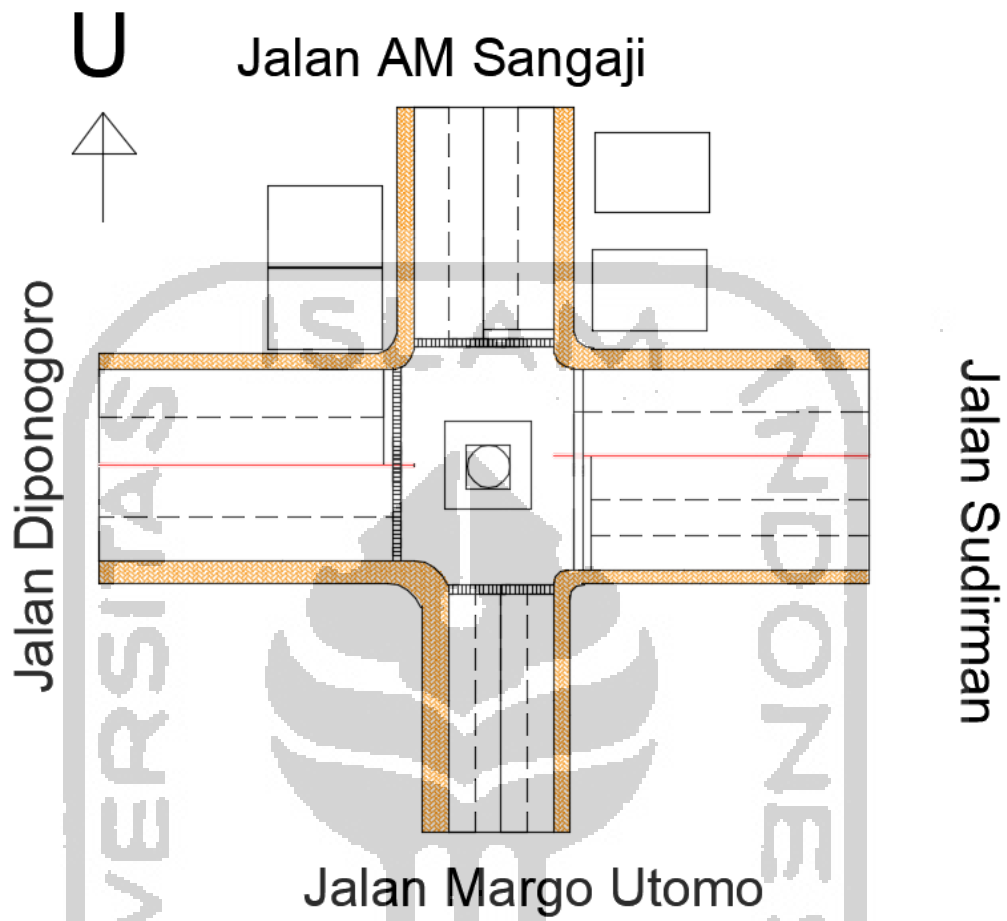
##### **5.1.1 Geometrik Simpang**

Geometri simpang adalah data yang menunjukkan kondisi geometri simpang eksisting yang diperoleh dari survei lapangan di simpang Tugu dan simpang AM Sangaji, Yogyakarta. Data geometri tersebut meliputi lebar lajur jalan. Hasil pengamatan ruas jalan penelitian selengkapnya adalah sebagai berikut.

1. **Simpang Tugu**

Lebar Efektif Lengan Utara	: 8 meter
Lebar Efektif Lengan Timur	: 13 meter
Lebar Efektif Lengan Selatan	: 6 meter
Lebar Efektif Lengan Barat	: 11 meter

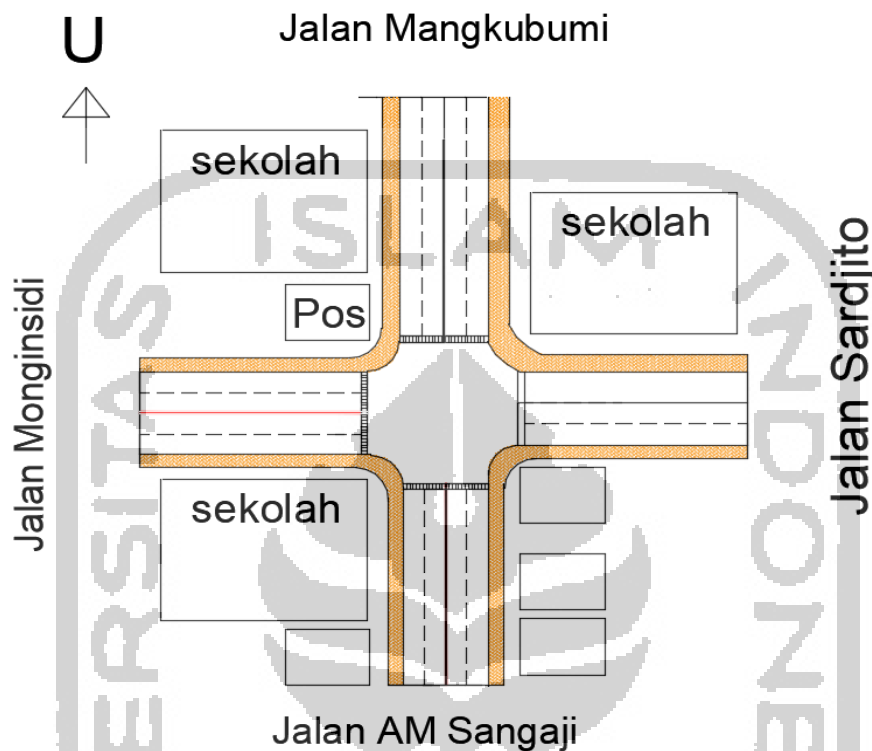
Dari data geometrik simpang diatas berikut gambar geometrik Simpang Tugu yang terlihat pada Gambar 5.1 di bawah ini:



**Gambar 5. 1 Geometrik Simpang Tugu**

2. Simpang AM Sangaji
  - Lebar Efektif Lengan Utara : 6,8 meter
  - Lebar Efektif Lengan Timur : 7 meter
  - Lebar Efektif Lengan Selatan : 6,5 meter
  - Lebar Efektif Lengan Barat : 6,8 meter

Dari data geometrik simpang diatas berikut gambar geometrik Simpang Tugu yang terlihat pada Gambar 5.2 di bawah ini:



**Gambar 5. 2 Geometrik Simpang AM Sangaji**

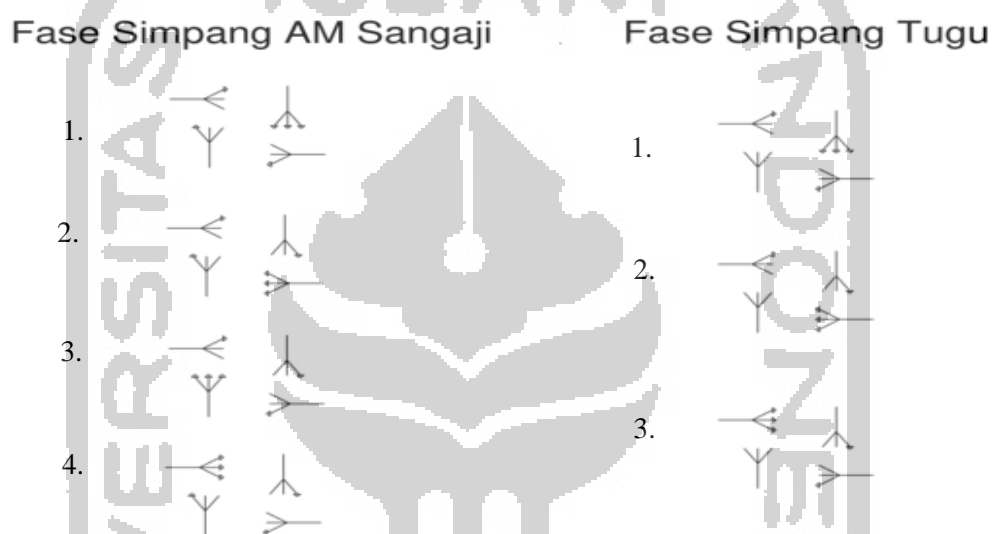
### 5.1.2 Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan digunakan untuk membantu proses analisis maupun perencanaan sebuah jalan atau simpang. Simpang yang di amati yaitu simpang Tugu dan simpang AM Sangaji yang berada di Kota Yogyakarta dengan jumlah penduduk 427.801 jiwa, dan ruas jalan tersebut berada di kawasan atau lingkungan yang komersial atau pertokoan dengan jalan masuk langsung untuk kendaraan dan pejalan kaki sehingga aktivitas pada sisi jalan tergolong tinggi. Untuk data kondisi lingkungan kondisi eksisting dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Jumlah Penduduk : 427.801 jiwa (pada 2018)
- b. Kelas Ukuran Kota : Kecil
- c. Tipe Lingkungan : Komersial
- d. Kelas Hambatan Samping : Tinggi (H)

### 5.1.3 Waktu Sinyal dan Fase Pergerakan

Terdapat dua simpang yang akan dikoordinasikan dalam perencanaan ini. Pada kondisi eksisting, kedua simpang memiliki bentuk fase serta waktu sinyal yang berbeda-beda. Berikut ini akan digambarkan bentuk pergerakan setiap fasenya serta waktu sinyal berupa waktu hijau, waktu hilang per fase dan waktu siklus. Berikut gambar pergerakan fase yang terlihat pada Gambar 5.3 di bawah ini:



**Gambar 5. 3 Fase Pergerakan Kedua Simpang**

### 5.1.4 Volume Simpang

Survey volume simpang dilakukan dalam satu hari pada Senin, 29 April 2019. Data yang diambil adalah *peak hour* siang dan sore, *off peak* pada pagi hari. Survey dilaksanakan serentak pada kedua simpang untuk mendapatkan kondisi yang sama. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

#### 1. *Off Peak Hour* Pagi

Untuk *off peak* pagi, data diambil pada pukul 07.00-10.00 WIB. Hasil rekapitulasi semua simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan 5.2 berikut ini.

**Tabel 5. 1 Volume Simpang Tugu Pada Pukul 07.00-10.00 WIB**

Survey Jam 07.00 - 10.00							
Lokasi		Arah					
TUGU		Kiri	SMP	lurus	SMP	Kanan	SMP
Jl. AM Sangaji (U)	MC	3059	611,8	2556	511,2	1530	306
	LV	468	468	619	619	362	362
	HV	10	13	27	35,1	2	2,6
		3537	1092,8	3202	1165,3	1894	670,6
Jl. Jendral Sudirman (T)	MC	3113	622,6	4100	820	3838	767,6
	LV	1151	1151	1179	1179	576	576
	HV	27	35,1	90	117	20	26
		4291	1808,7	5369	2116	4434	1369,6
Jl. Margo Utomo (S)	MC	0	0	0	0	0	0
	LV	0	0	0	0	0	0
	HV	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
Jl. Diponegoro (B)	MC	939	187,8	4004	800,8	1576	315,2
	LV	256	256	881	881	484	484
	HV	10	13	18	23,4	5	6,5
		1205	456,8	4903	1705,2	2065	805,7

Untuk Jalan Margo Utomo tidak ada arus kendaraan jadi untuk Jalan Margo Utomo Kosong.

**Tabel 5. 2 Volume Simpang AM Sangaji Pada Pukul 07.00-10.00 WIB**

AM sangaji		Kiri		lurus		Kanan	
Jl. Mangkubumi (U)	MC	2727	545,4	2554	510,8	253	50,6
	LV	566	566	695	695	87	87
	HV	2	2,6	5	6,5	4	5,2
		3295	1114	3254	1212,3	344	142,8
Jl. Sardjito (T)	MC	1769	353,8	834	166,8	904	180,8
	LV	239	239	255	255	163	163
	HV	1	1,3	13	16,9	2	2,6
		2009	594,1	1102	438,7	1069	346,4
Jl. Monginsidi (B)	MC	516	103,2	2646	529,2	345	69
	LV	130	130	632	632	139	139
	HV	18	23,4	11	14,3	5	6,5
		664	256,6	3289	1175,5	489	214,5
Jl. Am Sangaji (S)	MC	677	135,4	2769	553,8	2036	407,2
	LV	191	191	640	640	312	312
	HV	3	3,9	11	14,3	17	22,1
		871	330,3	3420	1208,1	2365	741,3

## 2. Peak Hour Siang

Untuk *peak hour* siang, data diambil pada pukul 11.00-14.00 WIB. Hasil rekapitulasi semua simpang dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4 berikut ini.

**Tabel 5. 3 Volume Simpang Tugu Pada Pukul 11.00-14.00 WIB**

Lokasi		Arah					
		Kiri	SMP	lurus	SMP	Kanan	SMP
TUGU							
Jl. AM Sangaji (U)	MC	1985	397	2419	483,8	1556	311,2
	LV	461	461	776	776	355	355
	HV	2	2,6	20	26	0	0
		2448	860,6	3215	1285,8	1911	666,2
Jl. Jendral Sudirman (T)	MC	2739	547,8	3813	762,6	3997	799,4
	LV	1062	1062	1527	1527	939	939
	HV	26	33,8	85	110,5	16	20,8
		3827	1643,6	5425	2400,1	4952	1759,2
Jl. Margo Utomo (S)	MC	0	0	0	0	0	0
	LV	0	0	0	0	0	0
	HV	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
Jl. Diponegoro (B)	MC	741	148,2	3011	602,2	946	189,2
	LV	182	182	807	807	568	568
	HV	6	7,8	1	1,3	22	28,6
		929	338	3819	1410,5	1536	785,8

Untuk Jalan Margo Utomo tidak ada arus kendaraan jadi untuk Jalan Margo Utomo Kosong.

**Tabel 5. 4 Volume Simpang AM Sangaji Pada Pukul 11.00-14.00 WIB**

am sangaji		Kiri		lurus		Kanan	
Jl. Mangkubumi (U)	MC	1992	398,4	2449	489,8	300	60
	LV	593	593	700	700	112	112
	HV	6	7,8	6	7,8	7	9,1
		2591	999,2	3155	1197,6	419	181,1
Jl. Sardjito (T)	MC	2038	407,6	1017	203,4	1094	218,8
	LV	448	448	379	379	294	294
	HV	1	1,3	11	14,3	1	1,3
		2487	856,9	1407	596,7	1389	514,1
Jl. Monginsidi (B)	MC	536	107,2	1712	342,4	403	80,6
	LV	202	202	665	665	149	149
	HV	15	19,5	7	9,1	1	1,3
		753	328,7	2384	1016,5	553	230,9
Jl. Am Sangaji (S)	MC	718	143,6	2601	520,2	1526	305,2
	LV	235	235	745	745	295	295
	HV	5	6,5	31	40,3	15	19,5
		958	385,1	3377	1305,5	1836	619,7

### 3. Peak Hour Sore

Untuk *peak hour* sore, data diambil pada pukul 17.00-20.00 WIB. Hasil rekapitulasi semua simpang dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan 5.6 berikut ini.

**Tabel 5. 5 Volume Simpang Tugu Pada Pukul 17.00-20.00 WIB**

Lokasi		Arah					
TUGU		Kiri	SMP	Lurus	SMP	Kanan	SMP
Jl. AM Sangaji (U)	MC	2521	504,2	2853	570,6	1631	326,2
	LV	505	505	686	686	354	354
	HV	3	3,9	14	18,2	2	2,6
		3029	1013,1	3553	1274,8	1987	682,8
Jl. Jendral Sudirman (T)	MC	2852	570,4	3734	746,8	4633	926,6
	LV	1056	1056	1626	1626	900	900
	HV	14	18,2	53	68,9	12	15,6
		3922	1644,6	5413	2441,7	5545	1842,2
Jl. Margo Utomo (S)	MC	0	0	0	0	0	0
	LV	0	0	0	0	0	0
	HV	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
Jl. Diponegoro (B)	MC	670	134	3585	717	893	178,6
	LV	200	200	798	798	642	642
	HV	5	6,5	0	0	22	28,6
		875	340,5	4383	1515	1557	849,2

Untuk Jalan Margo Utomo tidak ada arus kendaraan jadi untuk Jalan Margo Utomo Kosong.

**Tabel 5. 6 Volume Simpang AM Sangaji Pada Pukul 17.00-20.00 WIB**

Am sangaji		Kiri		Lurus		Kanan	
Jl. Mangkubumi (U)	MC	963	192,6	2814	562,8	1313	262,6
	LV	199	199	620	620	298	298
	HV	4	5,2	18	23,4	11	14,3
		1166	396,8	3452	1206,2	1622	574,9
Jl. Sardjito (T)	MC	2221	444,2	2926	585,2	318	63,6
	LV	450	450	615	615	122	122
	HV	2	2,6	8	10,4	0	0
		2673	896,8	3549	1210,6	440	185,6
Jl. Monginsidi (B)	MC	2039	407,8	1036	207,2	1061	212,2
	LV	367	367	436	436	462	462
	HV	2	2,6	0	0	0	0
		2408	777,4	1472	643,2	1523	674,2
Jl. Am Sangaji (S)	MC	594	118,8	1701	340,2	389	77,8
	LV	252	252	642	642	194	194
	HV	11	14,3	4	5,2	2	2,6
		857	385,1	2347	987,4	585	274,4

### 5.1.5 Volume Puncak Simpang

Volume puncak adalah volume yang digunakan dalam perhitungan menggunakan MKJI 1977 untuk menentukan kinerja pada simpang. Data volume puncak didapat dari mencari titik puncak pada volume kendaraan yang telah di survey dalam perjam. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.



**Tabel 5. 7 Volume Puncak Simpang**

Waktu	Pendekat										Total
	Simpang Tugu					Simpang AM Sangaji					
	JL. AM Sangaji	JL. Sudirman	JL. Margo Utomo	JL. Diponogoro	Total	JL. Mangkubumi	JL. Sardjito	JL AM sangaji	JL. Monginsidi	Total	
07.00-08.00	987.4	1834.4	0	1018	3839.8	905.6	458.6	698.2	533.8	2596.2	6436
07.15-08.15	1051.8	1885	0	1026	3962.8	909.8	453.4	715.4	557	2635.6	6598.4
07.30-08.30	1043.4	1884.6	0	1062.2	3990.2	912.2	447.6	755.4	577.8	2693	6683.2
07.45-08.45	1027.8	1838.6	0	1097	3963.4	857	461.2	750.4	603.4	2672	6635.4
08.00-09.00	1031	1797.6	0	1057.4	3886	816.8	446.2	765.4	586.2	2614.6	6500.6
08.15-09.15	983.2	1749.8	0	1012.4	3745.4	808.4	431.6	783.4	536.2	2559.6	6305
08.30-09.30	952	1746.6	0	911.6	3610.2	784.6	434.6	761	536.4	2516.6	6126.8
08.45-09.45	913.6	1698.4	0	882.2	3494.2	784.2	444.6	758.8	514	2501.6	5995.8
09.00-10.00	927.8	1648.6	0	899.4	3475.8	745.4	480.2	782.4	521.4	2529.4	6005.2
11.00-12.00	911	1884.6	0	897.4	3693	827.8	625.2	681	500.8	2634.8	6327.8
11.15-12.15	931.4	1909.6	0	889.8	3730.8	818.2	657.8	659.2	525.8	2661	6391.8
11.30-12.30	970.2	1937.8	0	863.6	3771.6	803.8	658.4	686.2	538.2	2686.6	6458.2
11.45-12.45	943.4	1893.2	0	830.4	3667	799.6	641	687.6	520.8	2649	6316

Lanjutan Tabel 5. 7 Volume Puncak Simpang

Waktu	Pendekat										total
	Simpang Tugu					Simpang AM Sangaji					
	JL. AM Sangaji	JL. Sudirman	JL. Margo Utomo	JL. Diponogoro	Total	JL. Mangkubumi	JL. Sardjito	JL AM sangaji	JL. Monginsidi	Total	
12.00-13.00	931.2	1868.8	0	788.2	3588.2	765.2	659	734.2	506	2664.4	6252.6
12.15-13.15	922.6	1924.6	0	803.6	3650.8	745.4	653.8	752.2	522.4	2673.8	6324.6
12.30-13.30	919.6	1923.6	0	759.4	3602.6	711.4	683.4	748.4	539	2682.2	6284.8
12.45-13.45	949.2	1981	0	794.2	3724.4	733.4	702	722.6	553.6	2711.6	6436
13.00-14.00	962	2009.2	0	845.8	3817	772.2	688.6	683.6	568.2	2712.6	6529.6
17.00-18.00	1080	2099.8	0	975.8	4155.6	836.8	779	737.6	543.6	2897	7052.6
17.15-18.15	1087.8	2113	0	976	4176.8	837.6	773.6	771.4	582	2964.6	7141.4
17.30-18.30	1055.4	2072.4	0	958.8	4086.6	842.2	748.4	784.8	609	2984.4	7071
17.45-18.45	1035.8	2042	0	938.6	4016.4	831.8	741.4	783	634.4	2990.6	7007
18.00-19.00	1000.8	1983.8	0	912.8	3897.4	785.4	739.8	773.6	631.4	2930.2	6827.6
18.15-19.15	959.4	1928	0	883.2	3770.6	747	754.6	727	616	2844.6	6615.2

Lanjutan Tabel 5. 7 Volume Puncak Simpang

Waktu	Pendekat										total
	Simpang Tugu					Simpang AM Sangaji					
	JL. AM Sangaji	JL. Sudirman	JL. Margo Utomo	JL. Diponogoro	Total	JL. Mangkubumi	JL. Sardjito	JL AM sangaji	JL. Monginsidi	Total	
18.30-19.30	937.6	1885.6	0	856.2	3679.4	697	743.8	690.4	579.8	2711	6390.4
18.45-19.45	912.6	1837	0	845.4	3595	660.2	731.6	654	530.6	2576.4	6171.4
19.00-20.00	898.8	1797	0	820.4	3516.2	632.4	697.6	631.6	580.8	2542.4	6058.6
MAX											7141.4
MIN											5995.8

Dari data diatas didapatkan jam 08.45 – 09.45 sebagai waktu *Off Peak Hour* dan jam 17.15 – 18.15 sebagai jam *Peak Hour*.

### 5.1.6 Data Sekunder

Data sekunder dalam hal ini adalah jumlah penduduk Kota Yogyakarta. Menurut BPS D.I Yogyakarta (2018), Provinsi D.I Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang memiliki jumlah penduduk cukup padat yaitu sebesar 3.800.000 jiwa dengan luas wilayah sebesar 3185,80 KM<sup>2</sup> dan jumlah kendaraan bermotor sebesar 1.767.000 kendaraan. Data ini digunakan sebagai masukan dalam perhitungan MKJI.

## 5.2 Analisis dan Perencanaan

### 5.2.1 Analisis Koordinasi Eksisting

Syarat koordinasi simpang adalah waktu siklus yang sama pada semua simpang tersebut. Dari data simpang yang didapat pada kondisi eksisting didapat waktu siklus pada Simpang Tugu 92 detik dan Simpang AM Sangaji 164 detik. Dari data ini dapat diartikan bahwa kedua simpang tersebut tidak terkoordinasi karena waktu siklus yang berbeda-beda.

Untuk itu akan dilakukan pembuktian melalui diagram aliran. Untuk membuat diagram tersebut, terlebih dahulu harus diketahui kecepatan *platoon* pada ruas tersebut. Sehingga waktu dari Simpang Tugu ke Simpang AM Sangaji dapat diketahui.

Dalam penelitian ini, akan digunakan kecepatan rencana sesuai dengan hasil survey yaitu 30 km/jam.

#### Waktu tempuh dari Utara ke Selatan

$$t = \frac{\text{Jarak}(S)}{\text{Kecepatan}(v)} = \frac{0,65\text{km}}{37\text{km}} = 0,17\text{jam} = 63 \text{ detik}$$

#### Waktu tempuh dari Selatan ke Utara

$$t = \frac{\text{Jarak}(S)}{\text{Kecepatan}(v)} = \frac{0,65\text{km}}{35 \text{ km}} = 0,02\text{jam} = 60 \text{ detik}$$

Dengan menggunakan kecepatan tersebut serta *cycle time* yang telah diketahui Hal ini menyebabkan selisih nyala sinyal hijau dari Simpang Tugu ke

Simpang Am Sangaji tidak tetap. Hubungan sinyal kedua simpang pun menjadi acak. Sehingga tidak terjadi koordinasi sinyal antar simpang.

### 5.2.2 Analisis Kinerja Simping Kondisi Eksisting

Terdapat tiga kinerja simpang yang dihitung dalam hal ini yaitu pada saat *peak hour*, *off peak*. Waktu yang memiliki kinerja terjenuh akan digunakan sebagai dasar untuk merencanakan *cycle time* baru yang lebih baik. Berikut contoh perhitungan analisis kinerja simpang

$$\text{Cycle Time} = \sum \text{waktu hijau} + \text{LTI}$$

$$= (24+33+17) + 18$$

$$= 92 \text{ detik}$$

$$\text{DS} = Q / C$$

$$= 1885 / 2910$$

$$= 0,65$$

$$\text{QL} = \text{NQ Max} \times 20 / \text{We}$$

$$= 40,66 \times 20 / 12,7$$

$$= 64,03 \text{ m}$$

$$\text{Delay} = \text{DT} + \text{DG}$$

$$= 34,56 + 3,65$$

$$= 38,22 \text{ detik}$$

Kinerja simpang dihitung dengan menggunakan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Untuk resume hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.8 Dan Tabel 5.9

**Tabel 5. 8 Kinerja Simping *Peak Hour* (Eksisting)**

Simpang	Pendekat	CT(Dtk)	GT(Dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	92	24	0,63	109,53	34,33
	T	92	33	0,58	69,001	27,32
	S	92	0	0	146,05	0
	B	92	17	0,56	79,665	38,04
AM Sangaji	U	164	40	0,52	109,24	54,35
	T	164	26	0,52	106,12	56,90
	S	164	30	0,87	114,289	82,74
	B	164	44	0,51	109,24	63,71

Tabel di atas adalah data kinerja dari simpang Tugu dan AM Sangaji pada Waktu *Peak Hour*.

**Tabel 5. 9 Kinerja Simpang *Off Peak Hour* (Eksisting)**

Simpang	Pendekat	CT(Dtk)	GT(Dtk)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	92	24	0,71	109,92	36,36
	T	92	33	0,67	67,64	29,01
	S	92	0	0	146,57	0
	B	92	17	0,65	79,94	39,61
AM Sangaji	U	164	40	0,51	95,34	54,22
	T	164	26	0,47	92,62	55,92
	S	164	30	0,83	99,74	70,49
	B	164	44	0,51	95,34	63,48

Tabel di atas adalah data kinerja dari simpang Tugu dan AM Sangaji pada waktu *Off Peak Hour*.

### 5.2.3 Perencanaan Waktu Siklus Baru *Peak Hour*

Terdapat empat perencanaan waktu siklus baru dalam hal ini. Setiap perencanaan sebelumnya didasarkan pada waktu siklus salah satu simpang yang telah dihitung. Kemudian simpang lain mengikuti waktu siklus tersebut agar didapatkan waktu siklus yang sama.

Pada perencanaan I akan direncanakan waktu siklus pada Simpang Tugu, kemudian Simpang AM Sangaji akan mengikuti waktu siklus pada Simpang Tugu. Begitu pula dengan perencanaan II dan III. Untuk perencanaan III digunakan waktu siklus yang sama untuk semua simpang, yang didapatkan dari waktu siklus rata-rata pada dia perencanaan sebelumnya. Perencanaan IV dicoba untuk menggunakan waktu siklus maksimum yang ditetapkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Adapun waktu siklus yang akan dipilih untuk merancang koordinasi sinyal adalah waktu siklus yang memiliki kinerja simpang rata-rata yang palung baik dari setiap perencanaan.

### 1. Perencanaan I

Pada perencanaan ini, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simmpang Tugu, yang terlebih dahulu akan direncanakan, berikut perhitungan perencanaan.

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{lt} \times F_{rt} \\ &= 6800 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,94 \times 0,94 \\ &= 5696,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FR &= Q / S \\ &= 1087,8 / 5696,42 \\ &= 0,19 \end{aligned}$$

$$FR_{crit} = 0,19$$

$$\begin{aligned} LTI &= \sum \text{intergreen} \\ &= 6 + 6 + 6 \\ &= 18 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= (1,5 \times LT + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,55) \\ &= 71 \text{ detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya, perhitungan penentuan waktu siklus dan waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

**Tabel 5. 10 Perhitunga Waktu Siklus Terkoordinasi**

Simpang Tugu	U	T	S	B
Q	1087,8	2113	0	976
S	5696,42	8841,97	4845	8090,80
FR	0,19	0,24	0	0,12
Frcrit	0,19	0,24	0	0,12
$\sum Frcrit$	0,55			
LTI(detik)	18			
Cycle Time	71			
Greentime	18	23	0	12

Berikut Tabel lanjutan perhitungan waktu siklus terkoordinasi pada Tabel 5.10 di bawah ini.

Lanjutan Tabel 5. 10 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi

Simpang AM Sangaji	U	T	S	B
Q	837,6	773,6	771,4	582
S	5207,16	5285,39	4810,33	5410,53
FR	0,16	0,15	0,16	0,11
Frcrit	0,16	0,15	0,16	0,11
$\sum Frcrit$	0,58			
LTI(detik)	24			
Cycle Time	71			
Greentime	14	13	14	9

Perhitungan lanjutan untuk nilai  $QL$  dan  $Delay$  dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 QL &= NQ \text{ Max} / We \\
 &= 38,002 \times 20 / 8 \\
 &= 95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Delay &= DT + DG \\
 &= 26,33 + 3,63 \\
 &= 29,967 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan MKJI, hasil perhitungan kinerja kedua simpang dapat dilihat pada lembar lampiran. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.11 di bawah ini

Tabel 5. 11 Kinerja Simpang Perencanaan I

Simpang	Pende kat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (De tik)	DS	$QL$ (m)	$Delay$ (dtk)
Tugu	U	1087,8	1476,3	71	18	0,74	95,01	29,97
	T	2113	2867,6	71	23	0,74	59,85	26,02
	S	0	0	71	0	0	126,6	0
	B	976	1324,6	71	12	0,74	69,09	34,52
AM SANGAJ I	U	837,6	1008,5	71	13	0,83	52,43	38,30
	T	773,6	931,5	71	14	0,83	50,93	39,58
	S	771,4	928,8	71	9	0,83	54,85	38,92
	B	582	700,8	71	14	0,83	52,43	44,03
Rata - rata						0,7	70,2	31,4



Diatas adalah rekapitulasi perhitungan dari simpang Tugu dan simpang AM Sangaji.

## 2. Perencanaan II

Pada perencanaan II, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang AM Sangaji, yang terlebih dahulu akan direncanakan. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau tipikal dengan perencanaan II. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.12 Di bawah ini

**Tabel 5. 12 Kinerja Simpang Perencanaan II**

Simpang	Pendekat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (Detik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	1087,8	1607	97	27	0,68	121,7	35,46
	T	2113	3122	97	34	0,68	76,69	30,59
	S	0	0	97	0	0	162,3	0,00
	B	976	1442	97	17	0,68	88,54	42,10
AM SANGAJI	U	837,6	1011	97	20	0,77	65,46	43,24
	T	773,6	1008	97	18	0,77	63,59	44,59
	S	771,4	760	97	20	0,77	68,48	43,61
	B	582	1094	97	14	0,77	65,46	48,99
Rata – rata						0,64	89,04	36,07

Diatas adalah rekapitulasi perhitungan dari simpang Tugu dan simpang AM Sangaji.

## 3. Perencanaan III

Pada perencanaan III, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah rata-rata dari waktu siklus kedua perencanaan sebelumnya. Dari perhitungan, didapatkan rata-rata waktu siklus adalah 79 detik. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.13 di bawah ini.

**Tabel 5. 13 Kinerja Simpang Perencanaan III**

Simpang	Pende kat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (De tik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	1087,8	1526	79	21	0,71	103,1	31,50
	T	2113	2963	79	26	0,71	64,95	27,33
	S	0	0	79	0	0	137,4	0
	B	976	1369	79	13	0,71	74,99	36,68
AM SANGAJ I	U	837,6	1014	79	15	0,83	57,28	40,90
	T	773,6	936	79	14	0,83	55,64	42,24
	S	771,4	934	79	15	0,83	59,92	41,50
	B	582	704	79	10	0,83	57,28	46,81
Rata – rata						0,68	76,34	33,37

Diatas adalah rekapitulasi perhitungan dari simpang Tugu dan simpang AM Sangaji.

#### 4. Perencanaan IV

Pada perencanaan VI, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah waktu maksimum yang ditentukan oleh MKJI yaitu 130 detik. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.14 di bawah ini.

**Tabel 5. 14 Kinerja Simpang Perencanaan IV**

Simpang	Pende kat	Arus (SMP)	Kapasita s (SMP)	CT (Detik)	GT (De tik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	1087,8	1702	130	39	0,64	157,8	43,75
	T	2113	3306	130	49	0,64	99,45	37,24
	S	0	0	130	0	0	210,5	0
	B	976	1527	130	25	0,64	114,8	53,19
AM SANGAJ I	U	837,6	1187	130	30	0,71	83,87	51,80
	T	773,6	1097	130	27	0,71	81,48	53,55
	S	771,4	1094	130	30	0,71	87,75	52,04
	B	582	825	130	20	0,71	83,87	58,91
Rata – rata						0,60	114,9	43,81

Diatas adalah rekapitulasi perhitungan dari simpang Tugu dan simpang AM Sangaji.

### 5.2.4 Perencanaan Kinerja Terbaik

Untuk mendapatkan kinerja terbaik penulis harus menentukan dari keempat perencanaan yang arusnya paling rendah diantara semua perencanaan berikut tabel perencanaan dari 1 sampai 4.

**Tabel 5. 15 Pemilihan Kinerja Terbaik kondisi Peak Hour**

Waktu	Nilai Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan (TP DSx0,5)+(TPx 0,2)+(TP Delayx0,3)
	DS	QL	Delay	DS	QL	Delay	
	0,5	0,2	0,3				
Perencanaan 1	0,7	70,2	31,4	4	1	1	2,5
Perencanaan 2	0,64	89,04	36,07	2	3	3	2,5
Perencanaan 3	0,68	76,34	33,37	3	2	2	2,5
Perencanaan 4	0,60	114,96	43,81	1	4	4	2,5

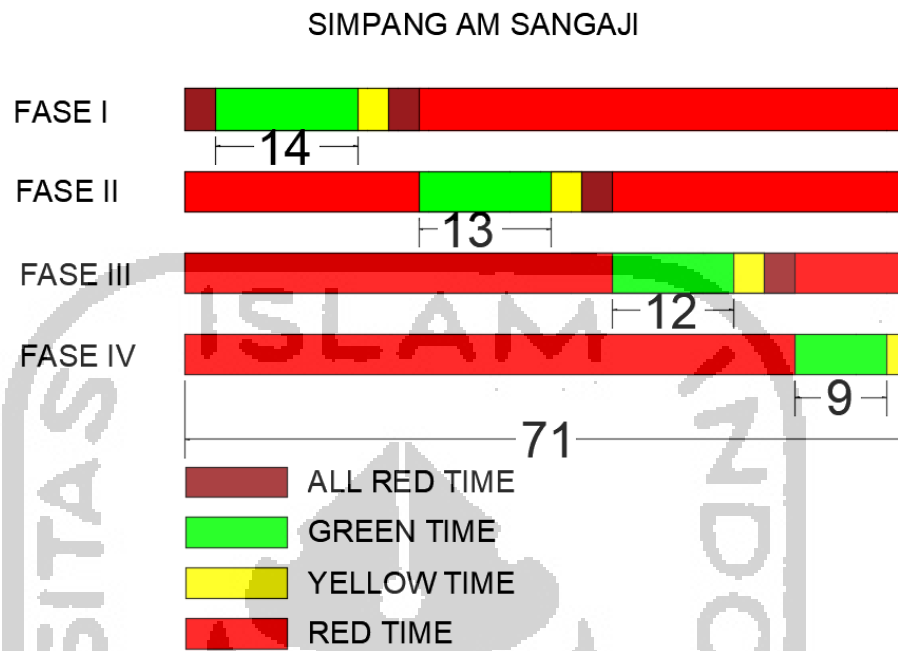
Keterangan:

- Untuk pembobotan, nilai DS diberi bobot 0,5; 0,2 untuk Panjang Antrian (QL); dan 0,3 untuk Tundaan (*delay*).
- Tingkat pemilihan didasarkan pada nilai kinerja. Nilai kinerja yang kecil akan mendapatkan angka tingkat pemilihan yang kecil pula.
- Perencanaan terpilih adalah perencanaan dengan hasil pemilihan dengan angka terkecil, karena akan direncanakan untuk waktu *peak hour* terbaik

Dari Tabel 5.15 di atas, terpilih perencanaan 1 yang memiliki angka terkecil dalam hasil pemilihan sebagai kinerja terbaik. Selanjutnya, data volume simpang pada waktu pagi sebagai *peak hour* pada hari tersebut digunakan untuk merencanakan *cycle time* baru dengan memperhatikan teori koordinasi.

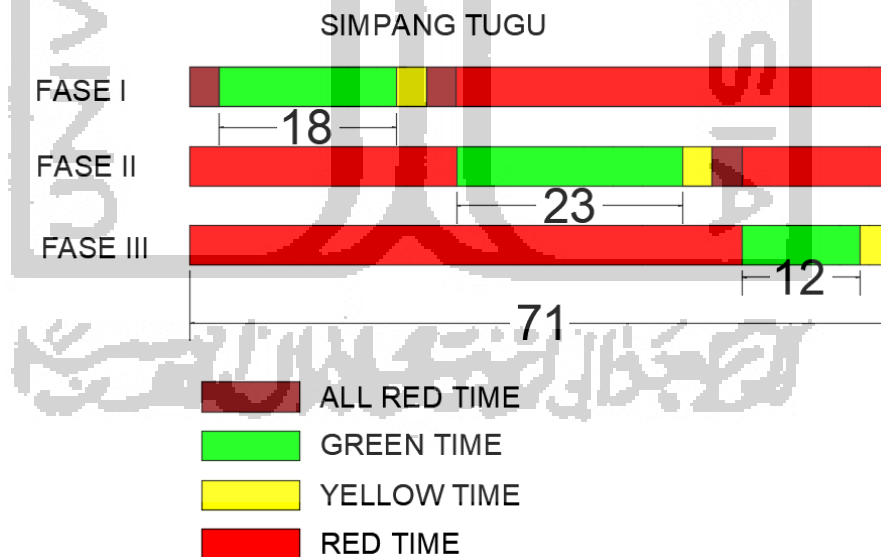
### 5.2.5 Diagram Fase Koordinasi Simpang Peak Hour

Di bawah ini adalah gambar diagram fase koordinasi simpang pada waktu *Peak Hour* yang digunakan dari waktu siklus kinerja terbaik yaitu perencanaan 1. Keterangan gambar dapat dilihat pada Gambar 5.4 di bawah ini.



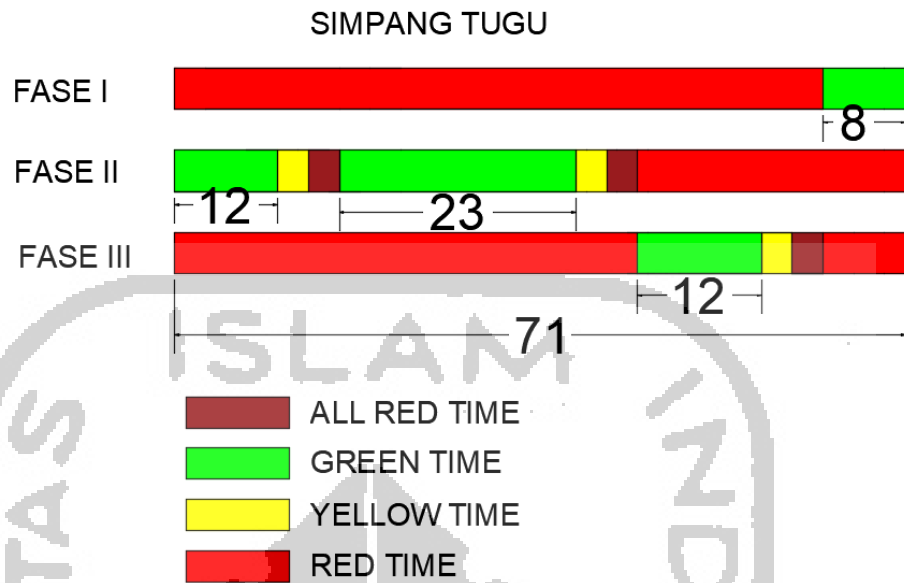
**Gambar 5. 4 Diagram Fase Simpang AM Sangaji**

Selanjutnya adalah Gambar 5.5 diagram fase Simpang Tugu. Keterangan gambar dapat dilihat pada Gambar 5.5 di bawah ini.



**Gambar 5. 5 Diagram Fase Simpang Tugu**

Selanjutnya adalah gambar diagram fase Simpang Tugu yang sudah di rubah disesuaikan dengan koordinasi. Gambar dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.

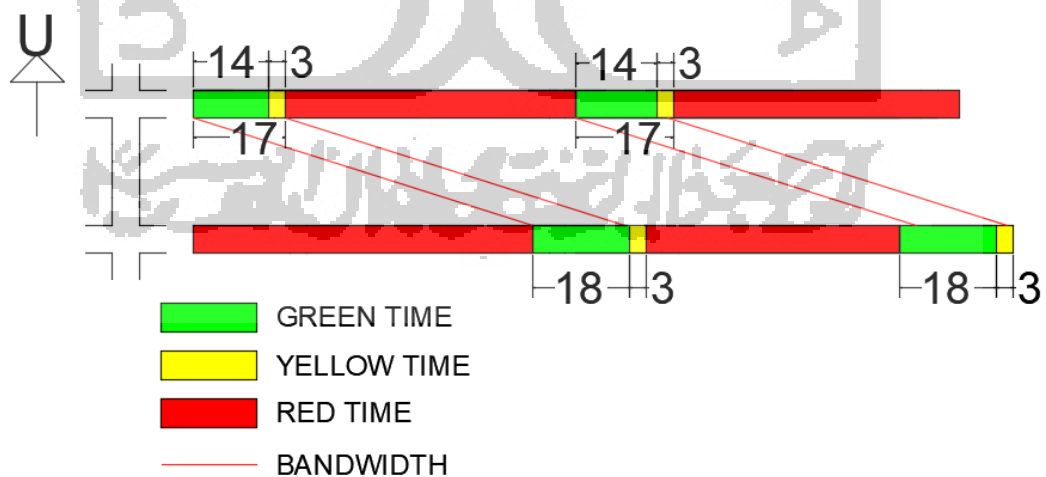


**Gambar 5. 6 Diagram fase setelah di koordinasikan**

Setelah di koordinasikan diatas adalah gambar diagram fase yang sudah sesuai dengan koordinasi perencanaan 1.

### 5.2.6 Diagram Koordinasi Simpang

Koordinasi simpang ini hanya ada dari arah Utara karena Simpang Tugu Tidak ada arus dari arah Selatan oleh karena itu dengan waktu siklus baru berikut adalah gambar koordinasi simpang yang dapat dilihat dari Gambar 5.7 di bawah ini.



**Gambar 5. 7 Koordinasi Simpang Tugu – Simpang AM Sangaji**

### 5.2.7 Perencanaan Waktu Siklus Baru *Off Peak Hour*

#### 1. Perencanaan I

Pada perencanaan ini, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang Tugu, yang terlebih dahulu akan direncanakan.

Selanjutnya, perhitungan penentuan waktu siklus dan waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.16 di bawah ini.

**Tabel 5.16 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi**

Simpang Tugu	U	T	S	B
Q	913,6	1698,4	0	882,2
S	5696,42	8841,97	4845	8090,80
FR	0,16	0,19	0	0,11
Frcrit	0,16	0,19	0	0,11
$\Sigma$ Frcrit	0,46			
LTI(detik)	18			
Cycle Time	60			
Greentime	15	17	0	10

**Lanjutan Tabel 5.16 Perhitungan Waktu Siklus Terkoordinasi**

Simpang AM Sangaji	U	T	S	B
Q	784,2	444,6	758,8	514
S	5207,16	5285,39	4810,33	5410,83
FR	0,15	0,08	0,16	0,09
Frcrit	0,15	0,08	0,16	0,09
$\Sigma$ Frcrit	0,49			
LTI(detik)	24			
Cycle Time	60			
Greentime	11	7	11	7

Dengan menggunakan MKJI, hasil perhitungan kinerja kedua simpang dapat dilihat pada lembar lampiran. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.17 di bawah ini.

**Tabel 5.17 Kinerja Simpang Perencanaan I**

Simpang	Pendekat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (Detik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	913,6	1380	60	15	0,66	62,77	25,14
	T	1698	2565	60	17	0,66	39,54	22,71
	S	0	0	60	0	0	83,70	0
	B	882,2	1333	60	10	0,66	45,65	28,27
AM SANGAJI	U	444,6	959	60	11	0,82	41,59	33,64
	T	758,8	544	60	7	0,82	40,40	41,61
	S	514	928	60	11	0,82	43,51	33,56
	B	784,2	629	60	7	0,82	41,59	39,55
Rata – rata						0,65	49,84	28,06

## 2. Perencanaan II

Pada perencanaan II, waktu siklus dan waktu hijau semua simpang untuk kondisi terkoordinasi akan mengacu pada waktu siklus pada Simpang AM Sangaji, yang terlebih dahulu akan direncanakan. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau tipikal dengan perencanaan II. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.18 di bawah ini

**Tabel 5. 18 Kinerja Simpang Perencanaan II**

Simpang	Pendekat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (Detik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	913,6	1534	80	22	0,6	79,70	29,43
	T	1698	2852	80	26	0,6	50,20	26,40
	S	0	0	80	0	0	106,2	0
	B	882,2	1481	80	15	0,6	57,96	34,16
AM SANGAJI	U	444,6	1126	80	17	0,7	49,18	34,56
	T	758,8	638	80	10	0,7	47,77	41,08
	S	514	1090	80	18	0,7	51,45	34,11
	B	784,2	738	80	11	0,7	49,18	39,76
Rata – rata						0,57	61,46	29,94

### 3. Perencanaan III

Pada perencanaan III, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah rata-rata dari waktu siklus kedua perencanaan sebelumnya. Dari perhitungan, didapatkan rata-rata waktu siklus adalah 78 detik. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.19 di bawah ini.

**Tabel 5.19 Kinerja Simping Perencanaan III**

Simpang	Pendekat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (Detik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	1087,8	1523	78	21	0,6	78,03	28,98
	T	2113	2831	78	25	0,6	49,15	26,02
	S	0	0	78	0	0	104,0	0
	B	976	1470	78	14	0,6	56,75	33,55
AM SANGAJI	U	837,6	1114	78	17	0,7	48,27	34,19
	T	773,6	631	78	9	0,7	46,89	40,64
	S	771,4	1078	78	17	0,7	50,49	33,77
	B	582	730	78	10	0,7	48,27	39,32
Rata - rata						0,57	60,24	29,56

### 4. Perencanaan IV

Pada perencanaan VI, waktu siklus dan waktu hijau kedua simpang adalah waktu maksimum yang ditentukan oleh MKJI yaitu 130 detik. Untuk ringkasan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.20 di bawah ini.

**Tabel 5.20 Kinerja Simping Perencanaan IV**

Simpang	Pendekat	Arus (SMP)	Kapasitas (SMP)	CT (Detik)	GT (Detik)	DS	QL (m)	Delay (dtk)
Tugu	U	1087,8	1706	130	39	0,54	121,92	41,50
	T	2113	3171	130	47	0,54	76,80	36,46
	S	0	0	130	0	0	162,56	0
	B	976	1647	130	26	0,54	88,66	50,01
AM SANGAJI	U	837,6	1312	130	33	0,6	74,06	46,88
	T	773,6	744	130	18	0,6	71,95	57,03
	S	771,4	1269	130	34	0,6	77,48	45,88
	B	582	860	130	31	0,6	74,06	55,27
Rata - rata						0,50	93,44	41,63



### 5.2.8 Perencanaan Kinerja Terbaik

Untuk mendapatkan kinerja terbaik penulis harus menentukan dari keempat perencanaan yang arusnya paling rendah diantara semua perencanaan berikut tabel perencanaan dari 1 sampai 4. Dari keempat kinerja tersebut, akan dipilih kinerja terbaik dengan melakukan pembobotan pada keempat nilai kinerja. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 5.21 di bawah ini

**Tabel 5. 21 Pemilihan Kinerja Terjenuh kondisi *Off Peak Hour***

Waktu	Nilai Pembobotan			Tingkat Pemilihan (TP)			Hasil Pemilihan (TP $DS \times 0,5$ ) + (TP $\times 0,2$ ) + (TP Delay $\times 0,3$ )
	<i>DS</i>	<i>QL</i>	<i>Delay</i>	<i>D</i>	<i>QL</i>	<i>Delay</i>	
	0.5	0.2	0.3	<i>S</i>		<i>y</i>	
Perencanaan 1	0.65	49.8	28.1	4	1	1	2.5
Perencanaan 2	0.58	61.47	29.94	2	3	3	2.5
Perencanaan 3	0.58	60.24	29.56	3	2	2	2.5
Perencanaan 4	0.50	93.44	41.63	1	4	4	2.5

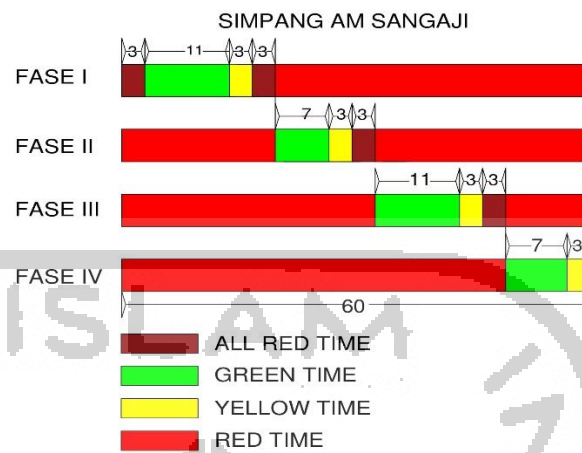
Keterangan:

- Untuk pembobotan, nilai *DS* diberi bobot 0,5; 0,2 untuk Panjang Antrian (*QL*); dan 0,3 untuk Tundaan (*delay*).
- Tingkat pemilihan didasarkan pada nilai kinerja. Nilai kinerja yang kecil akan mendapatkan angka tingkat pemilihan yang kecil pula.
- Perencanaan terpilih adalah perencanaan dengan hasil pemilihan dengan angka terkecil, karena akan direncanakan untuk waktu pick hour terbaik

Dari Tabel 5.21 di atas, terpilih perencanaan 1 yang memiliki angka terkecil dalam hasil pemilihan sebagai kinerja terbaik. Selanjutnya, data volume simpang pada waktu pagi sebagai *peak hour* pada hari tersebut digunakan untuk merencanakan *cycle time* baru dengan memperhatikan teori koordinasi.

### 5.2.9 Diagram Fase Koordinasi Simpang *Off Peak Hour*

Di bawah ini adalah gambar diagram fase koordinasi simpang pada waktu Peak Hour yang digunakan dari waktu siklus kinerja terbaik yaitu perencanaan 1. Keterangan gambar dapat dilihat pada Gambar 5.8 di bawah ini.



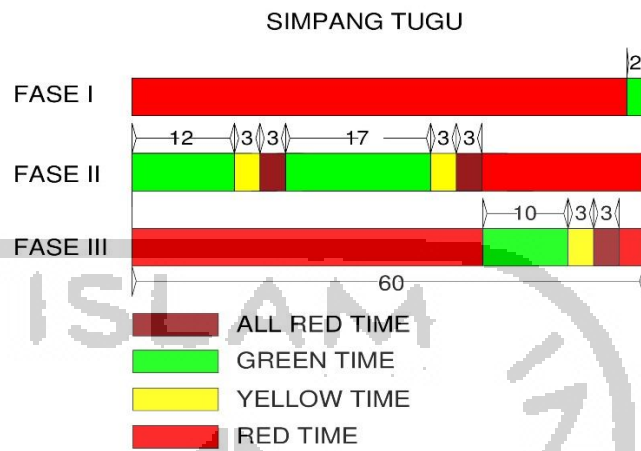
**Gambar 5. 8 Diagram Fase Simpang AM Sangaji**

Selanjutnya adalah Gambar 5.9 diagram fase Simpang Tugu. Keterangan gambar dapat dilihat pada Gambar 5.9 di bawah ini.



**Gambar 5. 9 Diagram Fase Simpang Tugu**

Selanjutnya adalah gambar diagram fase Simpang Tugu yang sudah di rubah disesuaikan dengan koordinasi. Gambar dapat dilihat pada Gambar 5.10 di bawah ini.

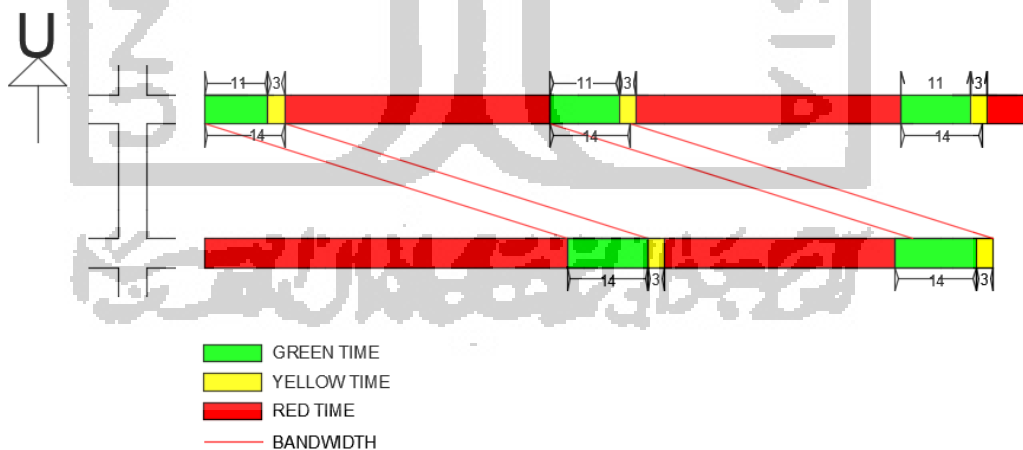


**Gambar 5. 10 Diagram fase setelah di koordinasikan**

Setelah di koordinasikan diatas adalah gambar diagram fase yang sudah sesuai dengan koordinasi perencanaan 1.

#### 5.2.10 Diagram Koordinasi Simpang

Koordinasi simpang ini hanya ada dari arah Utara karena Simpang Tugu Tidak ada arus dari arah Selatan oleh karena itu dengan waktu siklus baru berikut adalah gambar koordinasi simpang yang dapat dilihat dari Gambar 5.11 di bawah ini.



**Gambar 5. 11 Koordinasi Simpang Tugu – Simpang AM Sangaji**

Lajur yang di koordinasikan hanya satu arah dari arah Utara ke arah Selatan atau dari simpang AM Sangaji ke Simpang Tugu.

### 5.3 Pembahasan

#### 5.3.1 Perbandingan Antara Kinerja Simpang *Eksisting* dengan Perencanaan *Peak Hour* dan *Off Peak Hour*

Tingkat Pelayanan Simpang jalan parameternya meliputi derajat kejenuhan dan tundaan. Berikut adalah perbandingan derajat kejenuhan dan tundaan simpang eksisting, *Peak hour*, *Off Peak Hour*.

##### 1. Eksisting dan *Peak hour*

Perbedaan nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan antara eksisting dan *Peak hour* dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

**Tabel 5. 22 Perbandingan Existing dan Perencanaan**

Kondisi Analisis	Simpang	Arah	DS		Delay (Dtk)	
			eksisting	Perencanaan	eksisting	perencanaan
<i>Peak Hour</i>	Tugu	U	0,63	0,74	34,33	34,51
		T	0,58	0,74	27,32	29,96
		S	0	0,74	0	0
		B	0,56	0,74	38,04	34,51
	A.M Sangaji	U	0,52	0,83	54,35	38,29
		T	0,52	0,83	56,90	39,58
		S	0,87	0,83	82,74	38,91
		B	0,51	0,83	63,71	44,02

Dari tabel 5.22 di atas, pada perencanaan peak hour didapatkan hasil yang lebih baik daripada kondisi eksisting maka dari itu pada saat peak hour perencanaan diatas dapat digunakan.

##### 2. Eksisting dan *Off Peak hour*

Perbedaan nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan antara eksisting dan *Off Peak hour* dapat dilihat pada tabel 5.23 sebagai berikut.

**Tabel 5. 23 Perbandingan *Existing* dan Perencanaan**

Kondisi Analisis	Simpang	Arah	DS		Delay (m)	
			<i>existing</i>	perencanaan	<i>existing</i>	perencanaan
<i>Off Peak Hour</i>	Tugu	U	0,67	0,66	35,34	25,14
		T	0,58	0,66	27,49	22,71
		S	0	0	0	0
		B	0,64	0,66	39,40	28,27
	A.M Sangaji	U	0,48	0,82	53,66	33,64
		T	0,30	0,82	52,78	41,61
		S	0,86	0,82	81,07	33,56
		B	0,45	0,82	62,60	39,55

Dari Tabel 5.23 di atas, pada perencanaan *peak hour* didapatkan hasil yang lebih baik daripada kondisi eksisting maka dari itu pada saat *peak hour* perencanaan diatas dapat digunakan.