

**KAJIAN WAKTU HILANG (*LOST TIME*) PADA SIMPANG BERSINYAL  
(STUDI KASUS: SIMPANG JAKARTA DI KOTA TEGAL)**

***STUDY OF LOST TIME AT SIGNALIZED INTERSECTION  
(CASE STUDY: JAKARTA SIGNALIZED INTERSECTION AT TEGAL CITY)***

**Edi Purwanto dan Iqbal Maulana**

Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17 Kota Tegal-Indonesia

[edipur68@gmail.com](mailto:edipur68@gmail.com)

*Diterima: 6 November 2017, Direvisi: 20 November 2017, Disetujui: 28 November 2017*

**ABSTRACT**

*One of factors that can affect the capacity of a signalized intersection is cycle time (c), which has a relationship inversely. The larger the cycle time, the capacity of a signal intersection will be smaller, and vice versa. While the cycle time is determined by several variables ie the current ratio (FRCrit) and the time lost (Lost Time-LTI). Data analysis technique used in this research is One Way Anova Differentiated Test Technique and test of different one sample t test. To facilitate the calculation in performing this analysis used the software assistance SPSS 16.0. By comparing the results of the analysis according to the Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) of 1997 which states that the initial and final loss times have the same value of 4.8 seconds, it can be concluded that there is a significant difference in the time of initial loss and the final addition at intersection signaled between various types of signal settings (normal conditions, using yellow-red, using countdown timer) with the results of analysis according to the Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) 1997.*

**Kata Kunci:** *signalized intersection, lost time*

**ABSTRAK**

*Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas simpang bersinyal adalah waktu siklus (c), yang memiliki hubungan berbanding terbalik. Sedangkan waktu siklus ditentukan oleh beberapa variabel yaitu rasio arus (FRCrit) dan waktu yang hilang (Lost Time-LTI). Nilai waktu yang hilang di simpang berbanding lurus dengan besarnya waktu siklus. Ada hal yang menarik untuk dikajimengenai waktu yang hilang, yaitu bahwa pada kenyataannya, waktu yang hilang tidak hanya terdiri atas semua merah (allred) saja tetapi juga beberapa waktu pada saat awal hijau yaitu waktu yang diperlukan oleh para pengemudi untuk memulai pergerakan kendaraannya; dan sebagian waktu kuning dan semua merah bukan merupakan waktu yang hilang, karena sebagian pemakai jalan diIndonesia tetap berjalan melintasi simpang pada saat lampu kuning menyala. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan anatara waktu kehilangan awal maupun tambahan akhir pada simpang bersinyal antara berbagai jenis pengaturan sinyal (kondisi normal, dengan menggunakan yellow-red, dengan menggunakan countdown timer. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik uji beda One Way Anova dan uji beda one sample t test. Dengan bantuan software SPSS 16.0. Dengan membandingkan hasil analisis menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 yang menyebutkan bahwa waktu kehilangan awal dan tambahan akhir memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 4,8 detik, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan waktu kehilangan awal maupun tambahan akhir pada simpang bersinyal antara berbagai jenis pengaturan sinyal (kondisi normal, dengan menggunakan yellow-red, dengan menggunakan countdown timer) dengan hasil analisis menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997.*

**Kata Kunci:** *simpang bersinyal, waktu hilang*

**PENDAHULUAN**

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas simpang bersinyal adalah waktu siklus (c), yang memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin besar waktu siklus, maka kapasitas suatu simpang bersinyal akan semakin kecil, demikian sebaliknya. Sedangkan waktu siklus ditentukan oleh beberapa variabel yaitu rasio arus (FRCrit) dan waktu yang hilang (Lost Time-LTI). Rasio arus merupakan perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S) tiap-tiap pendekatan, adapun waktu yang hilang adalah suatu interval waktu dimana simpang sama sekali tidak digunakan oleh arus lalu lintas dari semua pendekatan yang ada

disimpang. Nilai waktu yang hilang berbanding lurus dengan besarnya waktu siklus. Semakinkecil nilai waktu yang hilang, maka semakin kecil waktu siklusnya. Demikian sebaliknya, semakin besar nilai waktu yang hilang, maka semakin besar pula waktu siklusnya.

Dengan memperhatikan kondisi yang ada di lapangan, ada beberapa hal yang menarik untuk dikaji yaitu bahwa: (1) pada kenyataannya, waktu yang hilang tidak hanya terdiri atas semua merah (all red) saja tetapi juga beberapa waktu pada saat awal hijau yaitu waktu yang diperlukan oleh para pengemudi untuk memulai pergerakan

kendaraannya; (2) sebagian waktu kuning dan semua merah bukan merupakan waktu yang hilang, karena sebagian pemakai jalan di Indonesia tetap berjalan melintasi simpang pada saat lampu kuning menyala.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan antara waktu kehilangan awal maupun tambahan akhir pada simpang bersinyal antara berbagai jenis pengaturan sinyal (kondisi normal, dengan menggunakan *yellow-red*, dan dengan menggunakan *count down timer*).

## KAJIAN PUSTAKA

### A. Definisi Waktu Hilang (*Lost Time*)

Beberapa saat pada permulaan setiap periode hijau dan beberapa saat pada setiap periode perubahan kuning dan merah (*yellow change plus red clearance period*), sebuah simpang tidak dapat digunakan oleh kendaraan. Jumlah dari kedua periode waktu tersebut merupakan waktu hilang (*lost time*) untuk setiap fase (*Traffic Signal Timing Manual, US Departement of Transportation, 2008*). Waktu hilang digunakan untuk menghitung kapasitas simpang secara keseluruhan dengan cara mengurangkan jumlah waktu hilang untuk setiap pergerakan kritis dari seluruh panjang waktu siklus. *Highway Capacity Manual (HCM)* menentukan nilai 4 detik tiap fase untuk waktu hilang yang terdiri atas kehilangan awal (*start-up lost time*) dan waktu pengosongan (*clearance lost time*). Sedangkan *Traffic Control Systems Handbook, US Departement of Transportation (2005)* menjelaskan bahwa waktu hilang (*lost time*) adalah periode waktu dimana sebuah simpang tidak digunakan secara efektif oleh pergerakan kendaraan, yang merupakan penjumlahan dari kehilangan awal (*start-up lost time*) ditambah waktu pengosongan (*clearance lost time*). Jumlah waktu hilang (*the total lost*) adalah periode waktu dalam waktu siklus dimana sebuah simpang tidak digunakan secara efektif oleh pergerakan kendaraan, yang terjadi selama perubahan fase dan selama interval waktu pengosongan dari pergerakan kendaraan serta pada awal fase berikutnya.

### B. Kehilangan Awal (*Start-Up Lost Time*)

Kehilangan Awal (*Start-Up lost time*) adalah waktu yang hilang yang terjadi karena adanya waktu persepsi dan waktu reaksi (*respon*) terhadap terjadinya perubahan sinyal (merah ke hijau) sampai dengan waktu yang diperlukan bagi kendaraan melakukan percepatan hingga mencapai kecepatan arus

bebas (NCHRP Project 3-54, 1999). Menurut *Traffic Control Systems Handbook, US Departement of Transportation (2005)*, kehilangan awal (*start-up lost time*) adalah waktu tambahan yang digunakan oleh sejumlah kendaraan pertama didalam antrian pada sebuah simpang bersinyal yang melebihi *headway* arus jenuh (*headway* arus bebas), yang dibutuhkan untuk bereaksi terhadap perubahan fase hijau dan untuk melakukan akselerasi. Bester, C J dan Varndell PJ (2002) menjelaskan prinsip kehilangan awal (*start-up lost time*) sebagai berikut: ketika lampu sinyal pada sebuah pendekat menyala hijau, antrian kendaraan mulai bergerak untuk melewati simpang. Maka akan terjadi *headway* kendaraan, yaitu selisih waktu antara satu kendaraan dengan kendaraan dibelakangnya setelah berhasil melewati garis henti (*stop line*). *Headway* pertama dihitung sejak perubahan sinyal hijau hingga roda belakang kendaraan pertama melewati garis henti (*stop line*). *Headway* kedua dihitung sejak roda belakang kendaraan pertama melewati garis henti (*stop line*) hingga kendaraan kedua melewati garis henti (*stop line*), demikian seterusnya.

### C. Kajian Literatur

Beberapa penelitian mengenai kehilangan awal (*start-up lost time*) telah dilaksanakan. Namun penelitian mengenai waktu pengosongan (*clearance lost time*) dan tambahan akhir (*end gain*) jarang dilakukan.

Keshuang Tang, Takeshi Ono, Shinji Tanaka dan Masao Kuwahara (2011) melakukan penelitian dengan judul "*Re-Examination of Lost Time Estimation and Intergreen Time Design for Right-Turn Traffic at Signalized in Japan*". Penelitian ini menganalisis waktu hilang (*lost time*) dari lalu lintas belok kanan dengan pengaturan fase PPRT dan PORT berdasarkan data yang dikumpulkan dari 2 (dua) buah simpang besar. Hasilnya menunjukkan bahwa metode perhitungan waktu hilang yang digunakan di Jepang saat ini memberikan hasil yang lebih besar untuk kasus PPRT dan PORT. Penelitian ini memberikan usulan 2 (dua) macam modifikasi terhadap metode perhitungan waktu hilang yang ada saat ini.

Di dalam *review* terhadap literatur (*literature review*) dari penelitian tersebut, dinyatakan bahwa telah banyak dilakukan penelitian-penelitian untuk mengkaji pengaruh dari

urutan tampilan lampu sinyal (*signal display sequence*), pemilihan fase (*phasing*), dan pengaturan waktu sinyal (*signal timing*) terhadap waktu hilang pada simpang bersinyal. Sebuah penelitian yang menyimpulkan adanya pengaruh terhadap waktu yang hilang adalah penelitian oleh Tang dan Nakamura (207 dan 2008b). Penelitian mereka menunjukkan bahwa rangkaian atau urutan tampilan lampu sinyal (*signal display sequence*) memberikan pengaruh secara signifikan terhadap waktu respon awal (*starting respon time*), dan pengaturan waktu sinyal (*signal timing*) memberikan pengaruh secara signifikan terhadap waktu kehilangan akhir (*clearance lost time*).

Winai Raksuntron (2012) melakukan penelitian dengan judul "*The Effect of Countdown Signal son Intersection Capacity*". Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemasangan *count down signal* terhadap kehilangan awal (*start-up lost time*) kendaraan-kendaraan pada simpang bersinyal berdasarkan data yang dikumpulkan dari simpang-simpang di Bangkok Thailand. *Count down signal* digunakan untuk memberikan peringatan kepada pemakai jalan yang berada di antrian pada garis henti selama fase merah akan berubah menjadi fase hijau. Data mengindikasikan bahwa *count down signal* tidak memberikan pengaruh terhadap *headway* arus jenuh (*saturation headway*), tetapi memberikan pengaruh terhadap kehilangan awal. Penggunaan *count down signal* menghasilkan penurunan kehilangan awal dari 4,3 detik menjadi 2,9 detik atau sekitar 33%. Dengan demikian, *count down signal* dapat meningkatkan kapasitas simpang bersinyal.

Cong Zang, Yong feng Madan Jian Lu (2012) melaksanakan penelitian dengan judul "*Study on Start-Up Lost Time of Traffic Signals with Count down Display and the Driving Behavior at the End of Green Signal*". Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kehilangan awal dengan penggunaan *count-down signals* hasilnya lebih kecil bila dibandingkan dengan kehilangan awal tanpa menggunakan *count-down signals*, dan tipe-tipe konflik lalu lintas lebih sedikit, sementara tingkat keseriusannya menjadi lebih tinggi.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada simpang bersinyal studi kasus Simpang Empat Jakarta di Kota Tegal. Survei yang dilakukan adalah pengumpulan data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari

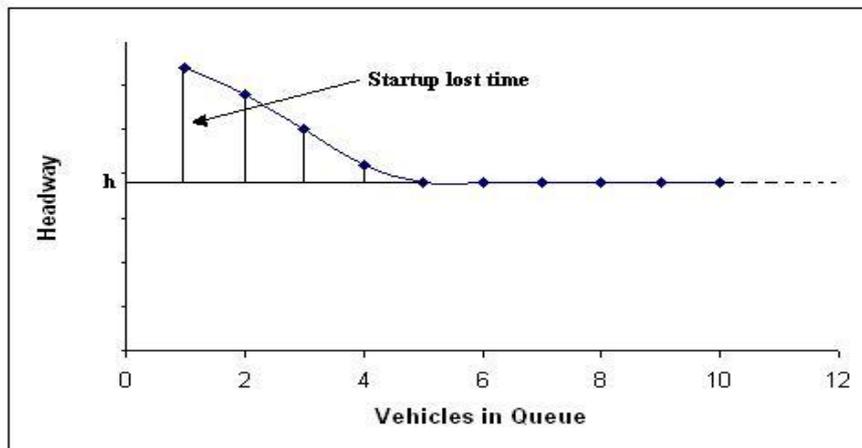
lapangan melalui survei yang dilakukan dipersimpangan. Survei dilakukan dengan cara dua tahap, tahap pertama berupa survei lapangan yang meliputi survei inventarisasi simpang bersinyal serta perekaman pergerakan kendaraan pada awal dan akhir fase hijau dengan menggunakan video kamera pada tiap-tiap lengan pendekat simpang. Kamera video dipasang pada masing-masing kaki persimpangan, dengan posisi kamera mengarah kegaris henti (*stopline*) dan lampu sinyal (APILL). Survei tahap kedua adalah pengamatan dan pencatatan berdasarkan hasil.

### A. Waktu Kehilangan Awal atau *Start-Up Lost Time*

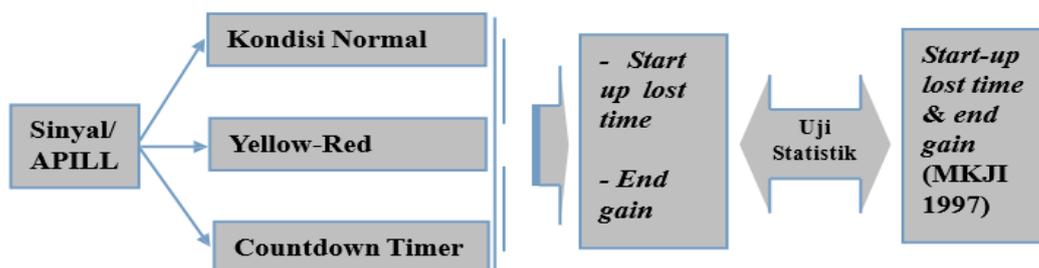
Data waktu kehilangan awal diperoleh dengan cara mengamati dan mencatat selisih waktu antara awal hijau dengan kendaraan pertama melewati garis henti (*stop line*) sebagai  $h_1$  (*headway* kendaraan ke-1), selisih waktu antara kendaraan pertama melewati garis henti (*stop line*) sampai dengan kendaraan kedua melewati garis henti (*stop line*) sebagai  $h_2$  (*headway* kendaraan ke-2), demikian seterusnya sampai dengan kendaraan yang ada di antrian (kendaraan ke- $n$ ) telah melewati garis henti atau sampai dengan akhir waktu hijau ( $h_i$ ).

Selanjutnya dihitung selisih antara *headway* hasil survei ( $h_i$ ) dengan *headway* arus stabil ( $h$ ), dan jumlah selisih tersebut merupakan kehilangan awal (*start-uplost time*). Adapun *headway* arus stabil adalah selisih waktu antara kendaraan yang sudah mencapai kecepatan arus bebas (ditandai dengan tidak adanya tindakan perubahan kecepatan oleh pengemudi seperti memperlambat atau mempercepat kendaraannya) dengan kendaraan dibelakangnya. Dari hasil pengamatan, *headway* arus stabil biasanya dicapai oleh kendaraan ke-4 atau kendaraan ke-5. **Gambar 1** memberikan gambaran tentang waktu kehilangan awal atau *start-uplost time*.

Setelah diperoleh data tentang kehilangan awal dan tambahan akhir dari tiap-tiap kondisi sinyal (kondisi normal, *yellow-red* dan *countdown timer*), maka antar tiap-tiap kondisi dilakukan uji komparatif serta antara data dari tiap-tiap kondisi sinyal dibandingkan dengan data kehilangan awal dan tambahan akhir menurut MKJI 1997 untuk mengetahui tingkat perbedaannya masing-masing. Selanjutnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1.  
Grafik Start-Up Lost Time.



Gambar 2.  
Alur Pemikiran Kajian.

## B. Uji Beda (*One Way Anova*)

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik uji beda *One Way Anova* dan uji beda *one sample t test*. Untuk mempermudah Perhitungan dalam melakukan analisis ini digunakan bantuan *software SPSS16.0*. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ANOVA pada penelitian ini adalah:

*Pertama:*

$H_0$  = Tidak ada perbedaan waktu kehilangan awal antara Sinyal Kondisi Normal, menggunakan *Yellow-Red* dan menggunakan *Count Down Timer*.

$H_a$  = Ada perbedaan waktu kehilangan awal antara Sinyal kondisi Normal, menggunakan *Yellow-Red* dan menggunakan *Count Down Timer*.

*Kedua:*

$H_0$  = Tidak ada perbedaan waktu tambahan akhir antara Sinyal Kondisi Normal, menggunakan *Yellow-Red* dan menggunakan *Count Down Timer*.

$H_a$  = Ada perbedaan waktu tambahan akhir antara Sinyal kondisi Normal,

menggunakan *Yellow-Red* dan menggunakan *Count Down Timer*.

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

1. Jika  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel 0,05, maka  $H_0$  ditolak
2. Jika  $F$  hitung  $<$   $F$  tabel 0,05, maka  $H_0$  diterima

## C. Uji Beda Sampel Tunggal (*One Sample t Test*)

Uji perbandingan yang kedua adalah antara waktu kehilangan awal (*start-up lost time*) dan waktu tambahan akhir (*end gain*) dari tiap jenis kondisi sinyal yang diterapkan (kondisi normal, menggunakan *yellow-red* dan menggunakan *count down timer*) dengan waktu kehilangan awal (*start-up lost time*) dan waktu tambahan akhir (*end gain*) hasil analisis menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan dari dua himpunan data dari hasil pengolahan data tersebut dilakukan Uji *One Sample t Test*. Uji *One Sample t Test* adalah merupakan uji statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis rata-rata suatu populasi (Harinaldi,2005). *One sample t-test* digunakan untuk melihat apakah perbedaan antara suatu distribusi dengan nilai tertentu.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian *One sample t-test* pada penelitian ini adalah:

*Pertama:*

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI

*Kedua:*

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus *yellow-red* dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus *yellow-red* dengan MKJI.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Waktu Kehilangan Awal dengan MKJI

Dalam analisis waktu kehilangan awal dengan MKJI ini, terdiri dari tiga analisis yaitu Analisis Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI, analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan *Yellow-Red* dengan MKJI, dan Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan *Count Down Timer* dengan MKJI.

#### 1. Analisis Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI

Tabel 1 dan 2 adalah hasil *ouput* program

**Tabel 1.**  
*One-Sample Statistics*

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
APILL_Normal	140	4.3793	1.76773	.14940

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 2.**  
*One-Sample Test*

TestValue= 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
APILL_Normal	-2.816	139	.006	-.42071	-.7161	-.1253

Sumber: Hasil Analisis

#### 2. Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan *Yellow-Red* dengan MKJI

Tabel 3 dan 4 adalah hasil *ouput* program SPSS Uji Beda Sinyal Menggunakan *Yellow-Red* dengan MKJI. Dari hasil

SPSS Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI. Dari hasil *output* program SPSS, dapat diketahui penilaian dari hasil *mean* (rata-rata) adalah lebih besar MKJI dibanding dengan siklus kondisi normal. Diketahui bahwa hipotesa dari penelitian ini adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus kondisi normal dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus kondisi normal dengan MKJI

Dari hasil *ouput* SPSS diketahui bahwa T-Tabel dari hasil perhitungan adalah 1,966, dan T-Hitungnya adalah -2,816, dari hasil perhitungan tersebut maka dapat dinyatakan bahwa  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ , yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus kondisi normal dengan MKJI. Dan dilihat dari besar nilai signifikansi (2-tailed), bahwa nilai  $\text{Sig (2-tailed)} < \text{dari nilai Sig}$  yaitu  $0,006 < 0,05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat dinyatakan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus kondisi normal dengan MKJI.

*output* program SPSS, dapat diketahui penilaian dari hasil *mean* (rata-rata) adalah lebih besar MKJI dibanding dengan siklus *yellow-red*. Diketahui bahwa hipotesa dari penelitian ini

adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI

Dari hasil *output* SPSS diketahui bahwa T-Tabel dari hasil perhitungan adalah 1,966, dan T-Hitungnya adalah -0,599. Dari hasil perhitungan tersebut maka

dapat dinyatakan bahwa  $t$ -hitung >  $t$ -tabel, yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI. Dilihat dari besar nilai signifikansi (2-tailed), bahwa nilai Sig (2-tailed) < dari nilai Sig yaitu  $0,000 < 0,05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *yellow-red* dengan MKJI.

**Tabel 3.**  
*One-Sample Statistics*

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
APILL_Yel_Red	140	3.3563	1.61175	.13622

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 4.**  
*One-Sample Test*

Test Value = 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
APILL_Yel_Red	-10.599	139	.000	-1.44371	-1.7130	-1.1744

Sumber: Hasil Analisis

### 3. Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan Count Down Timer dengan MKJI

Tabel 5 dan 6 adalah hasil *ouput* program SPSS Uji Beda Sinyal Menggunakan *Count Down Timer* dengan MKJI. Dari hasil *output* program SPSS, dapat diketahui penilaian dari hasil *mean* (rata-rata) adalah lebih besar MKJI dibanding dengan siklus *count down timer*. Diketahui bahwa hipotesa dari penelitian ini adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *count down timer* dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *count down timer* dengan MKJI

Dari *output* SPSS diketahui bahwa T-Tabel dari hasil perhitungan adalah 1,966, dan T-Hitungnya adalah -10,599. Dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa  $t$ -hitung >  $t$ -tabel, yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *count down timer* dengan MKJI. Dilihat dari besar nilai signifikansi (2-tailed), bahwa nilai Sig (2-tailed) < dari nilai Sig yaitu  $0,000 < 0,05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu kehilangan awal siklus *count down timer* dengan MKJI.

**Tabel 5.**  
*One-Sample Statistics*

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Count_Down	140	2.1625	1.33302	.11266

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 6.**  
*One-Sample Test*

TestValue= 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
Count_Down	-23.411	139	.000	-2.63750	-2.8602	-2.4148

Sumber: Hasil Analisis

Dari ketiga uji tersebut, untuk hasil analisis waktu kehilangan awal dengan beberapa perlakuan pada sinyal yaitu kondisi normal, menggunakan *yellow-red* dan menggunakan *count down timer* dengan waktu kehilangan awal pada manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara siklus dengan perlakuan dengan MKJI.

## B. Analisis Waktu Tambahan Akhir

Dalam analisis waktu tambahan akhir dengan MKJI ini, terdiri dari tiga analisis yaitu Analisis Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI, analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan *Yellow-Red* dengan MKJI, dan Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan *Count Down Timer* dengan MKJI.

### 1. Analisis Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI

**Tabel 7 dan 8** adalah hasil *ouput* program SPSS Uji Beda Sinyal Kondisi Normal dengan MKJI. Dari hasil *ouput* program SPSS, dapat diketahui, penilaian dari hasil *mean* (rata-rata): bahwa nilai rata-rata lebih besar MKJI dibanding dengan siklus kondisi normal, dengan diketahui bahwa

hipotesa dari penelitian ini adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus kondisi normal dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus kondisi normal dengan MKJI

Dengan diketahui bahwa:

T-Tabel dari perhitungan di atas adalah : 2,001

T-Hitungnya adalah : -6,983

Dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa  $t$ -hitung >  $t$ -tabel, yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus kondisi normal dengan MKJI. Dilihat dari besar nilai signifikansi (*2-tailed*), bahwa nilai Sig (*2-tailed*) < dari nilai Sig yaitu  $0,000 < 0.05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar tambahan akhir awal siklus kondisi normal dengan MKJI.

**Tabel 7.**  
*One-Sample Statistics*

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Sinyal_Normal	60	3.3170	1.64503	.21237

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 8.**  
*One-Sample Test*

TestValue= 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
Sinyal_Normal	-6.983	59	.000	-1.48300	-1.9080	-1.0580

Sumber: Hasil Analisis

**2. Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan Yellow-Red dengan MKJI**

Tabel 9 dan 10 adalah hasil output program SPSS Uji Beda Sinyal Menggunakan Yellow-Red dengan MKJI. Penilaian dari hasil mean (rata-rata): bahwa nilai rata-rata lebih besar MKJI dibanding dengan siklus yellow-red. Dengan diketahui bahwa hipotesa dari penelitian ini adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus yellow-red dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus yellow-red dengan MKJI.

Dengan diketahui bahwa T-Tabel dari hasil perhitungan adalah 2,001 dan T-Hitungnya adalah -7,319, dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ , yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus yellow-red dengan MKJI. Dilihat dari besar nilai signifikansi (2-tailed), bahwa nilai Sig (2-tailed) < dari nilai Sig yaitu  $0,000 < 0,05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus yellow-red dengan MKJI.

**Tabel 9.**  
*One-Sample Statistics*

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Sinyal_Yel Red	60	3.3165	1.57005	.20269

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 10.**  
*One-Sample Test*

Test Value = 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
Sinyal_YelRed	-7.319	59	.000	-1.48350	-1.8891	-1.0779

Sumber: Hasil Analisis

**3. Analisis Uji Beda Sinyal Menggunakan Count Down Timer dengan MKJI**

Tabel 11 dan 12 adalah hasil output program SPSS Uji Beda Sinyal Menggunakan Count Down Timer dengan MKJI. Penilaian dari hasil mean (rata-rata): bahwa nilai rata-rata lebih besar MKJI dibanding dengan siklus count down timer. Dengan diketahui bahwa hipotesa dari penelitian ini adalah:

Ho = Tidak adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus count down timer dengan MKJI

Ha = Adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus count down timer dengan MKJI

Dengan diketahui bahwa T-Tabel dari hasil perhitungan adalah 2,001 dan T-Hitungnya adalah -6,572, dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ , yang artinya bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus count down timer dengan MKJI. Dilihat dari besar nilai signifikansi (2-tailed), bahwa nilai Sig (2-tailed) < dari nilai Sig yaitu  $0,000 < 0,05$  yang artinya bahwa Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan pengaruh pada besar waktu tambahan akhir siklus count down timer dengan MKJI.

**Tabel 11.**  
**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Sinyal_Count Down	60	3.4792	1.55673	.20097

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 12.**  
**One-Sample Test**

Test Value = 4.8						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
Sinyal_Count Down	-6.572	59	.000	-1.32083	-1.7230	-.9187

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil ketiga uji di atas, analisis waktu tambahan akhir dengan beberapa perlakuan pada sinyal yaitu kondisi normal, menggunakan *yellow-red* dan menggunakan *count down timer* dengan waktu tambahan akhir pada manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara siklus dengan perlakuan dengan MKJI.

## KESIMPULAN

Waktu kehilangan awal dan tambahan akhir pada simpang bersinyal apabila diterapkan pengaturan sinyal yang berbeda yaitu sinyal kondisi normal, sinyal dengan menggunakan alat penghitung waktu mundur (*countdown timer*), dan sinyal dengan menerapkan lampu kuning menyala pada akhir periode lampu merah (*yellow-red*) adalah terdapat perbedaan yang signifikan waktu kehilangan awal pada simpang bersinyal apabila diterapkan pengaturan sinyal yang berbeda, pada sinyal kondisi normal memiliki waktu kehilangan awal rata-rata sebesar 4,38 detik, pada sinyal menggunakan *Yellow-Red* memiliki waktu kehilangan awal rata-rata sebesar 3,36 detik, pada sinyal menggunakan *Count Down Timer* memiliki waktu kehilangan awal rata-rata sebesar 2,16 detik. Selain itu juga tidak ada perbedaan yang signifikan waktu tambahan akhir (*end gain*) pada simpang bersinyal apabila diterapkan pengaturan sinyal yang berbeda. Pada sinyal kondisi normal memiliki waktu tambahan akhir rata-rata sebesar 3,32 detik, pada sinyal menggunakan *Yellow-Red* memiliki waktu tambahan akhir rata-rata sebesar 3,31 detik, pada sinyal menggunakan *Count Down Timer* memiliki waktu tambahan akhir rata-rata sebesar 3,54 detik. Dengan adanya perbedaan waktu kehilangan awal (*start-up lost time*) dan waktu

tambahan akhir (*end gain*), maka akan menghasilkan waktu hilang (*lost time*) yang berbeda pula. Dengan membandingkan hasil analisis menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 yang menyebutkan bahwa waktu kehilangan awal dan tambahan akhir memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 4,8 detik, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan waktu kehilangan awal maupun tambahan akhir pada simpang bersinyal antara berbagai jenis pengaturan sinyal (kondisi normal, dengan menggunakan *yellow-red*, dengan menggunakan *count down timer*) dengan hasil analisis menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997.

## SARAN

Mendasari hasil kesimpulan di atas, perlu dilakukan penelitian-penelitian yang sama pada simpang bersinyal di lokasi dan kota lain untuk mendapatkan hasil yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan yang ada di Indonesia, sehingga dapat digunakan untuk melakukan kajian terhadap perhitungan waktu hilang (*lost time*) pada simpang bersinyal di Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan dan Kepala Dinas Perhubungan Kota Tegal yang telah membantu perizinan survei dan pemenuhan kebutuhan data, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akcelik, R. 1998. *Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis*. Seventh Reprint.
- Bester, CJ dan Varndell PJ. 2002. *The Effect of A*

- Leading Green Phase on The Start-Up Lost Time of Opposing Vehicles.* Departement of Civil Engineering, University of Stellenbosch Private Bag X1. Matieland 7602.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia.* Jakarta.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains.* Jakarta: Erlangga.
- Khisty, C. Jotin dan Lall, B. Kent. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi.* Jakarta: Erlangga.
- Nawari. 2010. *Analisis Statistik dengan MS Excel 2007 dan SPSS17.* Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Nur Indah, Susanti Meilia. 2010. *Statistika Deskriptif dan Induktif.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Raksuntorn Winai. 2012. *The Effect of Countdown Signal on Intersection Capacity.*
- Salter, R.J. 1985. *Highway Traffic Analysis and Design.*
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D.* Bandung: Alfabeta.
- Tang Keshuang, Ono Takeshi, Tanaka Shinji dan Kuwahara Masao. 2011. *Re-Examination of Lost Time Estimation and Intergreen Time Design for Right-Turn Trafficat Signalized Intersections in Japan.* Institute of Industrial Science, Japan: The University of Tokyo.
- Zang Cong, Ma Yongfeng dan Lu Jian. 2012. *Study on Start-Up Lost Time of Traffic Signals with Countdown Display and the Driving Behavior at the End of Green Signal.* School of Transportation, Cina: Southeast University.
- 1996. *The Use of Traffic Signals in Developing Cities.* Overseas Road Note 13 by Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, United Kingdom.
- 2000. *Evaluation of Traffic Signal Displays for Protected-Permitted Left Turn Control-Traffic Operation Studies Report-Working Paper4.* Texas Transportation Institute dan Kittelson & Associates, Inc.
- 2008. *Traffic Signal Timing Manual.* US Departement of Transportation. Prepare for The Federal Highway Administration by Kittelson & Associates, Inc.