

PENGARUH ASPEK SINYAL LALU LINTAS MERAH-KUNING TERHADAP TUNDAAN AWAL (STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN TEUKU CIK DITIRO-JALAN MOHAMAD YAMIN, JAKARTA PUSAT)

Pradhana W. Nariendra ST. MT.
Staf Pengajar Manajemen Transportasi
Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia
E-mail : pradhana.w.n@gmail.com

Abstrak

Penggunaan sinyal lalu lintas merupakan salah satu cara dalam mengatasi konflik yang terjadi di persimpangan akibat bertemunya arus lalu lintas dari beberapa arah. Dalam peranannya masih terdapat kendala yang menyebabkan lampu lalu lintas tidak bekerja secara optimal. Terlambatnya pengguna jalan menjalankan kendaraannya ketika lampu hijau menyebabkan kehilangan waktu.

Menanggapi masalah di atas, maka perlu dilakukan suatu usaha untuk mengatasinya, yaitu dengan menambahkan sinyal merah-kuning dengan harapan dapat mengurangi besar tundaan awal.

Perhitungan tundaan awal dalam penelitian ini menggunakan metode setelah tiga kendaraan pertama melewati garis henti, dan metode setelah lima detik pertama lampu hijau. Besar tundaan awal rata-rata dan besar tundaan awal yang mewakili ditentukan melalui uji statistik.

Dari hasil uji statistik diperoleh besar tundaan awal rata-rata dengan metode 3 kendaraan adalah 1,8 detik dengan sinyal merah-kuning dan 2,8 detik tanpa sinyal merah-kuning, sedangkan dengan metode 5 detik adalah 1,3 detik dengan sinyal merah-kuning dan 2,2 detik tanpa sinyal merah-kuning. Untuk besar tundaan awal yang mewakili dengan metode 3 kendaraan adalah 2,3 detik dengan sinyal merah-kuning, dan 3,6 detik tanpa sinyal merah-kuning, sedangkan dengan metode 5 detik adalah 1,6 detik dengan sinyal merah-kuning dan 3,1 detik tanpa sinyal merah-kuning.

Dari uji kesamaan dua rata-rata diperoleh bahwa penambahan sinyal merah-kuning akan menghasilkan perbedaan tundaan awal yang berarti, yang artinya bahwa penambahan sinyal merah-kuning berpengaruh terhadap tundaan awal.

Kata Kunci : *sinyal merah-kuning, persimpangan, tundaan awal, teuku cik ditiro, moh yamin,*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan perekonomian dan aktivitas manusia, secepat itu pulalah fenomena perkembangan pergerakan manusia dan barang mengakselerasi semua aspek dalam kehidupan di awal pergantian abad ini. Pertambahan penduduk serta kegiatan-kegiatannya menuntut adanya fasilitas untuk mengadakan interaksi. Hal ini tercermin dari semakin meningkatnya jumlah pemakai jalan dan perkembangan alat transportasi serta bertambahnya jumlah jaringan jalan. Namun demikian sebagai konsekuensi logis dari tidak terpenuhinya tuntutan akan hal di atas sering menimbulkan berbagai masalah transportasi. Secara fisik hal ini sering terlihat sebagai kemacetan lalu lintas pada ruas jalan tertentu.

Persimpangan adalah suatu daerah dimana arus lalu lintas dari berbagai arah bertemu. Persimpangan menempati proporsi utama dalam hal hambatan pergerakan lalu lintas. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Konflik tersebut dapat dikurangi dengan cara pengaturan lalu lintas yang baik. Salah satu bentuk pengaturan persimpangan adalah dengan adanya fasilitas lampu pengatur lalu lintas. Tetapi dalam peranannya masih terdapat kendala yang mengakibatkan lampu lalu lintas tidak dapat digunakan secara optimal. Terlambatnya pengguna jalan menjalankan kendaraannya ketika lampu hijau dapat mengakibatkan kehilangan waktu. Oleh karena itu di

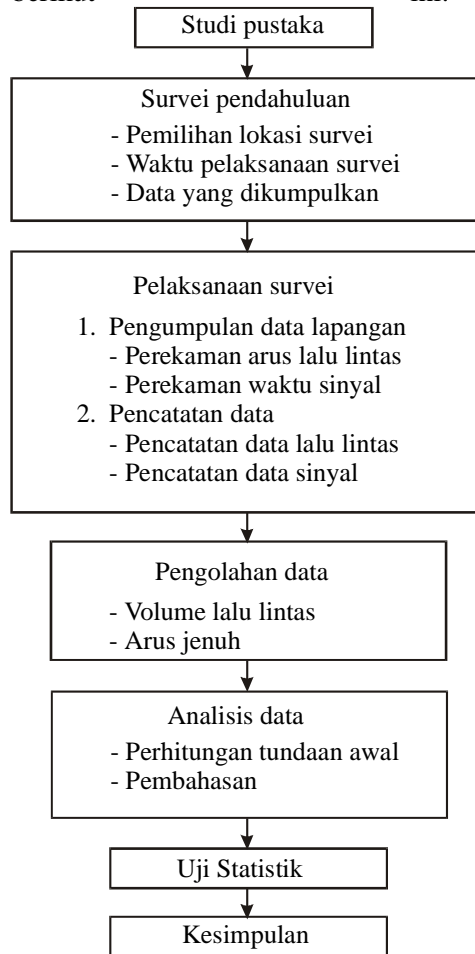
dalam penulisan tugas akhir ini dibahas salah satu metode lain untuk mengurangi keterlambatan tersebut, yaitu diadakannya penambahan sinyal merah-kuning.

Penelitian ini dilakukan dengan menghitung tundaan awal berdasarkan perhitungan arus jenuh yang diperoleh di lapangan dengan metode 3 kendaraan (setelah tiga baris kendaraan terdepan melewati garis henti pada saat hijau) dan 5 detik (setelah lima detik pertama lampu hijau). Lokasi pengamatan adalah persimpangan Jl. Moh. Yamin-Jl. Teuku Cik Ditiro Jakarta dan hanya pada pendekatan jalan Moh. Yamin.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Prosedur Penelitian

Bagan alir penelitian waktu kehilangan awal dilakukan sesuai dengan program kerja yang diperlihatkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

2.2 Pemilihan Lokasi Survei

Lokasi yang dipilih adalah persimpangan Jl. Mohamad Yamin-Jl. Teuku Cik Ditiro dengan pendekatan Jl. Mohamad Yamin, Jakarta Pusat. Ada beberapa hal dipilihnya lokasi persimpangan tersebut yaitu:

- Pendekat tidak berkelandaian.
- Arus lalu lintas masing-masing jalan satu arah
- Geometrik dan perkerasan dalam kondisi baik.
- Hambatan samping kecil.

2.3 Pengumpulan Data

Survei dilakukan pada kondisi arus lalu lintas padat sehingga dapat ditentukan besarnya arus jenuh. Survei pada persimpangan dilakukan dalam dua hari, yaitu hari Selasa tanggal 21 Mei 2013 pukul 07.00-09.00 untuk pendekatan dengan menggunakan sinyal merah-kuning dan hari Rabu tanggal 22 Mei 2013 pukul 07.00-09.00 untuk pendekatan tanpa sinyal merah-kuning.

Data-data yang dikumpulkan dalam survei ini adalah :

1. Waktu sinyal dalam satu siklus.
2. Volume lalu lintas yang melewati garis henti pada saat mulai hijau sampai habis jenuh.
3. Geometrik persimpangan, lebar lajur jalan, lebar pendekat.

2.4 Pelaksanaan Survei

2.4.1 Perekaman Data Arus Lalu Lintas

Peninjauan lokasi persimpangan dilakukan sebelum memulai perekaman data yang menggunakan kamera genggam (handy cam). Salah satu yang harus diperhatikan yaitu mencari titik pengambilan obyek sampai mendapatkan obyek yang dibutuhkan yaitu kendaraan yang melewati garis henti dan lampu lalu lintas. Setelah mendapatkan titik yang tepat untuk kamera, maka ditentukan waktu perencanaan pengumpulan data. Sedangkan survei pada persimpangan tanpa sinyal merah-kuning dilakukan dengan cara mematikan sinyal merah-kuning yang ada.

2.4.2 Pencatatan Data Lalu Lintas

Pencatatan data lalu lintas melalui hasil rekaman dilakukan untuk tiga kondisi, dimana :

1. Kondisi A
Mencatat volume dan jenis kendaraan yang melewati garis henti terhitung saat mulai sinyal hijau sampai habis jenuh.
2. Kondisi B
Mencatat volume dan jenis kendaraan yang melewati garis henti pada saat mulai sinyal hijau terhitung setelah tiga baris kendaraan terdepan melewati garis henti sampai habis jenuh.
3. Kondisi C
Mencatat volume dan jenis kendaraan yang melewati garis henti pada saat sinyal hijau terhitung setelah lima detik pertama lampu hijau sampai habis jenuh.

2.4.3 Pencatatan Waktu Sinyal

Pengukuran waktu sinyal hijau melalui hasil rekaman dilakukan untuk tiga kondisi sebagai berikut :

1. Kondisi A
Pengukuran waktu sinyal hijau terhitung saat mulai lampu hijau sampai habis jenuh
2. Kondisi B
Pengukuran waktu sinyal hijau terhitung setelah tiga baris kendaraan terdepan melewati garis henti sampai habis jenuh.
3. Kondisi C
Pengukuran waktu sinyal hijau terhitung setelah lima detik pertama sinyal hijau sampai habis jenuh.

2.4 Pengolahan Data

Volume lalu lintas dan arus jenuh dinyatakan dalam satuan mobil penumpang. Ekuivalen mobil penumpang yang digunakan mengikuti MKJI 1997. Penyeragaman satuan kendaraan dalam satuan mobil penumpang diperlukan karena adanya perbedaan pergerakan setiap jenis kendaraan akibat dari tidak samanya ukuran dan kemampuan bergerak dari masing-masing kendaraan.

2.5 Metode Analisis

Dari sejumlah besar Tundaan Awal untuk setiap siklus dari hasil pengamatan dilakukan pemilihan data yang menyatakan kondisi arus lalu lintas dalam keadaan jenuh, yaitu melihat Tundaan Awal yang

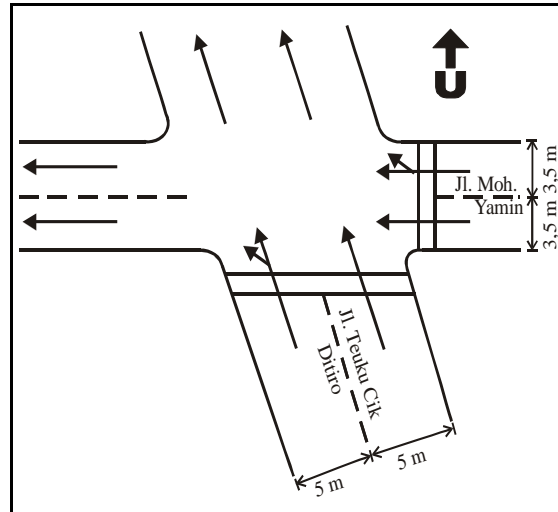
bernilai negatif. Untuk siklus yang menghasilkan nilai negatif, datanya tidak dapat dipergunakan pada analisis selanjutnya.

Untuk pengujian statistik data dilakukan perhitungan-perhitungan nilai rata-rata, standar deviasi, selang kepercayaan dan pengujian kesamaan dua rata-rata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Geometrik

Pengukuran geometrik di persimpangan Jl. Teuku Cik Ditiro-Jl. Moh. Yamin, Jakarta, dilakukan untuk mengetahui lebar pendekatan tersebut. Adapun ukuran geometrik Jl. Teuku Cik Ditiro-Jl. Moh. Yamin, Jakarta, ditunjukkan pada gambar berikut ini



Gambar 2 Data Geometrik di Lokasi Pengamatan

3.2 Arus Jenuh dan Tundaan Awal

Data lalu lintas hasil pengamatan dikonversikan terhadap satuan mobil penumpang (smp) sesuai dengan klasifikasi kendaraan serta ekuivalen mobil penumpang (emp).

Perhitungan besar arus jenuh pada kondisi B (S_B) diperoleh dengan membagi jumlah kendaraan setelah baris ketiga kendaraan yang melewati garis henti sampai habis jenuh (tot_B) dengan waktu yang ditempuh pada kondisi tersebut (t_B). Sedangkan pada kondisi C besarnya arus jenuh (S_C) diperoleh dengan membagi jumlah kendaraan setelah lima detik pertama kendaraan yang melewati garis henti sampai habis jenuh (tot_C) dengan waktu yang ditempuh pada kondisi tersebut (t_C). Besaran arus jenuh dari kedua kondisi tersebut dibuat dalam satuan smp/jh dan smp/detik yang diperlukan untuk menghitung tundaan awal.

Tundaan awal pada kondisi B (SD_B) diperoleh dari selisih waktu yang ditempuh pada kondisi A (t_A) dengan hasil bagi antara jumlah kendaraan pada kondisi A (tot_A) dengan arus jenuh pada kondisi B (S_B). Sedangkan tundaan awal pada kondisi C (SD_C) diperoleh dari selisih antara waktu yang ditempuh pada kondisi A (t_A) dengan hasil bagi antara jumlah kendaraan pada kondisi A (tot_A) dengan arus jenuh pada kondisi C (S_C).

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan arus jenuh dan tundaan awal dari uraian diatas yang dilakukan untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning pada siklus ke-14.

Untuk hasil selengkapnya diperlihatkan dalam **Tabel 1** untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning dan **Tabel 2** untuk persimpangan tanpa sinyal merah-kuning.

Tabel 1 Arus Jenuh Dan Tundaan Awal Dengan Sinyal Merah-Kuning

No Siklus	A								B								C							
	Golongan Kendaraan			Total smp _A	t _A (det)	Volume		Golongan Kendaraan			Total smp _B	t _B (det)	S _B		SD _B (det)	Golongan Kendaraan			Total smp _C	t _C (det)	S _C		SD _C (det)	
	KR	KB	SM			smp/jam	smp/det	KR	KB	SM			smp/jam	smp/det		KR	KB	SM			smp/jam	smp/det		
1	23	2	25	31	35	3147	0.9	18	2	7	22	27	2933	0.8	19	2	16	25	30	2976	0.8	1.1		
2	24	2	17	30	38	2842	0.8	20	2	3	23	26	3212	0.9	4.4	22	2	11	27	33	2924	0.8	1.1	
3	27	2	18	33	43	2780	0.8	25	0	3	26	32	2880	0.8	1.5	26	1	14	30	38	2852	0.8	1.1	
4	14	1	14	18	22	2962	0.8	8	1	0	9	12	2790	0.8	11	1	7	14	17	2901	0.8	1.1		
5	19	1	19	24	28	3099	0.9	15	0	4	16	19	2994	0.8	18	0	13	21	23	3224	0.9	1.1		
6	29	1	16	34	37	3259	0.9	26	0	0	26	26	3600	1.0	3.5	28	0	7	29	32	3308	0.9	0.5	
7	33	2	19	39	51	2781	0.8	30	1	7	33	42	2803	0.8	0.4	32	2	14	37	46	2927	0.8	2.5	
8	34	1	16	39	44	3150	0.9	28	1	4	30	34	3187	0.9	0.5	32	1	14	36	39	3332	0.9	2.4	
9	24	1	25	30	36	3030	0.8	21	0	7	22	26	3102	0.9	0.8	21	1	17	26	31	2985	0.8	1.1	
10	24	1	22	30	36	2970	0.8	21	0	8	23	26	3129	0.9	1.8	23	1	17	28	31	3217	0.9	2.8	
11	25	1	14	29	36	2910	0.8	21	1	7	24	29	2942	0.8	0.4	22	1	12	26	31	2985	0.8	0.9	
12	23	2	16	29	33	3142	0.9	17	2	0	20	24	2940	0.8	20	2	6	24	28	3060	0.9	1.1		
13	29	1	20	34	40	3087	0.9	24	1	4	26	31	3031	0.8	27	1	11	31	35	3137	0.9	0.6		
14	27	2	17	33	37	3211	0.9	22	1	5	24	26	3365	0.9	1.7	25	2	12	30	32	3375	0.9	1.8	
15	37	5	30	50	57	3126	0.9	32	5	5	40	46	3091	0.9	35	5	23	46	52	3192	0.9	1.2		

keterangan

A : Pengamatan kendaraan terhitung saat lampu hijau sampai habis jenuh

B : Pengamatan kendaraan terhitung setelah tiga baris kendaraan terdepan melewati garis henti sampai habis jenuh

C : Pengamatan kendaraan terhitung setelah lima detik pertama lampu hijau sampai

t_A : Waktu pada kondisi A (detik)

t_B : Waktu pada kondisi B (detik)

t_C : Waktu pada kondisi C (detik)

Total smp_A = (2*1)+(3*1,3)+(4*0,2)

Total smp_B = (9*1)+(10*1,3)+(11*0,2)

Total smp_C = (17*1)+(18*1,3)+(19*0,2)

Volume = 5/(6/3600)&5/6(smp/jam&smp/detik)

S_B : Arus Jenuh pada kondisi B (smp/jam lampu hijau) = (12/13)*3600

S_C : Arus Jenuh pada kondisi C (smp/jam lampu hijau) = (20/21)*3600

SD_B : Starting Delay pada kondisi B (detik) = 6-(5/15)

SD_C : Starting Delay pada kondisi C (detik) = 6-(5/23)

KR : Kend Ringan

KB : Kend Berat

SM : Sepeda Motor

Tabel 2 Arus Jenuh Dan Tundaan Awal Tanpa Sinyal Merah-Kuning

No Siklus	A								B								C							
	Golongan Kendaraan			Total smp _A	t _A (det)	Volume		Golongan Kendaraan			Total smp _B	t _B (det)	S _B		SD _B (det)	Golongan Kendaraan			Total smp _C	t _C (det)	S _C		SD _C (det)	
	KR	KB	SM			smp/jam	smp/det	KR	KB	SM			smp/jam	smp/det		KR	KB	SM			smp/jam	smp/det		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	29	5	24	40	47	3087	0.9	23	5	7	31	35	3178	0.9	1.4	28	5	16	38	42	3231	0.9	2.1	
2	18	1	15	22	30	2676	0.7	14	1	0	15	18	3060	0.9	3.8	17	1	15	21	25	3067	0.9	3.8	
3	30	1	38	39	47	2980	0.8	25	1	16	30	35	3034	0.8	0.8	28	1	24	34	42	2923	0.8	1.1	
4	29	2	19	35	41	3108	0.9	23	2	10	28	30	3312	0.9	2.5	27	2	17	33	36	3300	0.9	2.4	
5	23	1	15	27	39	2520	0.7	18	1	0	19	22	3158	0.9	7.9	23	1	10	26	34	2785	0.8	3.7	
6	29	4	21	38	47	2941	0.8	24	4	7	31	39	2825	0.8	26	4	15	34	42	2931	0.8	1.9		
7	27	4	17	36	44	2913	0.8	24	3	3	29	33	3109	0.9	2.8	26	4	9	33	39	3046	0.8	1.9	
8	18	2	21	25	29	3079	0.9	14	1	3	16	17	3367	0.9	2.5	17	2	13	22	24	3330	0.9	2.2	
9	20	2	11	25	33	2705	0.8	16	1	4	18	22	2962	0.8	2.9	17	2	10	22	28	2777	0.8	0.9	
10	33	1	21	39	48	2888	0.8	28	0	6	29	37	2841	0.8	32	1	14	36	43	3022	0.8	2.1		
11	24	4	24	34	43	2847	0.8	21	2	10	26	31	2973	0.8	1.8	23	4	15	31	38	2956	0.8	1.6	
12	12	1	22	18	25	2549	0.7	9	0	4	10	12	2940	0.8	3.3	11	1	15	15	20	2754	0.8	1.9	
13	27	3	30	37	40	3321	0.9	22	2	19	28	31	3298	0.9	24	3	26	33	35	3405	0.9	1.0		
14	24	1	25	30	32	3409	0.9	19	1	3	21	21	3583	1.0	1.6	22	1	17	27	27	3560	1.0	1.4	
15	23	0	12	25	35	2613	0.7	18	0	1	18	24	2730	0.8	1.5	22	0	7	23	30	2808	0.8	2.4	

keterangan

A : Pengamatan kendaraan terhitung saat lampu hijau sampai habis jenuh

B : Pengamatan kendaraan terhitung setelah tiga baris kendaraan terdepan melewati garis henti sampai habis jenuh

C : Pengamatan kendaraan terhitung setelah lima detik pertama lampu hijau sampai

t_A : Waktu pada kondisi A (detik)

t_B : Waktu pada kondisi B (detik)

t_C : Waktu pada kondisi C (detik)

Total smp_A = (2*1)+(3*1,3)+(4*0,2)

Total smp_B = (9*1)+(10*1,3)+(11*0,2)

Total smp_C = (17*1)+(18*1,3)+(19*0,2)

Volume = 5/(6/3600)&5/6(smp/jam&smp/detik)

S_B : Arus Jenuh pada kondisi B (smp/jam lampu hijau) = (12/13)*3600

S_C : Arus Jenuh pada kondisi C (smp/jam lampu hijau) = (20/21)*3600

SD_B : Starting Delay pada kondisi B (detik) = 6-(5/15)

SD_C : Starting Delay pada kondisi C (detik) = 6-(5/23)

KR : Kend Ringan

KB : Kend Berat

SM : Sepeda Motor

3.3 Tundaan Awal

Untuk analisis tundaan awal, diperlukan data yang menunjukkan arus lalu lintas dalam keadaan jenuh, artinya adanya pengabaian data terhadap arus lalu lintas yang menunjukkan arus dalam keadaan tidak jenuh. Dari perhitungan besar tundaan awal, dalam kondisi B dan kondisi C terdapat besar tundaan awal yang bernilai negatif. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi B dan kondisi C memiliki tingkat kejenuhan yang lebih kecil dibandingkan dengan volume pada kondisi A. Kondisi tersebut memiliki total kendaraan yang lebih kecil dibanding total kendaraan pada kondisi A sehingga dapat dinyatakan bahwa kondisi tersebut belum mencapai kondisi dalam keadaan jenuh. Untuk siklus yang menghasilkan nilai

negatif datanya tidak dapat dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya, yaitu perhitungan tundaan awal rata-rata.

Setelah ditentukan tundaan awal rata-rata, dilakukan uji statistik untuk menentukan besar tundaan awal yang mewakili. Perhitungan tundaan awal rata-rata dan uji statistik ditunjukkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4 untuk tundaan awal dengan dan tanpa sinyal merah-kuning pada kondisi B sedangkan Tabel 5 dan Tabel 6 untuk tundaan awal dengan dan tanpa sinyal merah-kuning pada kondisi C.

Tabel 3 Tundaan Awal Dengan Sinyal Merah-kuning kondisi B

No	No Siklus	SD _B (detik)	SD _B - \overline{SD}_B (detik)	$(SD_B - \overline{SD}_B)^2$ (detik) ²
1	2	4,4*	2,6	6,8
2	3	1,5	-0,3	0,1
3	6	3,5*	1,7	2,9
4	7	0,4*	-1,4	2,0
5	8	0,5*	-1,3	1,7
6	9	0,8*	-1,0	1,0
7	10	1,8	0,0	0,0
8	11	0,4*	-1,4	2,0
9	14	1,7	-0,1	0,0
10	17	2,8*	1,0	1,0
11	20	2,5*	0,7	0,5
12	21	2,0	0,2	0,0
13	23	0,6*	-1,2	1,4
14	25	2,1	0,3	0,1
15	26	2,7*	0,9	0,8
16	27	0,9*	-0,9	0,8
17	30	1,5	-0,3	0,1
18	31	2,1	0,3	0,1
19	32	0,6*	-1,2	1,4
20	33	0,9*	-0,9	0,8
21	34	1,0*	-0,8	0,6
22	35	1,0*	-0,8	0,6
23	37	3,9*	2,1	4,4
24	40	2,3*	0,5	0,3
25	42	1,8	0,0	0,0
		14,5		0,4

* Data diabaikan

Rata-rata (\overline{SD}) = 1,8 detik
Stand Dev (S) = 0,2 detik

Tabel 4 Tundaan Awal Tanpa Sinyal Merah-kuning kondisi B

No	No Siklus	SD _B (detik)	SD _B - \overline{SD}_B (detik)	$(SD_B - \overline{SD}_B)^2$ (detik) ²
1	1	1,4*	-1,4	2,1
2	2	3,8*	1,0	0,9
3	3	0,8*	-2,0	4,1
4	4	2,5	-0,3	0,1
5	5	7,9*	5,1	25,7
6	7	2,8	-0,1	0,0
7	8	2,5	-0,3	0,1
8	9	2,9	0,0	0,0
9	11	1,8*	-1,0	1,1
10	12	3,3	0,5	0,2
11	14	1,6*	-1,2	1,5
12	15	1,5*	-1,3	1,8
13	16	6,0*	3,2	10,0
14	17	2,7	-0,1	0,0
15	18	4,6*	1,8	3,1
16	19	4,4*	1,6	2,5
17	21	4,5*	1,7	2,8
18	22	5,9*	3,1	9,4
19	23	6,6*	3,8	14,2
20	24	2,5	-0,3	0,1
21	25	0,4*	-2,4	5,9
22	26	2,5	-0,3	0,1
23	27	2,0*	-0,8	0,7
24	28	2,8	-0,0	0,0
25	29	1,7*	-1,1	1,3
26	30	0,9*	-1,9	3,7
27	31	3,7*	0,9	0,8
28	32	1,2*	-1,6	2,7
29	33	3,3	0,5	0,2
30	34	0,8*	-2,0	4,1
31	35	2,5	-0,3	0,1
32	36	6,6*	3,8	14,2
33	37	4,1*	1,3	1,6
34	38	1,1*	-1,7	3,0
35	39	3,6	0,8	0,6
36	40	2,8	-0,0	0,0
37	41	1,2*	-1,6	2,7
38	41	4,7*	1,9	3,5
		36,8		1,6

* Data diabaikan

Rata-rata (\overline{SD}) = 2,8 detik
Stand Dev (S) = 0,4 detik

Tabel 5 Tundaan Awal Dengan Sinyal Merah-kuning kondisi C

No	No Siklus	SD _B (detik)	SD _B - \overline{SD}_B (detik)	$(SD_B - \overline{SD}_B)^2$ (detik) ²
1	2.0	1.1	-0.2	0.0
2	3.0	1.1	-0.2	0.0
3	5.0	1.1	-0.2	0.0
4	6.0	0.5*	-0.7	0.5
5	7.0	2.5*	1.3	1.6
6	8.0	2.4*	1.1	1.3
7	10.0	2.8*	1.5	2.2
8	11.0	0.9*	-0.4	0.1
9	13.0	0.7	-0.6	0.4
10	14.0	1.8*	0.5	0.3
11	15.0	1.2	-0.1	0.0
12	17.0	1.2	-0.1	0.0
13	20.0	0.8*	-0.4	0.2
14	21.0	0.4*	-0.8	0.7
15	23.0	1.7*	0.4	0.2
16	25.0	1.5	0.3	0.1
17	26.0	0.2*	-1.1	1.1
18	27.0	1.7*	0.5	0.2
19	30.0	1.3	0.1	0.0
20	31.0	0.2*	-1.1	1.1
21	33.0	2.4*	1.1	1.2
22	34.0	1.5	0.2	0.0
23	35.0	1.5	0.2	0.0
24	37.0	1.0	-0.2	0.0
25	40.0	1.5	0.2	0.0
26	42.0	0.1*	-1.1	1.3
		13.9		0.4

* Data diabaikan

Rata-rata (\overline{SD}) = 1.3 detik
Stand Dev (S) = 0.2 detik

Tabel 6 Tundaan Awal Tanpa Sinyal Merah-kuning kondisi C

No	No Siklus	SD _B (detik)	SD _B - \overline{SD}_B (detik)	$(SD_B - \overline{SD}_B)^2$ (detik) ²
1	1	2.1	-0.1	0.0
2	2	3.8*	1.6	2.7
3	4	2.4	0.2	0.0
4	5	3.7*	1.5	2.3
5	7	1.9*	-0.3	0.1
6	8	2.2	0.0	0.0
7	9	0.9*	-1.3	1.8
8	10	2.1	-0.1	0.0
9	11	1.6*	-0.6	0.4
10	12	1.9*	-0.3	0.1
11	13	1.0*	-1.2	1.5
12	14	1.4*	-0.8	0.7
13	15	2.4	0.2	0.1
14	16	5.0*	2.8	7.9
15	17	2.9*	0.7	0.5
16	18	2.4	0.2	0.0
17	19	1.5*	-0.7	0.4
18	20	2.3	0.1	0.0
19	21	2.5	0.3	0.1
20	22	2.1	-0.1	0.0
21	23	2.2	0.0	0.0
22	24	0.7	-1.5	2.3
23	25	1.9*	-0.3	0.1
24	26	1.6*	-0.6	0.4
25	27	1.3*	-0.9	0.9
26	28.0	3.0*	0.8	0.7
27	29	1.7*	-0.5	0.3
28	30	2.9*	0.7	0.5
29	31	1.2*	-1.0	0.9
30	32	2.5	0.3	0.1
31	33	2.2	0.0	0.0
32	34	1.8*	-0.4	0.2
33	35	2.4	0.2	0.1
34	36	3.7*	1.5	2.2
35	37	2.7*	0.6	0.3
36	38	1.7*	-0.4	0.2
37	39	2.5	0.3	0.1
38	40	3.7*	1.5	2.3
39	41	3.1*	0.9	0.9
40	42	2.1	-0.1	0.0
		35.1		2.9

* Data diabaikan

Rata-rata (\overline{SD}) = 2.2 detik
Stand Dev (S) = 0.4 detik

Dari data tundaan awal pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6, terdapat data yang tidak layak sehingga data tersebut harus diabaikan. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk pengabaian data pada kondisi B dengan sinyal merah-kuning :
Data sebelum diabaikan :

- Tundaan awal rata-rata (\overline{SD}) = 1,8 detik
- Standar Deviasi (S_x) = 1,1 detik
- Banyak data (N) = 25

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka nilai distribusi normal baku $Z_{0,475} = 1,96$, maka nilai kesalahan :

$$E = Z_{0,475} \frac{S_x}{\sqrt{N}} = 1,96 \frac{1,1}{\sqrt{25}} = 0,43$$

- *Interval Estimate* :

$$\overline{SD} - E < SD < \overline{SD} + E$$

$$1,8 - 0,43 < SD < 1,8 + 0,43$$

$$1,37 < SD < 2,23$$

Data diabaikan jika : tundaan awal (SD) < 1,37 atau
tundaan awal (SD) > 2,23

Dibawah ini merupakan uraian perhitungan untuk menentukan besar tundaan awal yang mewakili :

1. Dengan Sinyal Merah-kuning

- *Kondisi B*

Banyak data ($SD_{B1}, SD_{B2}, SD_{B3}, \dots, SD_{BN}$) : N = 8

Jumlah data ($SD_{B1} + SD_{B2} + SD_{B3} + \dots + SD_{BN}$) : $\sum_{i=1}^N SD_{Bi} = 14,5$ detik

$$\text{Rata-rata : } \overline{SD}_B = \frac{\sum_{i=1}^N SD_{Bi}}{N} = \frac{14,5}{8} = 1,8 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi : } S_x &= \sqrt{\frac{\sum (SD_{Bi} - \overline{SD}_B)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,4}{7}} = 0,2 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tundaan Awal : $RSD_B = \overline{SD}_B + (Z_{0,475} \times S_x) = 1,8 + (1,96 \times 0,2) = 2,3$ detik

- *Kondisi C*

Banyak data ($SD_{C1}, SD_{C2}, SD_{C3}, \dots, SD_{CN}$) : N = 11

Jumlah data ($SD_{C1} + SD_{C2} + SD_{C3} + \dots + SD_{CN}$) : $\sum_{i=1}^N SD_{Ci} = 13,9$ detik

$$\text{Rata-rata : } \overline{SD}_C = \frac{\sum_{i=1}^N SD_{Ci}}{N} = \frac{13,9}{11} = 1,3 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi : } S_x &= \sqrt{\frac{\sum (SD_{Ci} - \overline{SD}_C)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,4}{11}} = 0,2 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tundaan Awal : $RSD_C = \overline{SD}_C + (Z_{0,475} \times S_x) = 1,3 + (1,96 \times 0,2) = 1,6$ detik

2. Tanpa Sinyal Merah-kuning

- *kondisi B*

Banyak data ($SD_{B1}, SD_{B2}, SD_{B3}, \dots, SD_{BN}$) : $N = 13$

Jumlah data ($SD_{B1} + SD_{B2} + SD_{B3} + \dots + SD_{BN}$) : $\sum_{i=1}^N SD_{Bi} = 36,8$ detik

$$\text{Rata-rata : } \overline{SD_B} = \frac{\sum_{i=1}^N SD_{Bi}}{N} = \frac{36,8}{13} = 2,8 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi : } S_x &= \sqrt{\frac{\sum (SD_{Bi} - \overline{SD_B})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{1,6}{12}} = 0,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tundaan Awal : $RSD_B = \overline{SD_B} + (Z_{0,475} \times S_x) = 2,8 + (1,96 \times 0,4) = 3,6$ detik

- *kondisi C*

Banyak data ($SD_{C1}, SD_{C2}, SD_{C3}, \dots, SD_{CN}$) : $N = 16$

Jumlah data ($SD_{C1} + SD_{C2} + SD_{C3} + \dots + SD_{CN}$) : $\sum_{i=1}^N SD_{Ci} = 35,1$ detik

$$\text{Rata-rata : } \overline{SD_C} = \frac{\sum_{i=1}^N SD_{Ci}}{N} = \frac{35,1}{16} = 2,2 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi : } S_x &= \sqrt{\frac{\sum (SD_{Ci} - \overline{SD_C})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{2,9}{15}} = 0,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tundaan Awal : $RSD_C = \overline{SD_C} + (Z_{0,475} \times S_x) = 2,2 + (1,96 \times 0,4) = 3,1$ detik

Tabel 7 Hasil Uji Statistik

Kondisi	Tundaan Awal Rata-rata		Tundaan Awal yang Mewakili	
	Dengan sinyal merah-kuning	Tanpa sinyal merah-kuning	Dengan sinyal merah-kuning	Tanpa sinyal merah-kuning
	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
B	1,8	2,8	2,3	3,6
C	1,3	2,2	1,6	3,1

3.4 Uji Kesamaan Dua Rata-rata

Uji statistik berupa pengujian kesamaan dua rata-rata dilakukan untuk membuktikan apakah perbedaan nilai tundaan awal dengan dan tanpa sinyal merah-kuning cukup berarti atau tidak.

Hipotesis yang dipilih adalah :

- $H_0 : \mu_1 = \mu_2$; perbedaan tundaan awal rata-rata dengan dan tanpa sinyal merah-kuning tidak berarti.
 - $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$; perbedaan tundaan awal rata-rata dengan dan tanpa sinyal merah-kuning berarti.
- Untuk menguji kesamaan dua rata-rata diperlukan dua sampel, dimana tiap sampel memiliki data sebanyak N, rata-rata sebesar \overline{SD} , dan simpangan baku sebesar S_x .

Kondisi B

Banyak data (N_1) = 8

Banyak data (N_2) = 13

Rata-rata (\overline{SD}_1) = 1,8 detik

Rata-rata (\overline{SD}_2) = 2,8 detik

Standar Deviasi (S_{x_1}) = 0,2 detik

Standar Deviasi (S_{x_2}) = 0,4 detik

$$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_{x_1}^2 + (N_2 - 1)S_{x_2}^2}{(N_1 + N_2 - 2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(8-1)0,2^2 + (13-1)0,4^2}{(8+13-2)}} = 0,3 \text{ detik}$$

$$T = \frac{(\overline{SD}_1 - \overline{SD}_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$= \frac{(1,8 - 2,8)}{0,3 \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{13}}} = -6,5$$

Berdasarkan tingkat kesalahan 5%, harga untuk $-T_{0,975}$ dan $T_{0,975}$ dari daftar distribusi T dengan dk = 19 adalah $-2,09$ dan $2,09$

$$-T_{0,975} = -2,09 \Rightarrow T < -T_{0,975}$$

\therefore Tolak H_0 , tundaan awal dengan dan tanpa sinyal merah-kuning memiliki perbedaan yang cukup berarti, artinya penambahan sinyal merah-kuning berpengaruh terhadap tundaan awal.

Kondisi C

Banyak data (N_1) = 11

Banyak data (N_2) = 16

Rata-rata (\overline{SD}_1) = 1,3 detik

Rata-rata (\overline{SD}_2) = 2,2 detik

Standar Deviasi (S_{x_1}) = 0,2 detik

Standar Deviasi (S_{x_2}) = 0,4 detik

$$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_k^2 + (N_2 - 1)S_x^2}{(N_1 + N_2 - 2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(11-1)0,2^2 + (16-1)0,4^2}{(11+16-2)}} = 0,3 \text{ detik}$$

$$T = \frac{(\overline{SD}_1 - \overline{SD}_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$= \frac{(1,3 - 2,2)}{0,3 \sqrt{\frac{1}{11} + \frac{1}{16}}} = -6,9$$

Berdasarkan tingkat kesalahan 5%, harga untuk $-T_{0,975}$ dan $T_{0,975}$ dari daftar distribusi T dengan $dk = 25$ adalah $-2,06$ dan $2,06$

$$-T_{0,975} = -2,06 \Rightarrow T < -T_{0,975}$$

\therefore Tolak H_0 , tundaan awal dengan dan tanpa sinyal merah-kuning memiliki perbedaan yang cukup berarti, artinya penambahan sinyal merah-kuning berpengaruh terhadap tundaan awal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis waktu kehilangan awal di persimpangan Jl. Teuku Cik Ditiro-Jl. Moh. Yamin, Jakarta Pusat, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari seluruh data yang diamati, tidak semuanya dapat dianalisis karena pada perhitungan tundaan awal terdapat nilai negatif dan banyak data yang tidak layak. Data tersebut tidak dipergunakan untuk analisis tundaan awal.
2. Faktor yang mempengaruhi banyaknya data yang tidak layak di persimpangan Jl. Teuku Cik Ditiro-Jl. Moh. Yamin yaitu akibat dari sejumlah sepeda motor yang tidak mematuhi marka jalan sehingga dapat menghambat atau mempercepat jalannya arus lalu lintas untuk mencapai kecepatan normal.
3. Tundaan awal rata-rata dengan metode 3 baris kendaraan sebesar 1,8 detik untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning dan 2,8 detik untuk persimpangan tanpa sinyal merah-kuning.
4. Tundaan awal rata-rata dengan metode 5 detik sebesar 1,3 detik untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning dan 2,2 detik untuk persimpangan tanpa sinyal merah-kuning.
5. Tundaan awal yang mewakili dengan metode 3 baris kendaraan sebesar 2,3 detik untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning dan 3,6 detik untuk persimpangan tanpa sinyal merah-kuning.
6. Tundaan awal yang mewakili dengan metode 5 detik sebesar 1,6 detik untuk persimpangan dengan sinyal merah-kuning dan 3,1 detik untuk persimpangan tanpa sinyal merah-kuning.
7. Berdasarkan uji kesamaan dua rata-rata didapat bahwa penambahan sinyal merah-kuning memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap berkurangnya tundaan awal di persimpangan.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga, (1975), *Manual Kapasitas Jalan Perkotaan di Indonesia*, Jakarta.

Garber J Nicholas and A Hoel Lester, (1988), *Traffic and Highway Engineering*, West Publishing Company, St Paul.

Gerlough, D.L., Huber, M.J., (1975), *Traffic Flow Theory*, TRB, Washington, D.C.

Kennedy, John B., Neville, Adam M., (1976), *Basic Statistical Methods For Engineers And Scientists 2nd Edition*, Thomas Y. Crowell Company, Inc., New York.

May, Adolf D., (1990), *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice Hall, New Jersey.

Nasution, S., (2003), *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.

Walpole, R.E., Myers, R., (1995), *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Terjemahan Indonesia, Penerbit ITB, Bandung.