

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Skunder

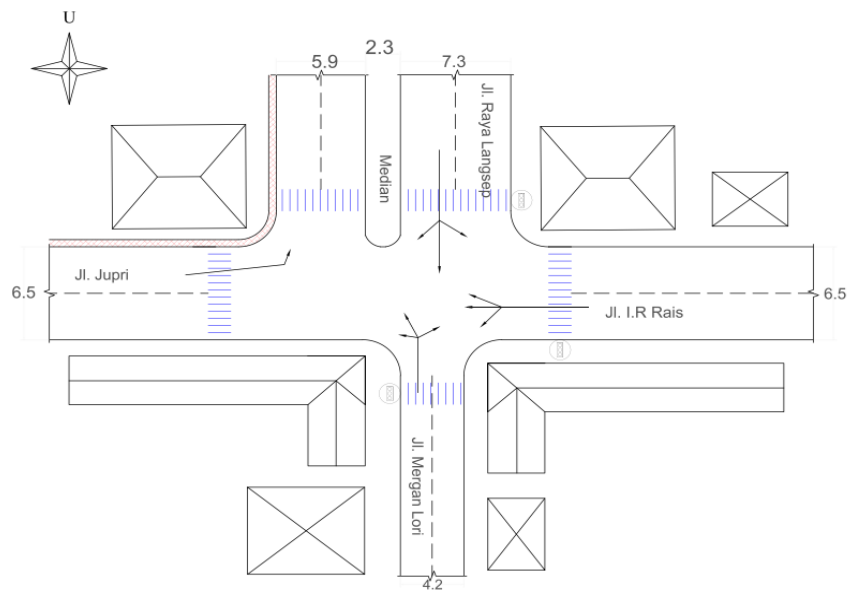
4.1.1 Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk Kota Malang berdasarkan Badan Pusat Statistik kota Malang pada tahun 2023 adalah sebanyak 847.182 jiwa. Data ini di gunakan untuk mendapatkan ukuran kota yang dapat di lihat di PKJI 2023

4.2 Data Primer

4.2.1 Data Geometrik

Dari hasil survey lapangan yang dilakukan secara langsung diperoleh data geometrik, arah pergerakan lalu-lintas, jumlah kendaraan dan kondisi lingkungan lokasi studi pada saat ini (eksisting). Data geometric meliputi tipe jalan simpang, lebar jalur dan rambu-rambu eksisting. Sedangkan data arah pergerakan arus lalu-lintas meliputi arah pergerakan arus lalu-lintas pada masing-masing ruas jalan yaitu arah pergerakan arus lurus (ST) arah pergerakan arus belok kiri (LT) dan belok kanan (RT). Pada lokasi studi ini ada satu persimpangan (ruas jalan raya Jupri) yang terdapat rambu larangan belok kanan dan lurus , jadi tidak ada pergerakan arus belok kanan (RT) dan lurus (ST). Data-data ini selanjutnya diperlukan untuk perhitungan evaluasi kinerja persimpangan.



Gambar 4. 1 Geometrik Jalan Simpang Mergan



Sumber : Google Earth

Tabel 4. 1 Data Geometrik Simpang Mergan

	Lebar Jalan (m)	Lebar Pendekat (m)	Median	Marka	Bahu Jalan (m)
Jl. Raya Langsep (Utara)	7,3	3,65	Ada	Ada	1
Jl. I R Rais (Timur)	6,5	3,25	Tidak ada	Ada	1
Jl. Mergan Lori (Selatan)	4,2	2,1	Tidak ada	Ada	Tidak ada
Jl. Jupri (Barat)	6,5	3,25	Tidak ada	Ada	1

Sumber : Pengamatan di lapangan

4.2.2 Fase Dan Konfigurasi Waktu Sinyal

Fase adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan secara bersamaan mengikuti isyarat lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas merupakan peralatan yang dioperasikan secara mekanis, atau electric untuk memerintahkan kendaraan – kendaraan agar berhenti atau berjalan. Dalam lokasi studi saya memiliki empat simpang dan tiga Fase. Dikarenakan adah satu simpang yang tidak memiliki fase.

Tabel 4.2 Waktu Siklus (s) yang layak

Tipe Pengaturan	s yang layak (detik)
Pengaturan dua-fase	40-80
Pengaturan tiga-fase	50-100
Pengaturan empat-fase	80-130

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, hal 269

Tabel 4. 3 Konfigurasi Waktu Sinyal

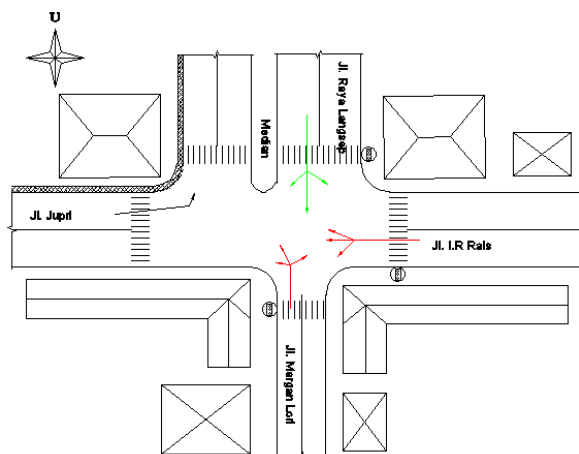
Sinyal	Tipe Pendekat	Waktu Siklus	Waktu (detik)		
			Merah	Hijau	Kuning
Fase 1	terlindung	101	76	23	2
Fase 2	terlindung		76	23	2
Fase 3	terlindung		76	23	2

Sumber : Hasil Survei dan Analisis

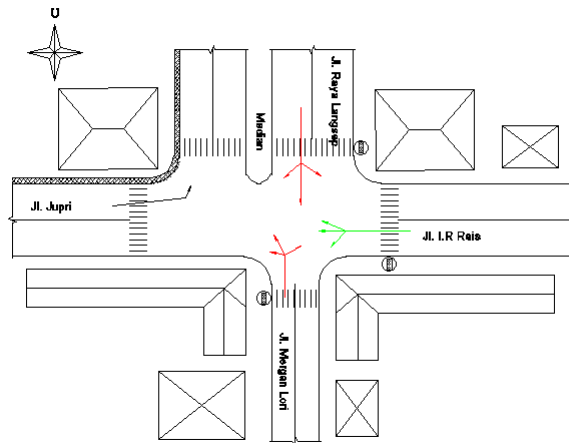
WAKTU SIKLUS 98	ALL RED 1 DETIK		KUNING SEMUA 2 DETIK		
	FASE 1 (U)	23	2	76	
FASE 2 (S)	38		23	2	38
FASE 3 (T)	76			23	2

Sumber : Perhitungan Siklus Untuk Lampu Isyarat Lalu lintas

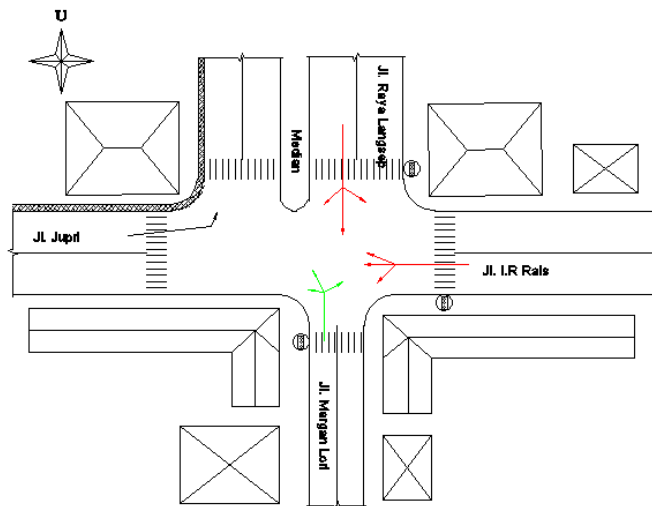
Gambar 4. 2 Diagram Waktu Sinyal Lalu lintas



Gambar 4.3 Fase 1 Jl. Raya langsep



Gambar 4.4 Fase 2 Jl. I.R Rais



Gambar 4.5 Fase 3 Jl. Mergan Lori

4.2.3 Data Volume Lalu lintas

Data lalu – lintas yang digunakan adalah data primer yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan dengan menghitung menggunakan countur. Pengamatan volume lalu – lintas dilakukan selama 3 hari yakni pada hari Sabtu 4 Mei 2024, Senin 13 Mei 2024 dan Rabu 15 Mei 2024. Survei dilakukan pada jam-jam sibuk yaitu pagi dimulai dari pukul 06.00 – 10.45 WIB, siang hari pukul 11.00 – 14.45 WIB, sedangkan pada jam sibuk sore hari dimulai dari pukul 15.00 – 18.00 WIB. Volume lalu – lintas dicatat setiap 15 menit agar didapat data yang lebih akurat dan teliti.

Tabel 4.4 Volume Arus Lalu lintas Simpang Mergan Pada hari Senin 13 Mei 2024
(Pendekat Utara)

Periode	Sepeda Motor						Kendaraan Ringan						Kendaraan Berat						Total
			ekr =		0,15			ekr =		1			ekr =		1,3				
	Lurus	ekr	Kiri	ekr	Kanan	ekr	Lurus	ekr	Kiri	ekr	Kanan	ekr	Lurus	ekr	Kiri	ekr	Kanan	ekr	
06.00-07.00	777	116,55	1041	156,15	687	103,05	155	155	27	27	79	79	0	0	10	13	13	16,9	667
06.15-07.15	780	117	989	148,35	740	111	174	174	29	29	83	83	0	0	8	10,4	19	24,7	697
06.30-07.30	722	108,3	996	149,4	762	114,3	199	199	30	30	88	88	1	1,3	5	6,5	25	32,5	729
06.45-07.45	694	104,1	1063	159,45	836	125,4	211	211	31	31	88	88	1	1,3	4	5,2	28	36,4	762
07.00-08.00	726	108,9	1062	159,3	885	132,75	211	211	33	33	87	87	1	1,3	0	0	31	40,3	774
07.15-08.15	754	113,1	1066	159,9	871	130,65	198	198	26	26	95	95	1	1,3	0	0	26	33,8	758
07.30-08.30	786	117,9	995	149,25	839	125,85	183	183	24	24	104	104	0	0	0	0	26	33,8	738
07.45-08.45	761	114,15	858	128,7	782	117,3	170	170	30	30	102	102	2	2,6	0	0	28	36,4	701
08.00-09.00	717	107,55	710	106,5	708	106,2	166	166	24	24	107	107	2	2,6	0	0	28	36,4	656
08.15-09.15	711	106,65	611	91,65	679	101,85	164	164	25	25	113	113	2	2,6	1	1,3	33	42,9	649
08.30-09.30	712	106,8	608	91,2	667	100,05	158	158	26	26	108	108	2	2,6	1	1,3	32	41,6	636
08.45-09.45	742	111,3	590	88,5	673	100,95	170	170	25	25	116	116	0	0	1	1,3	30	39	652
09.00-10.00	779	116,85	561	84,15	658	98,7	160	160	29	29	124	124	1	1,3	1	1,3	26	33,8	649
09.15-10.15	775	116,25	577	86,55	669	100,35	174	174	33	33	115	115	3	3,9	0	0	24	31,2	660
09.30-10.30	773	115,95	495	74,25	693	103,95	184	184	29	29	128	128	3	3,9	1	1,3	23	29,9	670
09.45-10.45	763	114,45	505	75,75	690	103,5	166	166	24	24	136	136	3	3,9	1	1,3	21	27,3	652
10.00-11.00	773	115,95	511	76,65	694	104,1	167	167	22	22	125	125	4	5,2	1	1,3	29	37,7	655
10.15-11.15	760	114	460	69	730	109,5	170	170	16	16	143	143	4	5,2	1	1,3	29	37,7	666
10.30-11.30	801	120,15	450	67,5	742	111,3	151	151	17	17	147	147	5	6,5	1	1,3	29	37,7	659
10.45-11.45	833	124,95	421	63,15	774	116,1	140	140	19	19	128	128	7	9,1	1	1,3	33	42,9	645
11.00-12.00	842	126,3	463	69,45	827	124,05	156	156	23	23	138	138	5	6,5	1	1,3	28	36,4	681
13.00-14.00	778	116,7	500	75	744	111,6	127	127	28	28	138	138	0	0	0	0	31	40,3	637
13.15-14.15	802	120,3	440	66	744	111,6	122	122	26	26	138	138	1	1,3	0	0	24	31,2	616
13.30-14.30	873	130,95	460	69	863	129,45	118	118	21	21	146	146	1	1,3	0	0	23	29,9	646
13.45-14.45	996	149,4	487	73,05	1106	165,9	141	141	25	25	137	137	1	1,3	0	0	26	33,8	726
14.00-15.00	1138	170,7	474	71,1	1176	176,4	156	156	23	23	149	149	2	2,6	0	0	24	31,2	780
14.15-15.15	1220	183	502	75,3	1291	193,65	205	205	23	23	152	152	1	1,3	0	0	21	27,3	861
14.30-15.30	1266	189,9	504	75,6	1293	193,95	283	283	27	27	156	156	2	2,6	0	0	15	19,5	948
14.45-15.45	1326	198,9	573	85,95	1269	190,35	283	283	22	22	173	173	3	3,9	0	0	8	10,4	968
15.00-16.00	1496	224,4	608	91,2	1494	224,1	273	273	22	22	163	163	3	3,9	0	0	10	13	1015
15.15-16.15	1653	247,95	605	90,75	1620	243	251	251	21	21	170	170	3	3,9	0	0	14	18,2	1046
15.30-16.30	1787	268,05	602	90,3	1838	275,7	177	177	17	17	168	168	4	5,2	0	0	17	22,1	1023
15.45-16.45	1839	275,85	579	86,85	1859	278,85	172	172	13	13	162	162	4	5,2	0	0	17	22,1	1016
16.00-17.00	1786	267,9	626	93,9	1807	271,05	168	168	19	19	177	177	3	3,9	0	0	13	16,9	1018
16.15-17.15	1882	282,3	720	108	1920	288	161	161	36	36	186	186	3	3,9	0	0	11	14,3	1080
16.30-17.30	1814	272,1	791	118,65	1828	274,2	168	168	51	51	180	180	1	1,3	0	0	8	10,4	1076
16.45-17.45	1814	272,1	735	110,25	1810	271,5	168	168	58	58	190	190	0	0	0	0	7	9,1	1079
17.00-18.00	1741	261,15	705	105,75	1726	258,9	164	164	48	48	177	177	0	0	0	0	4	5,2	1020

1. Pengolahan volume lalu lintas kendaraan pada pagi hari Senin 13 Mei 2024 (Lurus) Jalan Raya Langsep (Simpang mergan) Pendekat utara pukul 07.00 - 08.00 WIB adalah sebagai berikut :

- Sepeda Motor (SM), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) sepeda motor 0,15
Total sepeda motor lurus interval 1 jam = 726 kend/jam
= $726 \times 0,15$
= 108,9 smp/jam
- Kendaraan Ringan (KR), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) kendaraan ringan 1
Total kend.ringan lurus interval 1 jam = 211 kend/jam
= 211×1
= 211 smp/jam
- Kendaraan Berat (KB) , nilai ekivalen kendaraan berat (ekr) kend.berat 1,3
Total kend.berat lurus interval 1 jam = 1 kend/jam
= $1 \times 1,3$
= 1,3 smp/jam

2. Pengolahan volume lalu lintas kendaraan pada pagi hari Senin 13 Mei 2024 (Kiri) Jalan Langsep (Simpang mergan) Pendekat utara pukul 07.00-08.00 WIB adalah sebagai berikut :

3.

- Sepeda Motor (SM), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) sepeda motor 0,15
Total sepeda motor belok kiri interval 1 jam = 1062 kend/jam
= $1062 \times 0,15$
= 159,3 smp/jam

- Kendaraan Ringan (KR), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) kend.ringan 1

$$\begin{aligned} \text{Total kend.ringan belok interval 1 jam} &= 33 \text{ smp/jam} \\ &= 33 \times 1 \\ &= 33 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- Kendaraan berat (KB) , nilai ekivalen kend.berat (ekr) berat 1,3

$$\begin{aligned} \text{Total kend.berat belok kiri interval 1 jam} &= 0 \text{ kend/jam} \\ &= 0 \times 1,3 \\ &= 0 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4. Pengolahan volume lalu lintas kendaraan pada pagi hari Senin 13 Mei 2024 (Kanan) Jalan Raya Langsep (Simpang mergan) Pendekat utara pukul 07.00-08.00 WIB adalah sebagai berikut :

- Sepeda Motor (SM), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) sepeda motor

$$\begin{aligned} 0,15 \text{ Total sepeda motor belok kanan interval 1 jam} &= 885 \text{ kend/jam} \\ &= 885 \times 0,15 \\ &= 132,7 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- Kendaraan Ringan (KR), nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) kend.ringan 1

$$\begin{aligned} \text{Total kend.ringan belok kanan interval 1 jam} &= 87 \text{ kend/jam} \\ &= 87 \times 1 \\ &= 87 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- Kendaraan berat (KB) , nilai ekivalen kend.berat (ekr) berat 1,3

$$\begin{aligned} \text{Total kend.berat belok kanan interval 1 jam} &= 31 \text{ kend/jam} \\ &= 31 \times 1,3 \\ &= 40,3 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Arus Kendaraan Sepeda Motor} &= 108,9 + 159,3 + 132,75 \\ &= 400,95 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Arus Kendaraan Ringan} &= 211 + 33 + 87 \\ &= 331 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

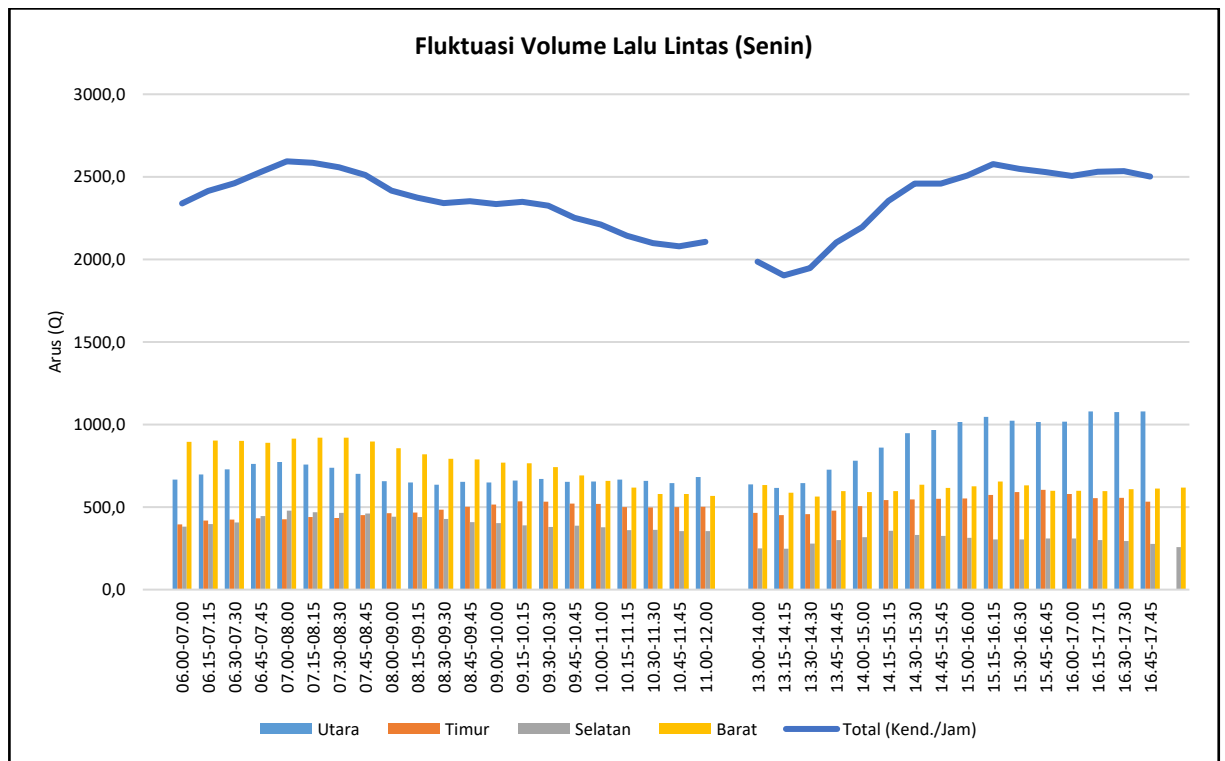
$$\begin{aligned} \text{Total Arus Kendaraan Berat} &= 1,3 + 0 + 40,3 \\ &= 41,6 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Arus Kendaraan} &= 400,95 + 331 + 41,6 \\ &= 773,55 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Total Arus Lalu lintas Senin 13 Mei 2024

Periode	Utara	Timur	Selatan	Barat	Total (Kend./Jam)
06.00-07.00	666,7	394,3	381,6	895,9	2338,5
06.15-07.15	697,5	417,9	397,0	902,8	2415,1
06.30-07.30	729,3	424,8	406,2	901,3	2461,5
06.45-07.45	761,9	431,6	446,1	889,3	2528,8
07.00-08.00	773,6	426,5	479,2	914,6	2593,8
07.15-08.15	757,8	438,7	469,0	919,3	2584,8
07.30-08.30	737,8	432,9	465,4	921,1	2557,2
07.45-08.45	701,2	452,0	461,9	896,4	2511,3
08.00-09.00	656,3	463,1	440,9	857,0	2417,3
08.15-09.15	649,0	466,3	439,8	818,9	2373,9
08.30-09.30	635,6	484,9	429,0	791,9	2341,3
08.45-09.45	652,1	502,5	409,2	789,0	2352,6
09.00-10.00	649,1	514,3	403,1	769,1	2335,5
09.15-10.15	660,3	535,5	388,8	764,5	2349,0
09.30-10.30	670,3	532,8	379,7	742,5	2325,2
09.45-10.45	652,2	520,9	387,6	691,2	2251,8
10.00-11.00	654,9	519,8	378,4	658,3	2211,4
10.15-11.15	665,7	499,9	359,4	618,4	2143,4
10.30-11.30	659,5	498,3	362,7	578,7	2099,0
10.45-11.45	644,5	499,4	355,3	579,5	2078,6
11.00-12.00	681,0	502,6	354,6	567,6	2105,7
13.00-14.00	636,6	465,3	249,9	633,8	1985,5
13.15-14.15	616,4	451,4	248,7	586,4	1902,8
13.30-14.30	645,6	457,7	279,7	563,9	1946,8
13.45-14.45	726,5	478,1	300,8	597,5	2102,8
14.00-15.00	780,0	505,7	317,8	591,6	2195,1
14.15-15.15	860,6	542,2	355,8	596,4	2354,9
14.30-15.30	947,6	545,5	330,9	635,2	2459,1
14.45-15.45	967,5	551,0	324,6	615,4	2458,5
15.00-16.00	1014,6	552,4	314,3	626,5	2507,7
15.15-16.15	1045,8	572,4	304,7	654,4	2577,3
15.30-16.30	1023,4	590,0	304,0	630,7	2548,0
15.45-16.45	1015,9	604,3	310,6	598,0	2528,7
16.00-17.00	1017,7	579,3	309,4	598,3	2504,6
16.15-17.15	1079,5	554,7	299,7	596,4	2530,2
16.30-17.30	1075,7	555,6	294,5	607,9	2533,6
16.45-17.45	1079,0	532,2	277,6	612,2	2500,9
17.00-18.00	1020,0	553,1	256,7	617,7	2447,5

Berdasarkan Tabel diatas, diperoleh total arus kendaraan pada hari senin 13 Mei 2024, Jam puncak pada pagi hari pada pukul 07:00-08:00 WIB sebesar 2593,8 smp/jam. Jam puncak siang pada pukul 14:30-15:30 WIB sebesar 2459,1 smp/jam, dan jam puncak sore hari pada pukul 15:15-16-15 WIB sebesar 2577,5 smp/jam.



Sumber: Pengolahan data arus total kendaraan

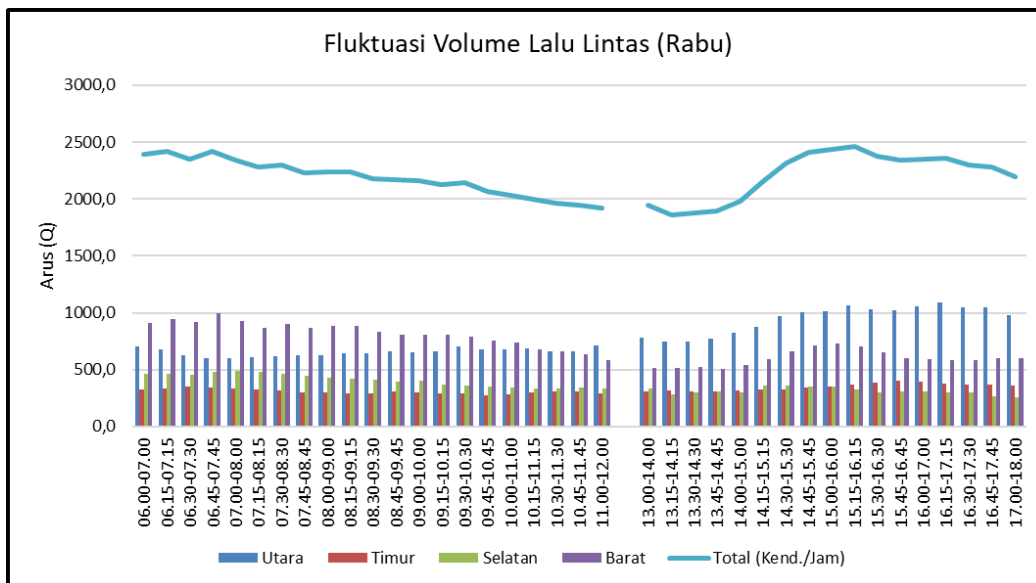
Gambar 4. 6 Grafik Arus Total Persimpangan Senin 13 Mei 2024

Berdasarkan grafik diatas, didapat arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan utara pada jam 16:15-17:15 WIB sebesar 1079,5 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Barat pada jam 07:30-08:30 WIB sebesar 921,1 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Timur pada jam 15:45-16:45 WIB sebesar 604,3 smp/jam, dan Arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan Selatan pada pukul 07:00-08:00 WIB sebesar 479,2 smp/jam.

Tabel 4. 6 Total Arus Lalu lintas Rabu 15 Mei 2024

Periode	Utara	Timur	Selatan	Barat	Total (Kend./Jam)
06.00-07.00	702,0	325,2	461,3	906,0	2394,5
06.15-07.15	673,9	336,0	463,2	944,8	2417,8
06.30-07.30	626,7	350,4	457,2	917,0	2351,2
06.45-07.45	600,1	346,5	482,4	993,2	2422,1
07.00-08.00	602,1	331,1	485,3	925,0	2343,4
07.15-08.15	606,6	322,1	481,0	869,9	2279,4
07.30-08.30	616,5	313,1	465,9	902,9	2298,3
07.45-08.45	623,8	296,3	445,2	865,3	2230,6
08.00-09.00	628,7	298,1	429,0	880,9	2236,6
08.15-09.15	642,0	291,0	423,2	881,5	2237,6
08.30-09.30	639,3	294,9	410,5	831,4	2176,0
08.45-09.45	659,1	306,1	398,4	804,8	2168,3
09.00-10.00	654,7	299,8	402,7	807,0	2164,2
09.15-10.15	661,8	287,0	370,3	806,4	2125,5
09.30-10.30	704,9	288,1	363,5	789,9	2146,3
09.45-10.45	679,5	277,0	348,5	757,7	2062,7
10.00-11.00	676,2	284,3	338,5	734,4	2033,3
10.15-11.15	682,9	300,1	333,4	678,0	1994,4
10.30-11.30	659,7	308,3	337,9	656,6	1962,5
10.45-11.45	661,5	309,3	345,5	630,9	1947,1
11.00-12.00	710,3	290,5	336,5	582,3	1919,5
13.00-14.00	782,0	309,8	333,3	517,0	1942,0
13.15-14.15	744,0	315,9	285,1	516,8	1861,7
13.30-14.30	745,7	310,7	302,4	519,0	1877,7
13.45-14.45	771,4	306,4	306,0	506,7	1890,4
14.00-15.00	821,4	313,3	302,3	539,5	1976,4
14.15-15.15	878,3	324,4	360,6	591,2	2154,3
14.30-15.30	972,4	324,9	358,7	661,2	2317,2
14.45-15.45	1001,0	340,1	354,5	712,2	2407,8
15.00-16.00	1013,7	347,8	351,0	727,0	2439,4
15.15-16.15	1060,9	367,5	329,2	703,5	2460,9
15.30-16.30	1034,5	386,9	302,2	649,5	2373,0
15.45-16.45	1022,0	400,8	312,4	601,1	2336,3
16.00-17.00	1044,6	391,4	312,3	591,9	2340,2
16.15-17.15	1079,7	380,2	299,7	586,3	2345,8
16.30-17.30	1037,5	372,2	295,7	585,1	2290,4
16.45-17.45	1039,0	367,0	269,0	597,0	2271,9
17.00-18.00	976,0	355,6	260,2	600,0	2191,8

Berdasarkan Tabel diatas, diperoleh total arus kendaraan pada hari Rabu 15 Mei 2024, Jam puncak pada pagi hari pada pukul 06:45-07:45 WIB sebesar 2422,1 smp/jam. Jam puncak siang pada pukul 14:45-15:45 WIB sebesar 2407,8 smp/jam, dan jam puncak sore hari pada pukul 15:15-16-15 WIB sebesar 2460,9 smp/jam.



Sumber: Pengolahan data arus total kendaraan

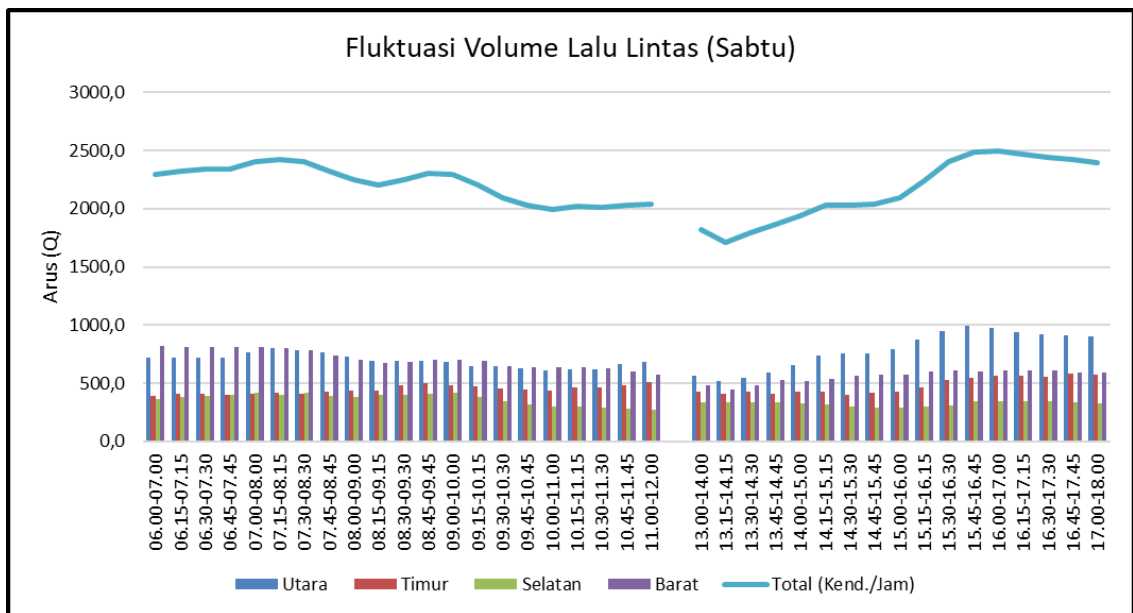
Gambar 4. 7 Grafik Arus Total Persimpangan Rabu 15 Mei 2024

Berdasarkan grafik diatas, didapat arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan utara pada jam 16:15-17:15 WIB sebesar 1088,5 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Barat pada jam 06:45-07:45 WIB sebesar 993,2 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Selatan pada jam 07:00-08:00 WIB sebesar 485,3 smp/jam, dan Arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan Timur pada pukul 15:45-16:45 WIB sebesar 400,8 smp/jam.

Tabel 4. 7 Total Arus Lalu lintas Sabtu 04 Mei 2024

Periode	Utara	Timur	Selatan	Barat	Total (Kend./Jam)
06.00-07.00	717,8	388,4	368,3	816,9	2291,4
06.15-07.15	717,1	408,3	384,2	811,6	2321,1
06.30-07.30	717,8	414,5	396,2	811,0	2339,4
06.45-07.45	724,0	402,1	402,0	814,3	2342,3
07.00-08.00	761,7	412,3	416,9	810,5	2401,3
07.15-08.15	802,7	414,8	405,0	803,1	2425,5
07.30-08.30	786,7	412,6	419,4	784,9	2403,6
07.45-08.45	762,7	425,8	391,4	741,3	2321,2
08.00-09.00	725,7	439,7	380,9	700,9	2247,1
08.15-09.15	691,2	441,4	398,6	670,4	2201,6
08.30-09.30	689,1	479,2	402,2	680,7	2251,2
08.45-09.45	695,7	497,7	414,1	698,2	2305,7
09.00-10.00	680,1	486,9	420,8	704,7	2292,4
09.15-10.15	647,0	473,0	383,1	696,5	2199,5
09.30-10.30	645,6	456,5	345,3	647,2	2094,6
09.45-10.45	626,0	445,0	322,9	637,6	2031,5
10.00-11.00	609,7	440,1	303,3	638,8	1991,9
10.15-11.15	620,0	465,3	299,3	639,4	2024,0
10.30-11.30	623,3	467,8	292,0	632,4	2015,5
10.45-11.45	664,7	480,5	282,1	604,4	2031,6
11.00-12.00	681,6	509,1	271,5	574,3	2036,4
13.00-14.00	569,3	427,0	336,2	484,4	1816,8
13.15-14.15	524,0	406,1	334,8	448,3	1713,1
13.30-14.30	548,1	424,6	336,9	485,0	1794,6
13.45-14.45	592,8	409,3	338,9	525,9	1866,9
14.00-15.00	659,1	424,4	332,2	519,4	1935,1
14.15-15.15	740,5	430,7	315,4	540,1	2026,7
14.30-15.30	757,0	398,9	304,5	568,8	2029,1
14.45-15.45	752,7	416,5	291,9	575,1	2036,1
15.00-16.00	793,2	429,3	294,4	576,1	2093,0
15.15-16.15	873,3	465,4	302,4	602,2	2243,2
15.30-16.30	950,9	524,6	310,7	614,2	2400,3
15.45-16.45	989,8	545,2	344,2	603,5	2482,7
16.00-17.00	979,0	560,7	348,4	609,8	2497,8
16.15-17.15	943,4	564,2	343,5	614,7	2465,7
16.30-17.30	923,8	555,7	350,1	615,2	2444,7
16.45-17.45	912,0	584,7	332,6	596,0	2425,2
17.00-18.00	903,3	572,7	330,3	590,9	2397,0

Berdasarkan Tabel diatas, diperoleh total arus kendaraan pada hari Sabtu 04 Mei 2024, Jam puncak pada pagi hari pada pukul 07:15-08:15 WIB sebesar 2425,5 smp/jam. Jam puncak siang pada pukul 11:00-12:00 WIB sebesar 2036,4 smp/jam, dan jam puncak sore hari pada pukul 16:00-17:00 WIB sebesar 2497,8 smp/jam.



Gambar 4. 8 Arus Total Persimpangan Sabtu 04 Mei 2024

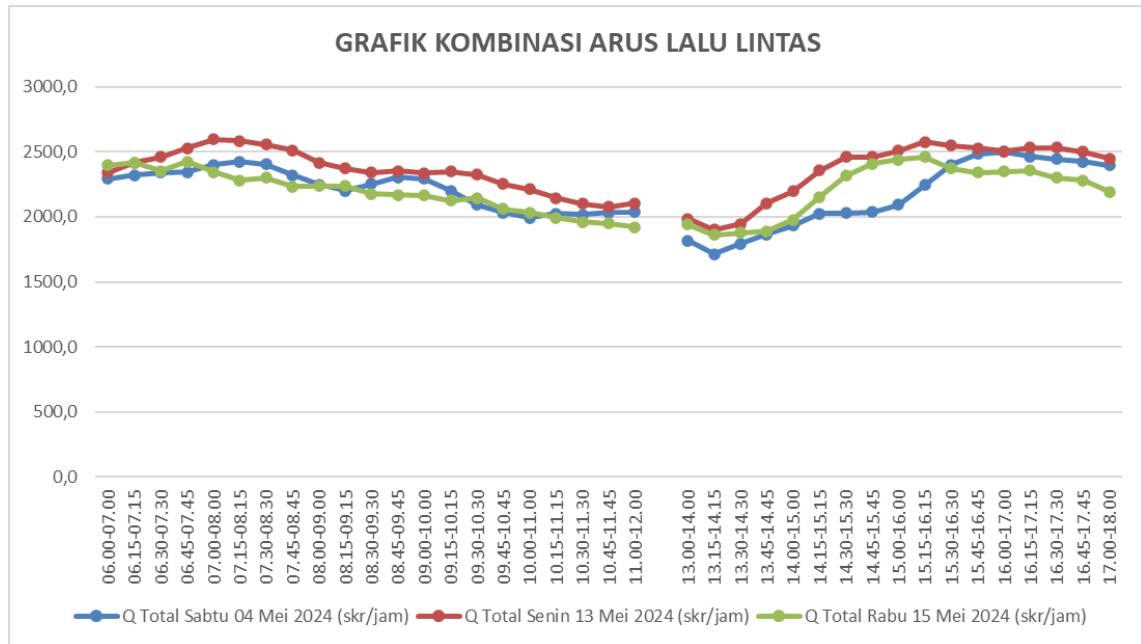
Berdasarkan grafik diatas, didapat arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan utara pada jam 15:45-16:45 WIB sebesar 989,0 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Barat pada jam 06:00-07:00 WIB sebesar 816,9 smp/jam, Arus Lalu lintas tertinggi pada pendekatan Timur pada jam 16:45-17:45 WIB sebesar 584,7 smp/jam, dan Arus lalu lintas tertinggi pada pendekatan Selatan pada pukul 09:00-10:00 WIB sebesar 420,8 smp/jam.

Tabel dibawah ini merupakan kombinasi arus lalu-lintas total selama 3 hari pengamatan dengan cuaca cerah. Data ini diperoleh dari total arus kendaraan persimpang yang telah dikombinasikan pada tabel-tabel sebelumnya.

Tabel 4. 8 Arus Lalu lintas Total hari Sabtu, Senin, dan Rabu

Interval Waktu	Q Total	Q Total	Q Total
	Sabtu 04 Mei 2024	Senin 13 Mei 2024	Rabu 15 Mei 2024
	(skr/jam)	(skr/jam)	(skr/jam)
06.00-07.00	2291,4	2338,5	2394,5
06.15-07.15	2321,1	2415,1	2417,8
06.30-07.30	2339,4	2461,5	2351,2
06.45-07.45	2342,3	2528,8	2422,1
07.00-08.00	2401,3	2593,8	2343,4
07.15-08.15	2425,5	2584,8	2279,4
07.30-08.30	2403,6	2557,2	2298,3
07.45-08.45	2321,2	2511,3	2230,6
08.00-09.00	2247,1	2417,3	2236,6
08.15-09.15	2201,6	2373,9	2237,6
08.30-09.30	2251,2	2341,3	2176,0
08.45-09.45	2305,7	2352,6	2168,3
09.00-10.00	2292,4	2335,5	2164,2
09.15-10.15	2199,5	2349	2125,5
09.30-10.30	2094,6	2325,2	2146,3
09.45-10.45	2031,5	2251,8	2062,7
10.00-11.00	1991,9	2211,4	2033,3
10.15-11.15	2024,0	2143,4	1994,4
10.30-11.30	2015,5	2099	1962,5
10.45-11.45	2031,6	2078,6	1947,1
11.00-12.00	2036,4	2105,7	1919,5
13.00-14.00	1816,8	1985,5	1942,0
13.15-14.15	1713,1	1902,8	1861,7
13.30-14.30	1794,6	1946,8	1877,7
13.45-14.45	1866,9	2102,8	1890,4
14.00-15.00	1935,1	2195,1	1976,4
14.15-15.15	2026,7	2354,9	2154,3
14.30-15.30	2029,1	2459,1	2317,2
14.45-15.45	2036,1	2458,5	2407,8
15.00-16.00	2093,0	2507,7	2439,4
15.15-16.15	2243,2	2577,3	2460,9
15.30-16.30	2400,3	2548,0	2373,0
15.45-16.45	2482,7	2528,7	2340,3
16.00-17.00	2497,8	2504,6	2349,0
16.15-17.15	2465,7	2530,2	2354,6
16.30-17.30	2444,7	2533,6	2301,8
16.45-17.45	2425,2	2500,9	2279,3
17.00-18.00	2397,0	2447,5	2194,4

Berikut ini Hasil dari grafik kombinasi arus lalu-lintas total selama 3 hari pengamatan yakni pada 1 hari istimewa (hari libur) yaitu pada hari Sabtu 5 Mei 2024 dan 2 hari kerja yaitu pada hari Senin 13 Mei 2024 dan Rabu 15 Mei 2024.



Gambar 4. 9 Grafik Kombinasi Arus Lalu lintas

4.3 Kinerja Simpang Bersinyal

Analisa kinerja simpang kondisi eksisting pada kedua simpang tersebut menggunakan acuan pada PKJI 2023. Berikut ini adalah perhitungan menggunakan PKJI 2023 pada simpang Mergan pendekat Utara, Senin, 13 Mei 2024.

Langkah A : Mengisi data pada tabel SIS – I

- Kota : Malang
- Ukuran Kota : ± 847.182 Jiwa
- Hari/Tanggal : Senin, 13 Mei 2024
- Jam Puncak : 07.00 – 08.00
- Jumlah fase : 3 Fase

1. Kode pendekat, untuk setiap lengan sesuai arah mata angin.
2. Tipe lingkungan jalan : Komersial (KOM)
3. Hambatan samping : Rendah
4. Median : Ada
5. Kelandaian, untuk kelandaian pada simpang Mergan adalah ± 1
6. Belok kiri jalan terus, dari jalan Langsep (utara) ke jalan I R Rais, jalan I R Rais ke jalan Mergan Lori (Timur), jalan Mergan lori (selatan) ke jalan Jupri dan Jalan Jupri ke jalan Langsep.
7. Jarak ke parkir kendaraan, jarak Kendaraan parkir diasumsikan 1, karena daerah lengan simpang ada tempat parkir untuk wilayah pertokoan.
8. Lebar Pendekat :
 - U : $L = 7,3 \text{ m}$, $LH = 7,3 \text{ m}$, $LK = 7,3 \text{ m}$
 - T : $L = 6,5 \text{ m}$, $LH = 3,25 \text{ m}$, $LK = 6,5 \text{ m}$
 - S : $L = 6,5 \text{ m}$, $LH = 3,25 \text{ m}$, $LK = 6,3 \text{ m}$
 - B : $L = 4,2 \text{ m}$, $LH = 2,1 \text{ m}$, $LK = 4,2 \text{ m}$

SIMPANG APILL		Hari/Tanggal : Senin, 13 Mei 2024			
DATA :		Kota : Malang			
GEOMETRIK		Simpang : Mergan			
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran Kota : < 1 jiwa penduduk			
LINGKUNGAN		Perihal :			
		Periode : 07:00 - 08:00			

				Waktu Siklus, C
				C = 100 detik
				Waktu Hijau Hilang Total, Hh
				Hh = Σ AH = 14 detik
H =	H =	H =	H =	H = Waktu Hijau
AH =	AH =	AH =	AH =	AH = Waktu Antar Hijau

Sketsa Simping

Kondisi Lapangan

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan T (tinggi)/R (rendah)	Median : A (ada)/ T (tidak)	Kelandaian Pendekat : + (nanjak)/ - (turun) %	BKIJT Y(ada) atau T (tidak)	Jarak Ke kendaraan Parkiran Pertama	Lebar Pendekat			
							Pada Lajur Awal	Pada Garis Henti	Pd Lajur Belok Kiri	Pada Lajur Keluar
							L (m)	LH (m)	LBKIJT (m)	LK (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U	KOM		YA	1	YA	0	7,3	7,3	3,65	7,3
T	KOM		TIDAK	1	YA	0	6,5	3,25	3,25	3,3
S	KOM		TIDAK	1	YA	0	4,2	2,10	2,10	2,1
B	KOM		TIDAK	1	YA	0	6,5	0,0	0,0	6,5

Gambar 4. 10 Formulir SIS I Perhitungan kapasitas Apill Senin, 13 Mei 2024 (Pagi)

Langkah B : Mengisi data yang ada pada tabel SIS – II

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (KR)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (KB)	1,3	1,3
Sepeda Motor (SM)	0,15	0,4

1. Jumlah Kendaraan, Pendekat Utara :

Sepeda Motor (SM)

$$B_{ki} = 1062 \text{ kend/jam}$$

$$L_{rs} = 726 \text{ kend/jam}$$

$$B_{ka} = 885 \text{ kend/jam}$$

Kend.Ringan (KR)

$$B_{ki} = 33 \text{ kend/jam}$$

$$L_{rs} = 211 \text{ kend/jam}$$

$$B_{ka} = 87 \text{ kend/jam}$$

Kend.Berat (KB)

$$B_{ki} = 0 \text{ kend/jam}$$

$$L_{rs} = 1 \text{ kend/jam}$$

$$B_{ka} = 31 \text{ kend/jam}$$

2. Tipe Pendekat, pada pendekat utara tipenya terlindung

Sepeda Motor (SM)

$$B_{ki} = 1062 \times 0,15 = 159 \text{ smp/jam}$$

$$L_{rs} = 726 \times 0,15 = 108,9 \text{ smp/jam}$$

$$B_{ka} = 885 \times 0,15 = 132,8 \text{ smp/jam}$$

Kend.Ringan (KR)

$$B_{ki} = 33 \times 1 = 33 \text{ smp/jam}$$

$$L_{rs} = 211 \times 1 = 211 \text{ smp/jam}$$

$$Bka = 87 \times 1 = 4 \text{ smp/jam}$$

Kend.Berat (KB)

$$Bki = 0 \times 1,3 = 0 \text{ smp/jam}$$

$$Lrs = 1 \times 1,3 = 1,3 \text{ smp/jam}$$

$$Bka = 31 \times 1,3 = 40,3 \text{ smp/jam}$$

3. Total Arus Kendaraan Bermotor

a. Total Arus Belok Kiri :

$$\text{Sepeda Motor Bki} = 1062 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend.Ringan Bki} = 33 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend Berat Bki} = 0 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Total Arus Belok Kiri} = 1062 + 33 + 0$$

$$= 1095 \text{ kend/jam}$$

b. Total Arus kendaraan Lurus :

$$\text{Sepeda Motor Lrs} = 726 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend.Ringan Lrs} = 211 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend.Berat Lrs} = 1 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Total Arus Lurus} = 938 \text{ kend/jam}$$

c. Total Arus Belok Kanan :

$$\text{Sepeda Motor Bka} = 885 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend.Ringan Bka} = 87 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Kend.Berat Bka} = 31 \text{ kend/jam}$$

$$\text{Total Arus Belok Kanan} = 1003 \text{ kend/jam}$$

d. Total Arus Kendaraan Bermotor (QKBM)

$$= 1095 + 938 + 1003$$

$$= 3036 \text{ kend/jam}$$

4. Rasio Belok Kiri Dan Belok Kanan

Total arus kendaraan bermotor belok kiri (terlindung)

$$\begin{aligned} &= 159 + 33 + 0 \\ &= 192,3 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Total arus kendaraan bermotor lurus (terlindung)

$$\begin{aligned} &= 108,9 + 211 + 1 \\ &= 321,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Total arus kendaraan bermotor belok kanan (terlindung)

$$\begin{aligned} &= 132,8 + 87 + 40,3 \\ &= 260,1 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Total = 192,3 + 321,2 + 260,1

$$= 744 \text{ smp/jam}$$

a. Rasio Belok Kiri (RBki)

$$\begin{aligned} &= 192,3/774 \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

b. Rasio Belok Kanan (RBka)

$$\begin{aligned} &= 260,1/774 \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

5. Arus kendaraan tak bermotor (QKTB)

Belok Kiri = 0 kend/jam

Lurus = 0 kend/jam

Belok Kanan = 2 kend

Total QKTB = 0 + 0 + 2

$$= 2 \text{ Kend/jam}$$

6. Rasio kendaraan tak bermotor (RKTB)

= Total QKTB / (total QKTB + total QKBM)

$$= 0 / (0 + 3036)$$

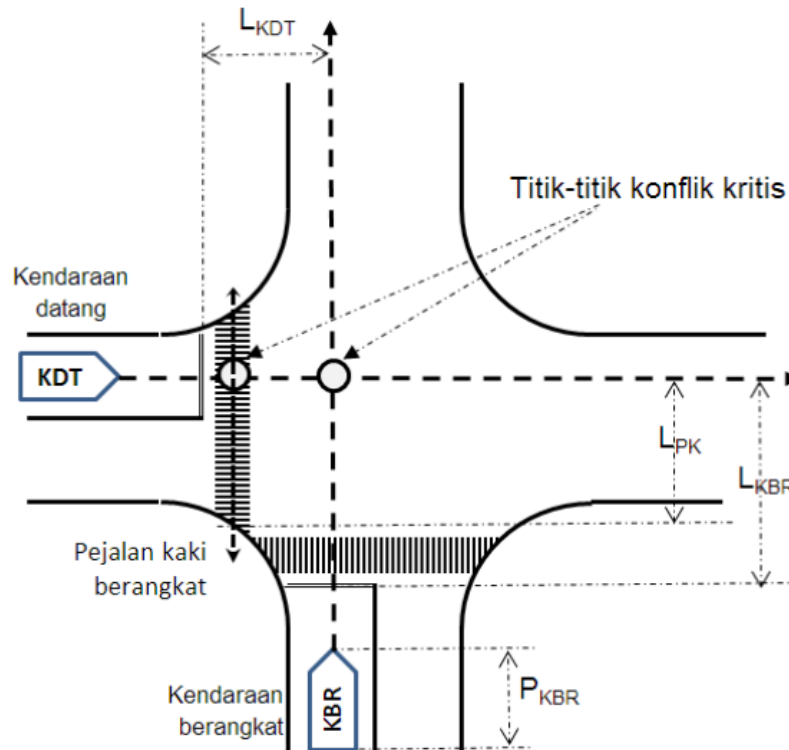
$$= 0 \text{ kend/jam}$$

SIMPANG APILL		Tanggal : Senin, 13 Mei 2024																	
ARUS LALU LINTAS		Kota : Malang																	
		Simpang : Mergan																	
		Ukuran Kota : < 1 jiwa penduduk																	
		Perihal :																	
		Periode : 07:00 - 08:00																	
Kode Pendekat	Arah	KENDARAAN BERMOTOR													KENDARAAN TAK BERMOTOR				
		QSM ekr Terlindung = 0,15 ekr Terlawan = 0,4			QKR ekr Terlindung = 1 ekr Terlawan = 1			QKB Menengah ekr Terlindung = 1,3 ekr Terlawan = 1,3			Total Arus Kendaraan Bermotor			Rbki	Rbka	QKTb Arus kendaraan tak bermotor Kend/jam	RKTb Rasio QKR terhadap (QKTb + QKMB)		
		kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	Rasio belok ke kiri	Rasio belok ke kanan				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
U	Bki/BKJT	1062	159		33	33		0	0,0		1095	192,3		0,25		0	0		
	LRS	726	108,9		211	211		1	1,3		938	321,2						0	
	Bka	885	132,8		87	87		31	40,3		1003	260,1						0,34	2
	Total	2673	401		331	331		32	42		3036	774							2
T	Bki/BKJT	79	11,9		8	8		1	1,3		88	21,2		0,05		0	0		
	LRS	692	103,8		78	78		15	19,5		785	201,3						3	
	Bka	491	73,7		94	94		28	36,4		613	204,1						0,48	0
	Total	1262	189		180	180		44	57		1486	427							3
S	Bki/BKJT	88	13,2		20	20		0	0,0		108	33,2		0,07		1	0		
	LRS	1921	288,2		154	154		0	0,0		2075	442,2						0	
	Bka	12	1,8		2	2		0	0,0		14	3,8						0,01	0
	Total	2021	303		176	176		0	0		2197	479							1
B	Bki/BKJT	3745	561,8		306	306		36	46,8		4087	915		1,00		1	0		
	LRS	0	0,0		0	0		0	0,0		0	0						0,00	1
	Bka	0	0,0		0	0		0	0,0		0	0							
	Total	3745	562		306	306		36	47		4087	915							2

Gambar 4.11 Formulir SIS II Tabel Arus Lalu lintas Senin, 13 Mei 2024 (Pagi)

Langkah C : Langkah untuk menentukan waktu antar hijau dan waktu hilang pada tabel formulir SIS – III adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jarak dari garis henti ke titik konflik masing – masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang. (L_{KBR} dan L_{KDT}).



Gambar 4. 12 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Sumber : PKJI 2023, hal 111

Simpang Utara :

- L_{KBR} : 16 m
- L_{KDT} : 9,6 m
- V_{KBR} : 10 m /jam
- V_{KDT} : 10 m/jam
- P_{KBR} : 5 m

Fase satu simpang Utara

$$W_{MS} = \left[\frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \right]$$

$$W_{MS} = \left[\frac{16 + 5}{10} - \frac{9,6}{10} \right]$$

$$= 1,14 \text{ det}$$

Fase simpang utara dibulatkan menjadi 2 detik

1. Fase 1 → Fase 2 = 2 detik
 Fase 2 → Fase 3 = 2 detik
 Fase 3 → Fase 1 = 4 detik
2. Waktu Ksemua fase = 6
3. Waktu Hijau hilang total (H_H) = \sum (Merah semua + waktu kuning)
 $= (8 + 6)$
 $= 14 \text{ detik}$

FORMULIS SIS III : PENENTUAN WAKTU ANTAR HIJAU DAN WAKTU HILANG							
SIMPANG APILL		Tanggal : Senin, 13 Mei 2024					
		Kota : Malang					
WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG		Simpang : Mergan					
		Ukuran Kota : < 1 juta jiwa					
		Perihal :					
		Periode : 07:00 - 08:00					
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG				M _{semua}	
Kode Pendekat	Kecepatan Berangkat V _{KB} , m/detik	Kode Pendekat	U	S	B		T
		Kecepatan datang, V _{KD} , m/detik	10	10	10	10	(detik)
U	10	Jarak berangkat, L _{KB} + L _{KB} , m				16	
		Jarak datang, L _{KD} , m				9,6	2
T	10	Jarak berangkat, L _{KB} + L _{KB} , m		13,5			
		Jarak datang, L _{KD} , m		6			2
S	10	Jarak berangkat, L _{KB} + L _{KB} , m	6				
		Jarak datang, L _{KD} , m	23,1				4
B	10	Jarak berangkat, L _{KB} + L _{KB} , m					
		Jarak datang, L _{KD} , m					
Catatan :							
$M_{semua} = \left\{ \frac{(L_{KB} + I_{KB})}{V_{KB}} - \frac{L_{KD}}{V_{KD}} \right\}_{max}$		Fase 1 → Fase 2				2	
		Fase 2 → Fase 3				2	
		Fase 3 → Fase 1				4	
		Ksemua fase (3 detik per fase)				6	
		$H_H = \sum (M_{semua} + K)_{semua \text{ Fase}} ; (\text{det/siklus})$				14	

Gambar 4.13 Formulir SIS III Tabel Penentuan waktu antara hijau dan waktu hilang
 Senin, 13 Mei 2024 (Pagi)

Langkah D : Langkah untuk menentukan waktu sinyal, kapasitas dan derajat kejenuhan pada tabel form SIS-IV

1. Tipe pendekat, karena terlindung jadi tipe pendekatnya adalah P
2. Arus jenuh dasar (Jo) Skr/jam

Lebar efektif pada simpang Mergan pendekat utara adalah 7,3 m

$$\begin{aligned} J_o &= 600 \times 7,3 \\ &= 4380 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

3. Faktor – faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Ukuran Kota FC_{UK})
Penduduk Kota Malang pada tahun 2023 adalah 847.182 jiwa, sehingga faktor penyesuaian ukuran kota sebesar 0,94

Tabel 4. 9 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FCUK)

Ukuran kota (Juta jiwa)	Kelas kota/kategori kota		Faktor koreksi ukuran kota, (FC_{UK})
<0,1	Sangat Kecil	Kota kecil	0,86
0,1–0,5	Kecil	Kota kecil	0,90
0,5–1,0	Sedang	Kota menengah	0,94
1,0–3,0	Besar	Kota besar	1,00
>3,0	Sangat Besar	Kota metropolitan	1,04

sumber : PKJI 2023, hal 134

4. Faktor penyesuaian tipe pendekat (Hambatan samping F_{KHS})

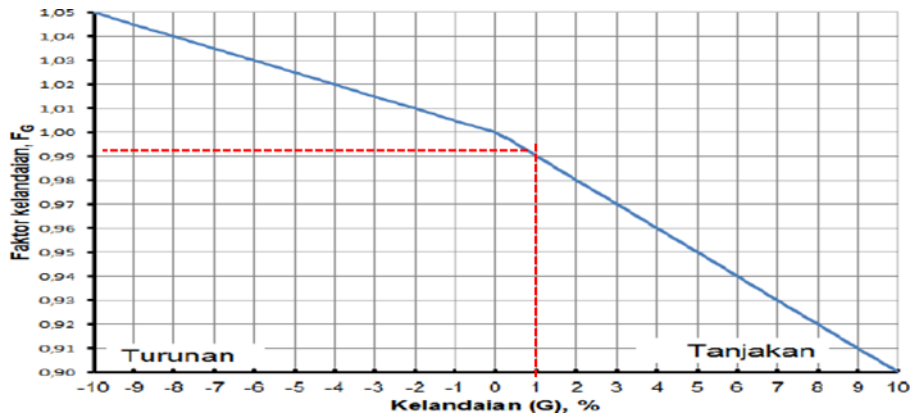
Tabel 4. 10 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{KHS})

Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

sumber : PKJI 2023, hal 134

Digunakan nilai (F_{KHS}) terlindung 0,95

5. Faktor Penyesuaian semua tipe pendekat (Kelandaian F_G)



Gambar 4. 14 Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)

Digunakan $F_G = 1,00$ karena daerah lokasi studi termasuk datar.

6. Faktor penyesuaian semua tipe pendekat parkir (F_P)

Keterangan :

L_P = Jarak antar garis henti dan kendaraan parkir pertama = 1 m

L = Lebar pendekat = 7,3 m

H = Waktu hijau pada pendekat = 23 det

$$F_P = (1/3 - (7,3 - 2) \times (1/3 - 23) / 7,3) / 30 \\ = 1,0$$

Digunakan nilai $F_P = 1,0$

7. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKA})

Contoh perhitungan simpang mergan pendekat utara

Rasio belok kanan (R_{BKA}) = 0,34

$$F_{BKA} = 1 + (R_{BKA}) \times 0,26 \\ = 1 + (0,34 \times 0,26) \\ = 1,09$$

Faktor Penyesuaian belok kiri (F_{BKI})

Contoh perhitungan simpang Mergan pendekat utara:

Rasio belok kiri (R_{BKI}) = 0,25

$$F_{BKI} = 1 - (R_{BKI} \times 0,16) \\ = 1 - (0,25 \times 0,16) \\ = 0,96$$

8. Arus jenuh (J)

$$J = J_o \times F_{KHS} \times F_{CUK} \times F_G \times F_P \times F_{BKI} \times F_{BKA} \\ = 4380 \times 0,95 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 1,09 \times 0,96 \\ = 4084,04 \text{ skr/jam}$$

9. Rasio arus (F_R), pada simpang Mergan pendekat utara.

Arus lalu lintas (Q) pendekat Utara = 774 smp/jam

$$F_R = Q/S \\ = 774 / 4084,04 \\ = 0,19$$

R_{AS} = Jumlah FR pada semua pendekat

$$= 0,19 + 0,22 + 0,43$$

$$= 0,84$$

10. Rasio fase (R_F)

$$R_F = FR / R_{AS}$$

$$R_F = 0,19 / 0,84$$

$$= 0,23$$

11. Waktu hijau (H) pada simpang Mergan pendekat Utara adalah 23 det

12. Kapasitas (C) skr/jam

Contoh pada simpang Mergan pendekat utara :

Waktu siklus disesuaikan = 100 det

$$C = J \frac{WH}{S}$$

$$= 4084,04 \frac{23}{100}$$

$$= 939,33$$

13. Derajat Kejenuhan (D_J)

$$D_J = \frac{Q}{J}$$

$$= \frac{774}{939,33}$$

$$= 0,82$$

SIMPANG PILL						Hari/Tan : Senin, 13 Mei 2024				Perihal :															
PENENTUAN WAKTU ISYARAT DAN KAPASITAS						Kota : Malang				Periode : 07.00 - 08.00															
Distribusi Arus Lalu Lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4							
Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Arus Belok			Arus Belok Kanan qBKa		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh kend/jam hijau										Nilai D disesuaikan kend/jam hijau	Arus Lalu Lintas (skr/jam)	Rasio Arus Rq/s	Rasio fase Rr	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (skr/jam)	Derajat Kejenuhan
			RBKjT	RBKi	RBKa	Dari arah ditinjau skr/jam	Dari arah berlawanan skr/jam		Faktor-faktor Penyesuaian					Hanya Tipe P											
								Le	Arus Jenuh Dasar So skr/jam		Semua Tipe Pendekat				Hanya Tipe P										
								m	So	Ukuran Kota	Hambatan Sampung	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	S	Q	Q/S	PR	H	C	Q/C			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
U	1	P		0,25	0,34	260,05	3,80	7,3	4380	0,94	0,95	1	1	1,09	0,96	4084,04	774	0,19	0,23	23	939,33	0,82			
T	3	P		0,05	0,48			3,25	1950	0,94	0,95	1	1	1,12	0,99	1942,42	427	0,22	0,26	27	524,455	0,81			
S	2	P		0,07	0,01	3,80	260,05	2,10	1260	0,94	0,95	1	1	1,00	0,99	1115,00	479	0,43	0,51	36	401,4	1,19			
B		P		1,00	0,00			6,5	3900	0,94	0,95	1	1	1,00	0,84	2925,47	915	0,31	0,37	0	0	0,00			
Waktu Hilang Total, HH Total (detik)		14	Waktu Siklus Pra Penyesuaian - Cbs (detik)							161	Waktu Siklus D disesuaikan - c (detik)							100	RQ/S = 0,84						

Gambar 4.15 Formulir SIS IV Tabel penentuan waktu sinyal dan waktu kapasitas
Senin, 13 Mei 2024 (Pagi)

Langkah E : Langkah untuk menentukan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan pada tabel formulir SIS – V.

1. Panjang Antrian.

$$\begin{aligned}
 N_{q1} &= 0,25 \times s \times \left\{ (D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right\} \\
 &= 0,25 \times 100 \times \left\{ (0,82 - 1) + \sqrt{(0,82 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,82 - 0,5)}{939,33}} \right\} \\
 &= 0,19 \text{ smp} \\
 N_{q2} &= s \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{q}{3600}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 100 \times \frac{(1-0,23)}{(1-0,23 \times 0,82)} \times \frac{774}{3600} \\
&= 20,41 \text{ smp} \\
N_q &= N_{q1} + N_{q2} \\
&= 0,19 + 20,41 \\
&= 20,60 \text{ smp} \\
P_A &= N_q \times \frac{20}{L} \\
&= 20,60 \times \frac{20}{7,3} \\
&= 56,45 \text{ m}
\end{aligned}$$

2. Rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dan Jumlah kendaraan terhenti

Berikut adalah contoh perhitungan rasio kendaraan terhenti pada pendekatan utara simpang Mergan pada hari senin 13 Mei 2024 dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
R_{KH} &= 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \\
&= 0,9 \times \frac{56,45}{774 \times 100} \times 3600 \\
&= 0,86
\end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kendaraan terhenti untuk pendekatan utara senin 13 mei 2024 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
N_{KH} &= q \times R_{KH} \\
&= 774 \times 0,86 \\
&= 668 \text{ smp}
\end{aligned}$$

3. Tundaan (T)

a. Tundaan Lalu lintas rata-rata

Untuk mencari nilai tundaan lalu lintas rata-rata menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H^2)}{(1 - R_{KH} \times D_j)} + \frac{N_q \times 3600}{C}$$

$$= 100 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,23^2)}{(1 - 0,86 \times 0,82)} + \frac{0,19 \times 3600}{939,33}$$

$$= 37,30 \text{ det/smp}$$

b. Tundaan geometrik rata-rata

Berikut adalah contoh Perhitungan tundaan geometrik rata-rata pada pendekat utara simpang Mergan pada hari senin 13 Mei 2024 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

$$= (1 - 0,86) \times 260,05 \times 6 + (0,86 \times 4)$$

$$= 3,73 \text{ det/smp}$$

$$T = T_{LL} + T_G$$

$$= 37,30 + 3,73$$

$$= 41,03 \text{ det/smp}$$

$$T_{TOT} = T \times Q$$

$$= 41,03 \times 774$$

$$= 31740,53 \text{ emp/det}$$

Tundaan Rata-rata

$$= T_{TOT} / Q_T$$

$$= 31740,53 / 468,20$$

$$= 68,18 \text{ det/smp}$$

Formulir SIG V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN					Kota : Malang		Simpang : Mergan		Perihal :		Periode : 07:00 - 08:00				
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas Q skr/jam	Kapasitas C skr/jam	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Jumlah Kendaraan Antri (kend)				Panjang Antrian (m)	Rasio Kendaraan Terhenti	Jumlah Kendaraan Terhenti (det/kend)	Tundaan			
	Q	C	DJ = Q/C	RH	NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2 = NQ	NQMAX	PA	RKH	NKH (skr)	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata det/skr	Tundaan Geometrik Rata-rata det/skr	Tundaan Rata-rata det/skr	Tundaan Total ekr.det
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
U	774	939,33	0,82	0,23	0,19	20,41	20,60	20,41	56,45	0,86	668	37,30	3,73	41,03	31740,53
T	427	524,45	0,81	0,27	0,31	11,08	11,39	11,08	35,05	0,87	369	36,27	3,85	40,11	17108,61
S	479	401,40	1,19	0,36	10,51	14,94	25	10,51	121,16	1,72	824	130,15	6,85	137,00	65641,58
B	915	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
LTOR (semua)		skr/jam													
Arus Kor. QKOR															
Arus Total QTOT	1679,20	skr/jam									Jumlah Total Kend. Terhenti	1860,994	total tundaan		114490,712
											Kendaraan Terhenti Rata-rata (henti/skr)	1,11	Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang (det/skr)		68,182

Gambar 4. 16 Formulir SIS V Tabel Panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan Senin, 13 Mei 2024 (Pagi)

4.4 Kinerja Simpang Eksisting

Pada tabel dibawah adalah data tundaan rata-rata pada tiap pendekat selama 3 hari pengamatan. Setelah di ketahui tundaan rata-rata tersebut maka akan diketahui tingkat pelayanannya. Untuk hari Senin pagi, siang, dan sore tingkat pelayanannya masih E dan F sehingga belum memenuhi syarat yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Perhubungan No.96 Tahun 2015 yaitu tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D. Pada hari Rabu pagi, siang, dan sore tingkat pelayanan masih ada yang belum memenuhi syarat yakni tingkat pelayanannya masih E dan F. Sedangkan pada hari Sabtu pagi, siang dan sore tingkat pelayanannya juga masih belum memenuhi syarat yaitu dengan Tingkat pelayanan yang masih E.

Tabel 4. 11 Tingkat Pelayanan Simpang Mergan Senin, 13 Mei 2024

Hasil Pengolahan Data Kondisi Eksisting Senin, 13 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	939,33	0,82	56,45	23	68,18	F
	Timur	427	524,45	0,81	35,05	27		
	Selatan	479	401,40	1,19	121,16	36		
	Barat	915	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	990,81	0,96	73,31	23	48,71	E
	Timur	545	527,07	1,03	57,34	27		
	Selatan	330	407,21	0,81	41,20	36		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	996,05	1,05	89,91	23	59,89	E
	Timur	572	521,47	1,10	137,58	27		
	Selatan	302	409,54	0,74	71,72	36		
	Barat	654	0	0	0	0		

Sumber: Pengolahan data Tingkat pelayanan

Tabel 4. 12 Tingkat Pelayanan Simpang Mergan Pendekat Utara Rabu, 15 Mei 2024

Hasil Pengolahan Data Kondisi Eksisting Rabu, 15 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	600	1001,11	0,60	40,85	23	68,02	F
	Timur	346	479,99	0,72	54,71	27		
	Selatan	477	405,94	1,18	231,81	36		
	Barat	993	0	0	0	0		
SIANG	Utara	1001	988,29	1,01	81,85	23	44,99	E
	Timur	340	484,81	0,7	53,21	27		
	Selatan	353	406,65	0,87	93	36		
	Barat	712	0	0	0	0		
SORE	Utara	1061	994,58	1,07	93,43	23	49,73	E
	Timur	367	483,9	0,76	59,02	27		
	Selatan	328	406,99	0,81	81,72	36		
	Barat	703	0	0	0	0		

Sumber: Pengolahan data Tingkat pelayanan

Tabel 4. 13 Tingkat Pelayanan Simpang Mergan Pendekat Utara Sabtu, 04 Mei 2024

Hasil Pengolahan Data Kondisi Eksisting Sabtu, 04 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	803	994,14	0,81	58,19	23	42,791	E
	Timur	415	519,11	0,80	33,86	27		
	Selatan	392	406,23	0,96	58,79	36		
	Barat	803	0	0	0	0		
SIANG	Utara	682	1001,72	0,68	47,50	23	40,16	E
	Timur	509	541,61	0,94	45,68	27		
	Selatan	269	407,06	0,66	30,41	36		
	Barat	574	0	0	0	0		
SORE	Utara	979	989,99	0,99	77,86	23	55,03	E
	Timur	561	515,71	1,09	66,16	27		
	Selatan	342	408,15	0,84	43,73	36		
	Barat	610	0	0	0	0		

Sumber: Pengolahan data Tingkat Pelayanan

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan hasil analisis Tingkat pelayanan simpang Mergan masih memiliki Tingkat pelayanan yang Sangat Buruk pada hari Senin 13 Mei 2024 Pada jam puncak Pagi dengan tundaan rata-rata sebesar 68,18 det/smp dengan Tingkat pelayanan F. Dikarenakan Tingkat pelayanan yang belum memenuhi syarat, maka akan dilakukan perencanaan Alternatif dengan diterapkannya Perubahan siklus pada simpang dan diterapkannya jalan satu arah .

4.5 Alternatif Perbaikan Simpang

Kinerja simpang bersinyal masih melebihi syarat yang telah ditentukan. Jadi diperlukan perencanaan perbaikan kinerja simpang untuk tujuan meningkatkan pelayanan simpang.

Ada 3 pilihan Solusi Alternatif perbaikan simpang yang akan direncanakan yaitu sebagai berikut:

1. Perubahan Waktu Fase
2. Penerapan Sistem satu arah pada pendekat selatan (Masuk)
3. Penerapan Sistem satu arah pada pendekat selatan (Keluar)

Dari ketiga pilihan Alternatif perbaikan simpang diatas akan dipilih Alternatif terbaik dengan mempertimbangkan kondisi eksisting.

4.5.1 Perubahan Waktu Fase

Untuk perencanaan alternatif I akan dilakukan Optimasi waktu sinyal. Untuk perubahan, digunakan volume arus lalu lintas tertinggi pada hari Senin, 13 Mei 2024 pada saat Jam Puncak. Untuk penentuan waktu sinyal pada setiap fase dan total Panjang siklus sebagaimana diuraikan dalam diagram siklus dan tabel dibawah ini.

$$S = \frac{1,5 \times W_{HH} + 5}{1 - \sum R_Q / S_{kritis}}$$

$$S = \frac{1,5 \times 14 + 5}{1 - 0,84}$$

$$= 161 \text{ det}$$

161 det merupakan waktu siklus pra penyesuaian (Cbs)

Contoh perhitungan waktu hijau (H)

$$W_{Hi} = (Cbs - W_{HH}) \times R_F$$

$$= (161 - 14) \times 0,23$$

$$= 33 \text{ det}$$

$$c = \sum W_{Hi} + W_{HH}$$

$$= (33 + 39 + 75) + 14$$

$$= 161 \text{ det}$$

Tabel 4. 14 Konfigurasi Lampu sinyal

No	Jalan	Fase	H	All Red	K	M	C
1	Jl. Raya Langsep (Utara)	Fase 1	33	2	2	124	161
2	Jl. IR. Rais	Fase 2	39	2	2	118	161
3	Jl. Mergan lori	Fase 3	75	4	2	80	161

Sumber: Hasil Pengolahan data

Tabel 4.15 Kinerja simpang Mergan setelah dilakukan perubahan fase

Hasil Pengolahan Data Kondisi Eksisting Senin, 13 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	842,21	0,92	95,31	33	66,43	F
	Timur	427	464,36	0,92	61,78	39		
	Selatan	479	521,68	0,92	101,62	75		
	Barat	915	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1056,00	0,90	92,47	33	53,09	E
	Timur	545	607,88	0,90	60,57	39		
	Selatan	330	367,32	0,90	59,89	75		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1156,33	0,90	108,54	33	55,95	E
	Timur	572	632,89	0,90	67,76	39		
	Selatan	302	334,03	0,90	60,49	75		
	Barat	654	0	0	0	0		

Sumber: Hasil Analisa Alternatif I Simpang Mergan

Dari Hasil perhitungan diatas didapatkan tundaan rata-rata pada simpang Mergan sebesar 66,43 det/smp. Dimana berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.96 Tahun 2015 masuk dalam Tingkat pelayanan F.

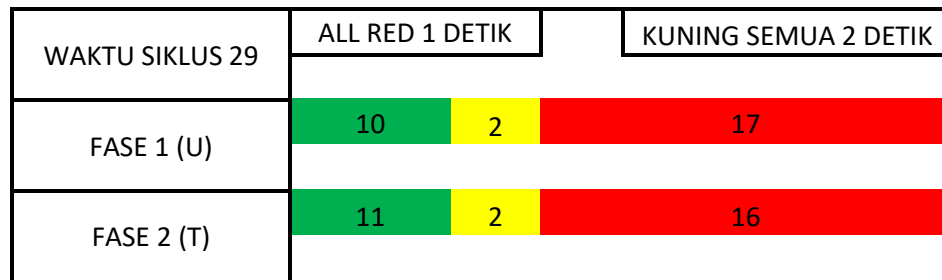
4.5.2 Penerapan Sistem Satu arah pada pendekat Selatan (Masuk)

Pada hasil perhitungan Alternatif I didapatkan nilai tundaan rata-rata pada simpang Mergan sebesar 66,43 det/smp, nilai tundaan tersebut masih melebihi standart pelayanan simpang, oleh karena itu maka dicoba menggunakan Alternatif II dengan merencanakan Penerapan Jalan satu arah pada pendekat Selatan, dimana hanya bisa kendaraan masuk pada pendekat Selatan, lalu seluruh kendaraan dialihkan melalui simpang kasin.

Data volume lalu lintas menggunakan data eksisting dengan cara mengubah volume Lalu lintas pada pendekat Selatan ditambahkan ke pendekat Timur, berikut adalah hasil dari perhitungan Penerapan sistem satu arah pada Pendekat Selatan (Masuk).

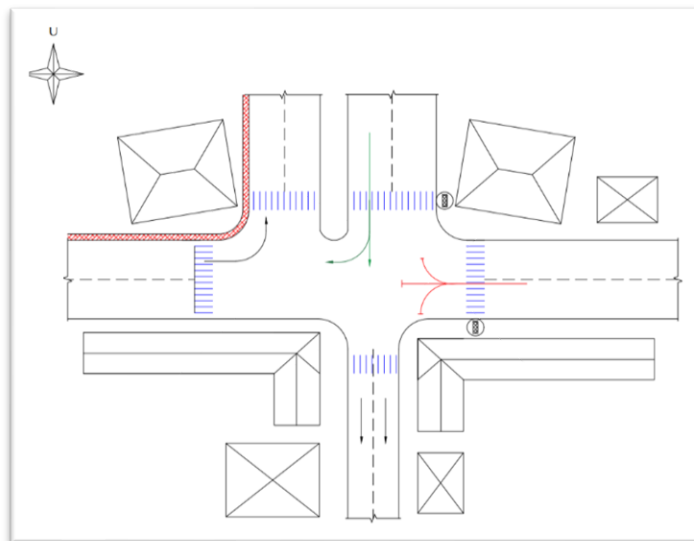
Tabel 4.16 Konfigurasi Waktu sinyal Alternatif II

Sinyal	Tipe Pendekat	Waktu Siklus	Waktu		
			Merah	Hijau	Kuning
Fase 1	terlindung	29	17	10	2
Fase 2	terlindung		16	11	2

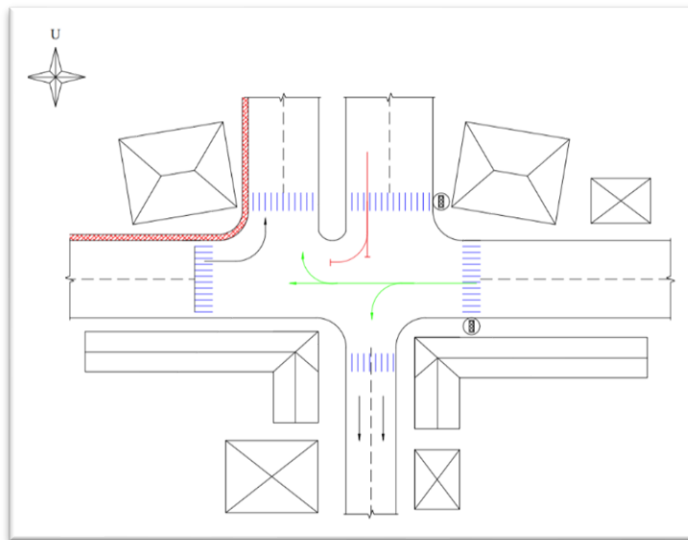


Sumber : Perhitungan Siklus Untuk Lampu Isyarat Lalu lintas

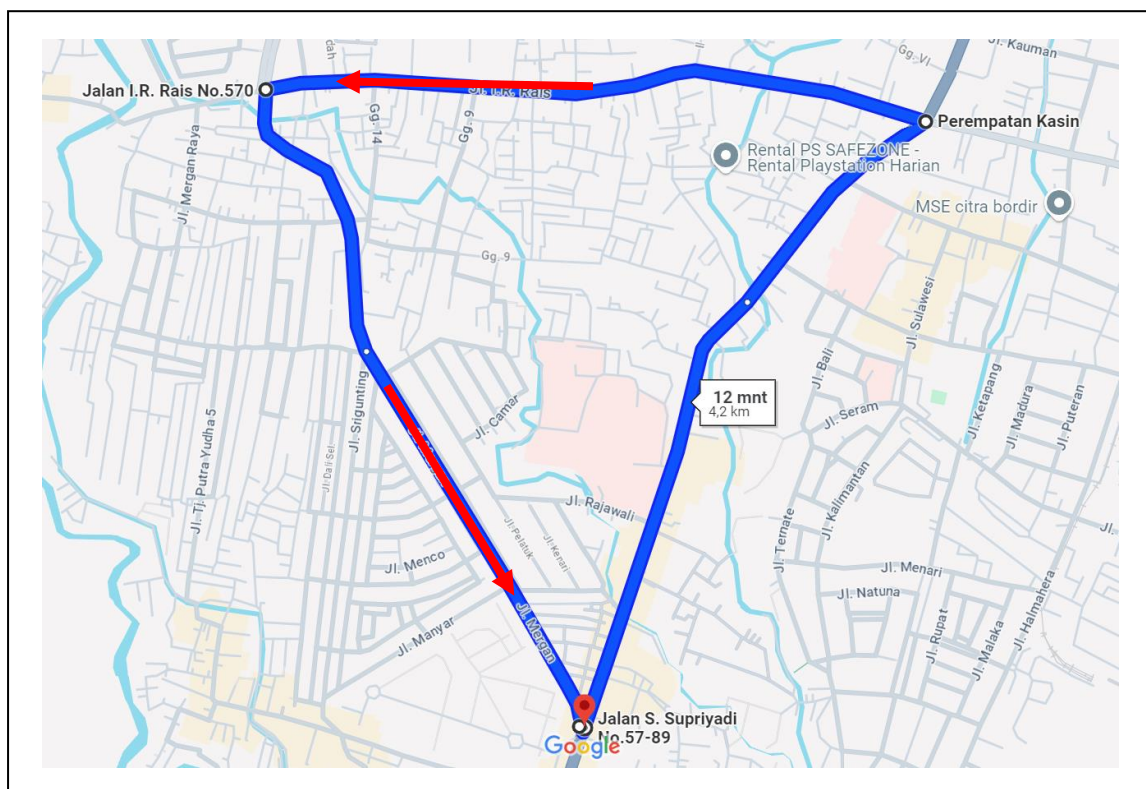
Gambar 4.17 Diagram Waktu Sinyal Lalu lintas



Gambar 4.18 Fase 1 Alternatif II



Gambar 4. 19 Fase 2 Alternatif II



Gambar 4. 20 Penerapan Sistem satu arah pendekat Selatan (Masuk)

Tabel 4.17 Hasil Pengolahan data Alternatif II Perencanaan Sistem satu arah Pendekat Selatan (Masuk). Senin, 13 Mei 2024

Hasil Pengolahan Data Perencanaan Satu Arah Senin, 13 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	1366,50	0,57	13,90	10	11,16	B
	Timur	902	1593,14	0,57	17,40	11		
	Barat	915	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1587,30	0,60	17,63	11	11,5	B
	Timur	870	1456,80	0,60	18,37	11		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1691,00	0,62	20,10	13	11,74	B
	Timur	863	1395,35	0,62	19,36	11		
	Barat	654	0	0	0	0		

Sumber: Hasil Analisa Alternatif II Simpang Mergan

Dari Hasil perhitungan diatas didapatkan tundaan rata-rata terbesar pada simpang Mergan sebesar 11,74 det/smp. Dimana berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.96 Tahun 2015 masuk dalam Tingkat pelayanan B.

4.5.3 Penerapan Sistem satu arah pada pendekat Selatan (Keluar)

Pada hasil perhitungan Alternatif II didapatkan nilai tundaan rata-rata terbesar pada simpang Mergan sebesar 11,74 det/smp, nilai tundaan tersebut sudah memenuhi standart pelayanan simpang, namun untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat penulis mencoba menggunakan alternatif III dengan merencanakan penerapan satu arah pada pendekat Selatan (Keluar).

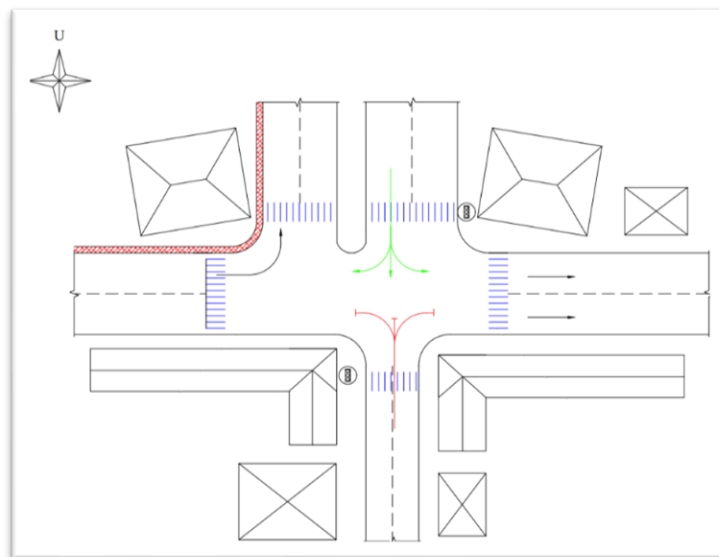
Tabel 4. 18 Konfigurasi Waktu sinyal Alternatif III

Sinyal	Tipe Pendekat	Waktu Siklus	Waktu		
			Merah	Hijau	Kuning
Fase 1	terlindung	46	32	12	2
fase 2	terlindung		20	24	2

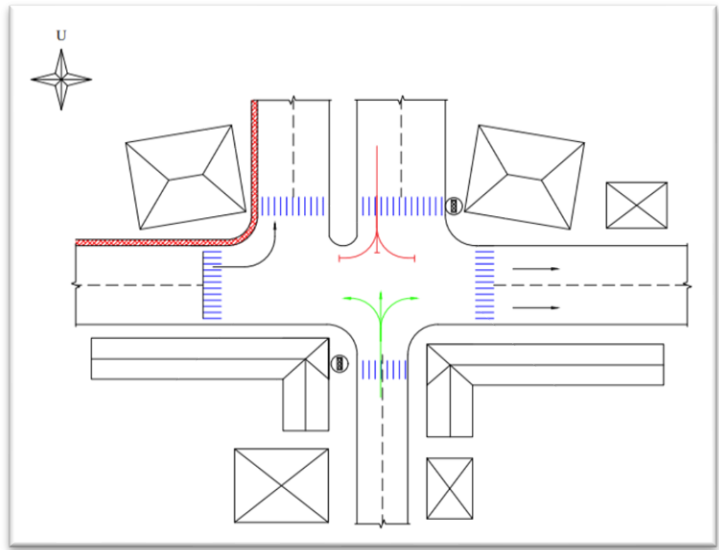
Sumber : Perhitungan Siklus Untuk Lampu Isyarat Lalu lintas

WAKTU SIKLUS 46	ALL RED 1 DETIK		KUNING SEMUA 2 DETIK	
	FASE 1 (U)	12	2	32
FASE 2 (S)	24	2	20	

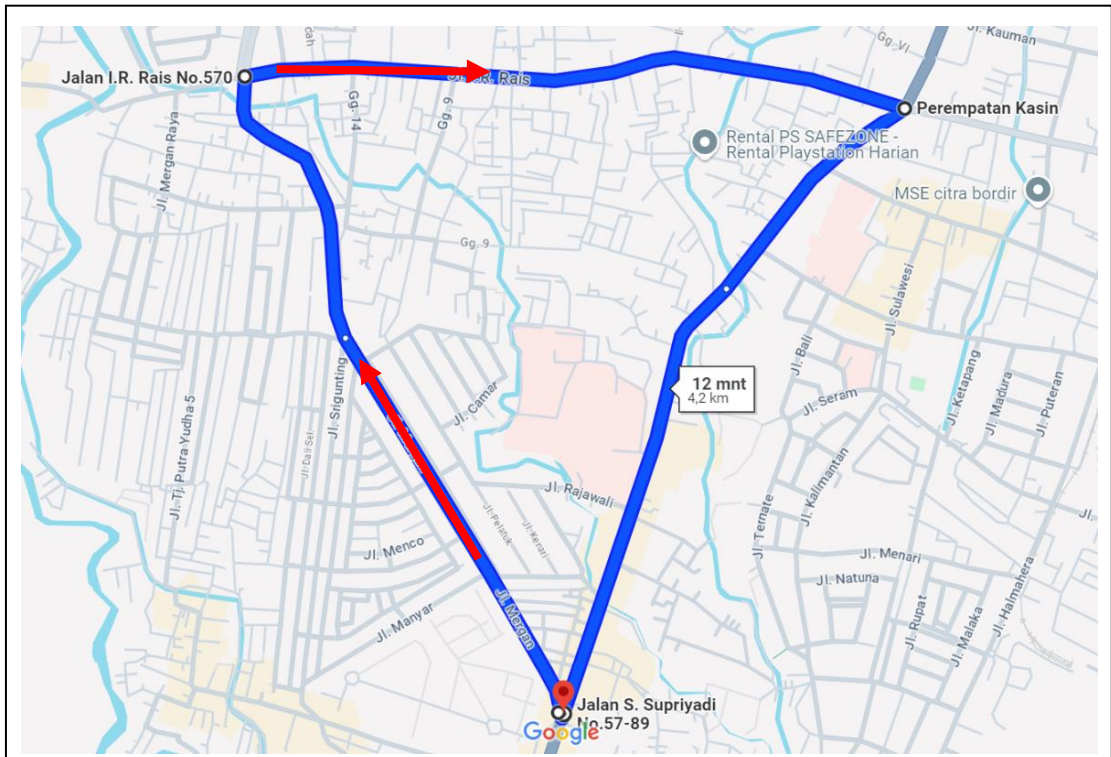
Gambar 4. 21 Diagram Waktu sinyal lalu lintas



Gambar 4.22 Fase 1 Alternatif III



Gambar 4.23 Fase 2 Alternatif III



Gambar 4. 24 Penerapan Sistem satu arah pendekatan Selatan (Keluar)

Tabel 4.19 Hasil Pengolahan data Alternatif III Perencanaan Sistem satu arah Pendekat Selatan (Keluar). Senin, 13 Mei 2024

Hasil Pengolahan Data Perencanaan Satu Arah Senin, 13 Mei 2024								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	1070,70	0,72	24,67	12	15,08	C
	Selatan	1176	1117,07	0,72	37,76	24		
	Barat	1218	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1277,64	0,74	31,59	15	16,18	C
	Selatan	843	1041,34	0,74	39,77	24		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1375,64	0,76	36,93	17	17,05	C
	Selatan	844	1009,56	0,76	42,87	25		
	Barat	794	0	0	0	0		

Sumber: Hasil Analisa Alternatif III Simpang Mergan

Dari Hasil perhitungan diatas didapatkan tundaan rata-rata terbesar pada simpang Mergan sebesar 17,05 det/smp. Dimana berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.96 Tahun 2015 masuk dalam Tingkat pelayanan C.

4.5.4 Proyeksi Pertumbuhan Kendaraan

Proyeksi Pertumbuhan Kendaraan dengan laju pertumbuhan kendaraan di kota Malang selama 5 tahun. Data yang digunakan untuk menghitung prediksi pertumbuhan kendaraan setiap tahun adalah data jumlah kendaraan Kota Malang yang didapat dari Badan Pusat Statistik Kota Malang. Berikut merupakan data volume lalu lintas dari hasil analisis volume lalu lintas:

Tabel 4. 20 Jumlah Kendaraan di Kota Malang Berdasarkan Jenis Kendaraan

Jumlah Kendaraan di Kota Malang (Unit)			
Jenis Kendaraan	Tahun		
	2021	2022	2023
Sepeda Motor	283581	348960	270327
Kendaraan Ringan	78127	89559	78136
Kendaraan Berat	5570	16267	13033

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Malang 2021-2023

Langkah setelah diperoleh data jumlah kendaraan maka dilanjutkan dengan menghitung laju pertumbuhan kendaraan rata-rata setiap tahun guna untuk mencari factor pertumbuhan kendaraan untuk periode 5 tahun yang akan datang. Berikut contoh perhitungan laju pertumbuhan kendaraan tahun 2021-2023.

Jenis Kendaraan : Kendaraan Ringan

Jumlah Kendaraan Tahun 2021 = 78127 kend/tahun

Jumlah Kendaraan Tahun 2022 = 89599 kend/tahun

Jumlah Kendaraan Tahun 2023 = 78136 kend/tahun

Perhitungan laju lalu-lintas pada tahun 2021-2022

$$i = \frac{LHR\ 2022 - LHR\ 2021}{LHR\ 2022} \times 100\%$$

$$= \frac{89599 - 78127}{89599} \times 100\%$$

$$= 12,803\%$$

Perhitungan laju lalu-lintas pada tahun 2022-2023

$$i = \frac{LHR\ 2023 - LHR\ 2022}{LHR\ 2023} \times 100\%$$

$$= \frac{78136 - 89599}{78136} \times 100\%$$

$$= 14,670\%$$

Laju pertumbuhan kendaraan rata-rata setiap tahunnya

$$i\ \text{Kendaraan Ringan} = (12,803 - 14,670)/2$$

$$= -0,933\%$$

Tabel 4. 21 Laju Pertumbuhan dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan

Laju Pertumbuhan dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan					
No	Jenis Kendaraan	Tahun 2021 - 2022	Tahun 2022 - 2023	Laju Pertumbuhan(i) %	Rata-rata
1.	Sepeda Motor	18,735%	29,088%	-5,3%	-0,005
2.	Kend.Ringan	12,803%	14,670%	-0,9%	-0,0009
3.	Kend.Berat	65,758%	24,813%	20,4%	0,2

Sumber: Pengolahan Data

Setelah mendapatkan faktor pertumbuhan kendaraan untuk 5 tahun yang akan datang maka Langkah selanjutnya yaitu menghitung proyeksi volume lalu lintas dari hasil analisis alternatif simpang yang direkomendasikan. Berikut adalah rumus perhitungan jumlah kendaraan bermotor berdasarkan presentase kendaraan.

$$Q_n = Q_0 \times (1 + i)^n$$

Keterangan:

Q_n = Jumlah Kendaraan pada tahun “n”

Q_0 = Jumlah Kendaraan Awal

i = Presentase Pertambahan Kendaraan

n = Jangka Waktu

- Sepeda Motor (SM) = 726 kend/jam
 $= 726 \times (1 + (-5,3\%))^5$
 $= 744 \text{ smp/jam}$

- Kendaraan Ringan (KR) = 211 kend/jam
 $= 211 \times (1 + (-5,3\%))^5$
 $= 211 \text{ smp/jam}$

- Kendaraan Berat (KB) = 1 kend/jam
 $= 1 \times 1,3$
 $= 1,3 \text{ smp/jam}$

Tabel 4. 22 Proyeksi Pertumbuhan Kendaraan

Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
Utara	801	1379,97	0,58	14,81	10	11,34	B
Timur	934	1607,97	0,58	18,54	12		
Barat	945	0	0	0	0		

4.5.5 Analisa Untuk Alternatif yang Direkomendasikan

Setelah mengetahui kinerja simpang tersebut, Langkah selanjutnya adalah merencanakan alternatif Penerapan Sistem Satu arah dan perubahan waktu siklus seperti yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya. Dari perhitungan-perhitungan tersebut maka digunakan alternatif II sebagai berikut:

Melakukan Penerapan Sistem Satu Arah Pada pendekat Selatan (Masuk) serta Melakukan penyesuaian Waktu Siklus. Perencanaan awal simpang bersinyal ini menggunakan 2 Fase dengan Penerapan Sistem Satu Arah Lalu lintas Masuk Melalui Pendekat Selatan. Dari hasil perhitungan diperoleh Panjang Antrian maksimum sebesar 20,1 m, derajat kejenuhan 0,62 Dan tundaan rata-rata maksimum 11,74 det/smp, dengan Tingkat pelayanan B sehingga alternatif ini layak digunakan.

4.5.6 Perbandingan Hasil Analisa Alternatif

Setelah dilakukannya analisis data menggunakan Metode PKJI 2023, maka dilakukan Perbandingan dengan Tujuan untuk mengetahui hasil yang Paling Mendekati dari ketiga alternatif diatas, Dimana dilakukan perbandingan yang diambil dari nilai Jam puncak pada hari senin, 13 Mei 2024 hasil Analisa tersebut diringkas dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. 23 Perbandingan Alternatif I, Alternatif II, dan Alternatif III

ALTERNATIF I								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	842,21	0,92	95,31	33	66,43	F
	Timur	427	464,36	0,92	61,78	39		
	Selatan	479	521,68	0,92	101,62	75		
	Barat	915	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1056,00	0,90	92,47	33	53,09	E
	Timur	545	607,88	0,90	60,57	39		
	Selatan	330	367,32	0,90	59,89	75		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1156,33	0,90	108,54	33	55,95	E
	Timur	572	632,89	0,90	67,76	39		
	Selatan	302	334,03	0,90	60,49	75		
	Barat	654	0	0	0	0		
ALTERNATIF II								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	1366,50	0,57	13,90	10	11,16	B
	Timur	902	1593,14	0,57	17,40	11		
	Barat	915	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1587,30	0,60	17,63	11	11,5	B
	Timur	870	1456,80	0,60	18,37	11		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1691,00	0,62	20,10	13	11,74	B
	Timur	863	1395,35	0,62	19,36	11		
	Barat	654	0	0	0	0		
ALTERNATIF III								
Keterangan	Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	HI	Tundaan Rata-rata	Tingkat Pelayanan
PAGI	Utara	774	1070,70	0,72	24,67	12	15,08	C
	Selatan	1176	1117,07	0,72	37,76	24		
	Barat	1218	0	0	0	0		
SIANG	Utara	948	1277,64	0,74	31,59	15	16,18	C
	Selatan	843	1041,34	0,74	39,77	24		
	Barat	635	0	0	0	0		
SORE	Utara	1046	1375,64	0,76	36,93	17	17,05	C
	Selatan	844	1009,56	0,76	42,87	25		
	Barat	794	0	0	0	0		

Sumber: Pengolahan Data