

VARIASI WAKTU KEBERANGKATAN ARUS KENDARAAN DAN ARUS JENUH PER METER (S_0/M) PADA SIMPANG BERSINYAL DENGAN *FULL TIME COUNTDOWN TIMER*

Ginung Pratina¹⁾, Amirotul Musthofiah HM²⁾, S. J. Legowo³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36 A, Kentingan Surakarta 57126, Telp (0271) 647069, Fax 662118

Email : ginungpratina.gp@gmail.com

Abstract

The countdown timer is an additional device at a traffic light, the purpose of which is to inform the driver about the time duration of the traffic light. According to Cong and friends (2012), the addition of countdown timer trigger traffic impacts., including the movement of a vehicle's departure before the green time with varying departure times. The purpose of this study was to find out the variation of vehicle flow departure time, influencing factors, and S_0 / m values at signalized intersections with countdown timers. The location is at Jimbaran FM intersection, Genengan intersection, and Kelurahan Mojosongo intersection. The data used in the form of primary data obtained directly in the field and secondary data obtained from the relevant agencies. This study uses statistical analysis for variation of vehicle flow departure time and time slice for saturated flow. Based on the analysis it is found that the variation of vehicle flow departure time, except Jimbaran FM intersection for eastern approach, experienced an acceleration of vehicle flow departure. Factors that can affect the variation of vehicle flow departure time at pick hour are saturated flow, motorcycle, light vehicles, and S_0/m , while at off-pick hour are motorcycle and S_0 / m . The value of S_0 / m is obtained for all approaching intersections, both at peak and off-peak hours, none of which correspond to the standard S_0 / m MKJI 1997, ie 600.

Key words: *countdown timer, variation of vehicle flow departure time, time slice, signalized intersection.*

Abstrak

Countdown timer merupakan perangkat tambahan pada lampu lalu lintas, tujuannya memberi informasi kepada pengendara tentang durasi waktu dari lampu lalu lintas. Menurut Cong dkk (2012), adanya *countdown timer* ternyata menimbulkan beberapa dampak lalu lintas, diantaranya pergerakan keberangkatan kendaraan sebelum waktu hijau dengan waktu keberangkatan yang bervariasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui terjadinya variasi waktu keberangkatan, faktor yang mempengaruhi, dan nilai S_0/m pada simpang bersinyal dengan *countdown timer*. Lokasinya di Simpang Jimbaran FM, Simpang Genengan, dan Simpang Kelurahan Mojosongo. Data yang digunakan berupa data primer yang di peroleh secara langsung di lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Penelitian ini menggunakan analisis statistik untuk variasi waktu keberangkatan dan *time slice* untuk arus jenuh. Hasil analisisnya, variasi waktu keberangkatan arus kendaraan yang terjadi, kecuali pada Simpang Jimbaran FM lengan pendekat Timur, mengalami percepatan keberangkatan arus kendaraan. Faktor pengaruh terjadinya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan pada jam puncak adalah arus jenuh, sepeda motor, kendaraan ringan, dan S_0/m , sedangkan pada jam tidak puncaknya adalah sepeda motor dan S_0/m . Nilai S_0/m yang diperoleh untuk semua lengan pendekat simpang baik pada jam puncak maupun jam tidak puncak, tidak ada yang sesuai dengan nilai S_0/m standar MKJI 1997, sebesar 600.

Kata kunci: *countdown timer, variasi waktu keberangkatan arus kendaraan, time slice, simpang bersinyal.*

PENDAHULUAN

Lampu lalu lintas menurut Undang-undang No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan darat, merupakan alat pemberi isyarat kepada pengguna jalan raya guna mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyebrangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan berhenti dan bergerak secara bergantian agar terjadinya konflik di area simpang dapat diminimalisir tingkat kejadiannya. Sekarang ini pada lampu lalu lintas dilakukan penambahan penghitung waktu mundur (*countdown timer*), yang mana tujuannya adalah untuk memberikan informasi kepada pengendara tentang durasi dari waktu lampu lalu lintas. Akan tetapi dengan penambahan *countdown timer* ini ternyata memberikan beberapa dampak lalu lintas, antara lain terjadinya pergerakan keberangkatan arus kendaraan sebelum waktu hijau. Inilah yang kemudian mengindikasikan bahwa pada simpang tersebut telah terjadi variasi waktu keberangkatan arus kendaraan. Variasi waktu keberangkatan arus kendaraan ini memiliki dampak positif dan negatif. Dampak positifnya, adanya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan ini dapat mengoptimalkan arus lalu lintas dari simpang bersinyal. Sedangkan dampak negatifnya, adanya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan ini dapat menunjukkan adanya pelanggaran yang terjadi pada simpang tersebut. Apabila jumlah pelanggaran pada simpang yang terjadi semakin banyak, maka dikhawatirkan dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan. Oleh

karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui adanya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan yang terjadi pada simpang bersinyal yang dilengkapi dengan *countdown timer* sehingga terjadinya kecelakaan dapat diminimalisir kejadiannya. Selain itu, juga diperlukan adanya analisis untuk mengetahui arus jenuh yang terjadi pada simpang, guna untuk mengetahui banyaknya kendaraan maksimum yang dapat dilewatkan oleh lengan simpang tersebut saat lampu lalu lintas menunjukkan durasi waktu hijau.

LANDASAN TEORI

Dasar Teori

Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan variasi waktu keberangkatan arus kendaraan adalah sebagai berikut:

Nilai rata-rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

\bar{x} = Nilai rata-rata,

x_i = Nilai sampel ke-i, dan

n = Jumlah sampel.

Simpangan Baku (Standar Deviasi)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

S = Standar deviasi,

x_i = Nilai sampel ke-i,

\bar{x} = Nilai rata-rata sampel, dan

n = Jumlah nilai pada sampel.

Kuartil

a) untuk n ganjil:

$$Q_i = \frac{i(n+1)}{4} \dots\dots\dots (3)$$

b) untuk n genap:

$$Q_i = \frac{i(n+2)}{4} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

Q_i = Kuartil ke-i, dan

n = Banyaknya data.

Arus Jenuh

Rumus yang digunakan dalam perhitungan arus jenuh adalah sebagai berikut:

a) *Time Slice*

$$(\sum Lv \times emp Lv + \sum Hv \times emp Hv + \sum Lv \times emp Lv) \times \frac{3600}{t} = S \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

S = Arus jenuh (smp/jam),

t = Waktu interval (detik),

emp = Nilai ekuivalen,

LV = Notasi untuk kendaraan ringan,

HV = Notasi untuk kendaraan berat, dan

MC = Notasi untuk sepeda motor.

b) MKJI 1997

Arus lalu lintas total (smp/jam)

$$Q \text{ smp} = (emp LV \times LV) + (emp HV \times HV) + (emp MC \times MC), \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

Q = Arus lalu lintas total (smp/jam),

Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad \dots\dots\dots (7)$$

dengan:

- S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif),
- S_0 = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif),
- F_{CS} = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk),
- F_{SF} = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping,
- F_G = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan,
- F_P = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran dekat lengan persimpangan,
- F_{LT} = Faktor koreksi kapasitas akibat adanya pergerakan belok kiri, dan
- F_{RT} = Faktor koreksi kapasitas akibat adanya pergerakan belok kanan.

Arus Jenuh Dasar

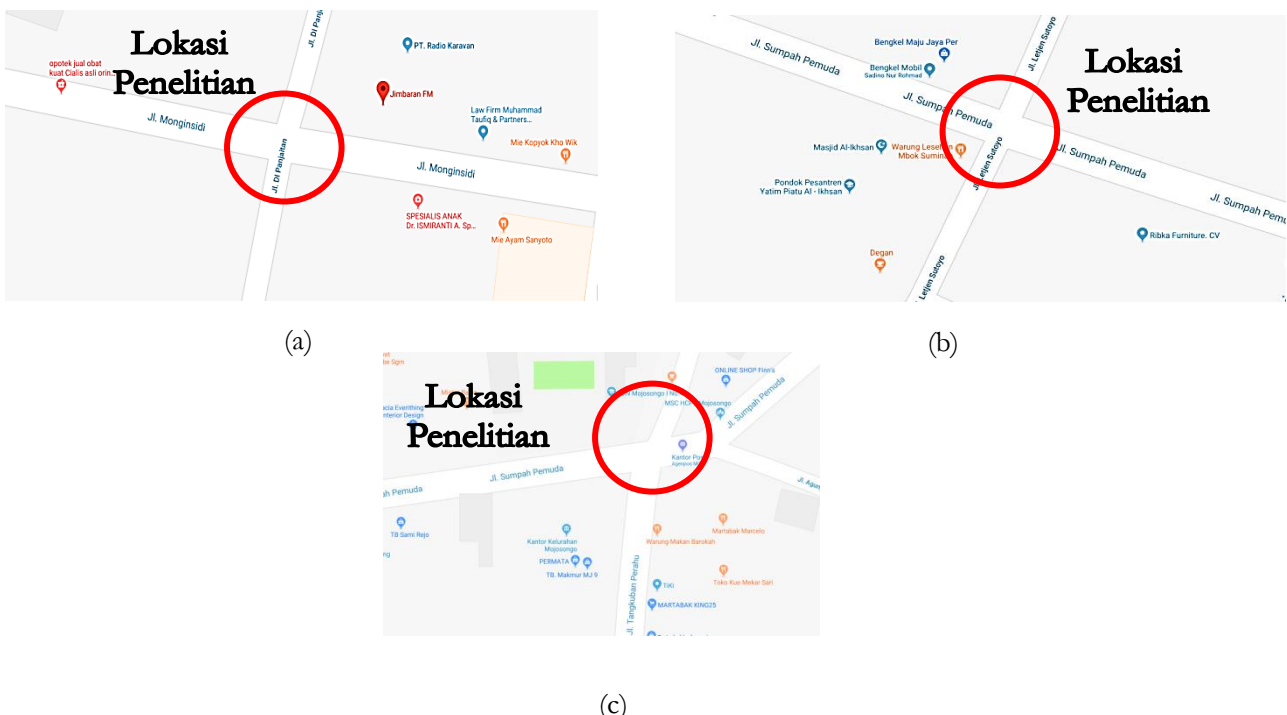
$$S_0 = 600 \times W_e \quad \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

- S_0 = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif),
- 600 = Arus jenuh dasar per meter (S_0/m), dan
- W_e = Lebar efektif (meter).

METODE

Lokasi penelitian dilakukan pada 3 (tiga) simpang bersinyal dengan *countdown timer* yang ada di Kota Solo. Ketiga simpang tersebut adalah Simpang Jimbaran FM (Jl. Monginsidi – Jl. Dj Panjaitan), Simpang Genengan (Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Letjen Sutoyo), dan Simpang Kelurahan Mojosongo (Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Tangkuban Perahu). Pemilihan lokasi survei ini di dasarkan pada ada tidaknya penambahan countdown timer pada simpang, dengan arus lalu lintas sedang atau tidak terlalu ramai.



Gambar 1 Lokasi Penelitian (a) Simpang Jimbaran FM Lengan Pendekat Timur dan Barat (b) Simpang Genengan Lengan Pendekat Timur dan Barat (c) Simpang Kelurahan Mojosongo Lengan Pendekat Selatan.

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa data selisih waktu keberangkatan arus kendaraan, data arus lalu lintas, data geometrik simpang, kondisi lingkungan simpang,

kondisi sinyal lalu lintas, rambu-rambu, dan marka jalan. Untuk data selisih waktu keberangkatan arus kendaraan dan data arus lalu lintas diperoleh dari rekaman video. Untuk data geometrik simpang, seperti: data lebar pendekatan diperoleh dari pengukuran langsung dengan meteran. Untuk kondisi lingkungan simpang, seperti: tipe lingkungan jalan, hambatan samping, ada tidaknya median, LTOR, dan ada tidaknya kendaraan parkir dilakukan dengan pengamatan visual secara langsung di lapangan, sedangkan untuk kelandaian diperoleh dengan pengukuran dengan menggunakan TS (*Total Station*). Untuk kondisi sinyal lalu lintas, rambu, dan marka juga dilakukan dengan pengamatan visual secara langsung di lapangan. Sementara itu, data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa data jumlah penduduk Kota Solo dan peta jaringan kota. Data sekunder ini diperoleh dari instansi yang terkait.

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis statistik deskriptif untuk menganalisis terjadinya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan dan metode *time slice* interval 6 detik untuk menganalisis terjadinya arus jenuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan

Hasil dari analisis pergeseran waktu keberangkatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Hasil Survei Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan untuk Semua Lengan Pendekat Simpang pada Jam Puncak dan Jam Tidak Puncak

Selisih Waktu Keberangkatan	Jam Puncak					
	Frekuensi Kejadian					
	Simpang Jl. Monginsidi - Jl. Dj Panjaitan		Simpang Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Letjen Sutoyo		Simpang Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Tangkuban Perahu	
	Lengan Pendekat Timur	Lengan Pendekat Barat	Lengan Pendekat Timur	Lengan Pendekat Barat	Lengan Pendekat Selatan	
-4	0	0	0	1	7	
-3	1	1	0	0	4	
-2	1	1	6	9	8	
-1	2	9	7	16	4	
0	10	11	17	3	7	
1	10	4	0	0	0	
2	6	3	0	0	0	
3	0	1	0	1	0	
Rata-Rata	0,5000	-0,0333	-0,6333	-1,1667	-2,0000	
Simpangan baku	1,1963	1,2726	0,8087	1,1167	1,4856	
Selisih Waktu Keberangkatan	Jam Tidak Puncak					
	-4	0	0	0	0	6
	-3	0	2	0	0	0
	-2	2	6	8	10	11
	-1	7	5	9	7	2
	0	7	10	13	13	8
	1	11	2	0	0	1
	2	3	5	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	Rata-Rata	0,2000	-0,3667	-0,8333	-0,9000	-1,9667
	Simpangan baku	1,1265	1,4967	0,8339	0,8847	1,8473

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata waktu keberangkatan arus kendaraan baik pada jam puncak dan jam tidak puncak semua lengan simpang yang dilengkapi dengan *countdown timer* variasi waktu keberangkatan arus kendaraan yang terjadi mengarah pada nilai negatif atau dapat dikatakan mengalami percepatan pergerakan keberangkatan arus kendaraan, kecuali untuk lengan pendekat Timur Simpang Jl. Monginsidi – Jl. DI Panjaitan yang variasi waktu keberangkatan arus kendaraannya mengarah pada nilai positif atau dapat dikatakan keberangkatan arus kendaraannya tepat waktu.

Simpangan baku berfungsi untuk melihat apakah data yang dimiliki baik atau tidak. Jika simpangan baku bernilai kecil maka data dapat dikatakan baik karena data yang dimiliki tidak terlalu tersebar. Jika simpangan baku kecil maka data masih berada di batas kuartil atas dan kuartil bawah. Sedangkan jika simpangan baku sangat besar maka data yang dimiliki menyimpang cukup jauh dari kuartil atas dan kuartil bawah.

Contoh perhitungan kuartil bawah dan kuartil atas untuk 30 data siklus waktu hijau adalah sebagai berikut:

$$Q_1 \text{ (Bawah)} = i/4 \times (n + 2)$$

$$= 1/4 \times (30 + 2)$$

$$= 8$$

$$Q_2 \text{ (Atas)} = i/4 \times (n + 2)$$

$$= 3/4 \times (30 + 2)$$

$$= 24$$

Urutan data = -3, -2, -1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2

Berdasarkan data selisih waktu keberangkatan pada Simpang Jimbaran FM untuk lengan pendekat Timur pada jam puncak yang sudah diurutkan didapatkan kuartil bawah adalah 0 dan kuartil atas adalah 1. Nilai simpangan bakunya adalah 1,1963. Hal ini menunjukkan bahwa nilai simpangan baku menyimpang jauh dari kuartil bawah dan kuartil atas, yang artinya data selisih waktu keberangkatan pada Simpang Jimbaran FM untuk lengan pendekat Timur pada jam puncak merupakan data yang tidak baik karena data menyimpang terlalu jauh.

Tabel 2 Hasil Kuartil Bawah dan Kuartil Atas untuk Semua Lengan Pendekat Simpang

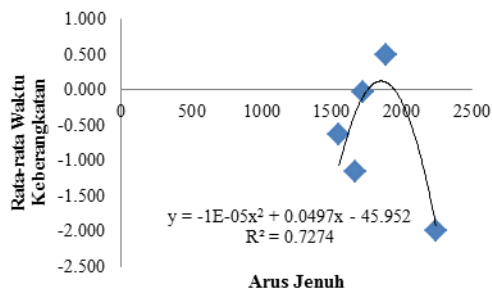
Jam Puncak			
Simpang	Lengan Pendekat	Kuartil Bawah	Kuartil Atas
Jl. Monginsidi – Jl. DI Panjaitan	Timur	0	+1
	Barat	-1	+1
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Letjen Sutoyo	Timur	-1	0
	Barat	-2	-1
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	-3	0
Jam Tidak Puncak			
Jl. Monginsidi – Jl. DI Panjaitan	Timur	-1	+1
	Barat	-1	+2
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Letjen Sutoyo	Timur	-2	0
	Barat	-2	0
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	-4	0

Berdasarkan pada Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa semua lengan pendekat simpang mempunyai simpangan baku yang besar karena menyipang jauh dari kuartil bawah (Q_1) dan kuartil atas (Q_3) yang artinya data waktu keberangkatan kendaraan yang diperoleh dilapangan untuk semua lengan pendekat simpang dikategorikan data yang kurang baik.

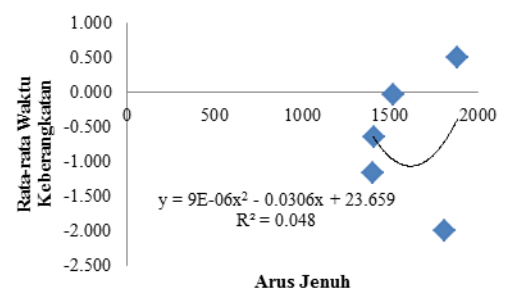
Faktor Pengaruh Terjadinya Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan

Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan pada Simpang Jimbaran FM, Simpang Genengan, dan Simpang Kelurahan Mojosongo untuk lengan pendekat yang dilengkapi dengan *countdown timer* yang dilihat dari kuat lemahnya hubungan korelasi faktor pengaruh rata-rata dengan waktu keberangkatan arus kendaraan untuk semua lengan pendekat simpang.

a) Arus Jenuh



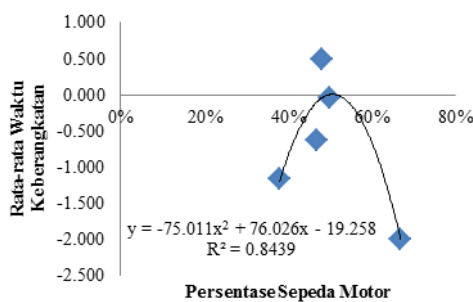
(a)



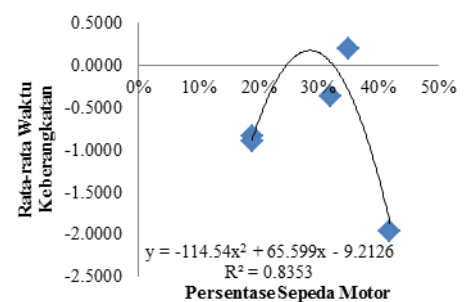
(b)

Gambar 2 Hubungan Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan dengan Arus Jenuh (a) pada Jam Puncak (b) pada Jam Tidak Puncak

b) Persentase Sepeda Motor



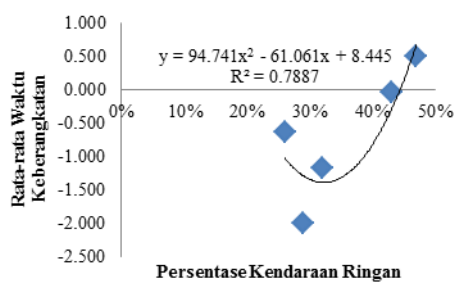
(a)



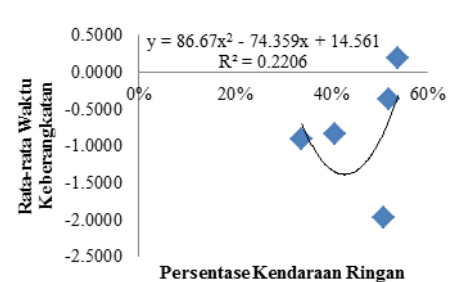
(b)

Gambar 3 Hubungan Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan dengan Persentase Sepeda Motor (a) pada Jam Puncak (b) pada Jam Tidak Puncak

c) Persentase Kendaraan Ringan



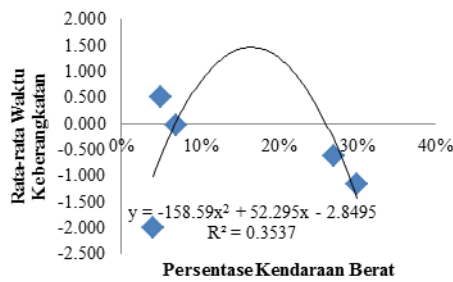
(a)



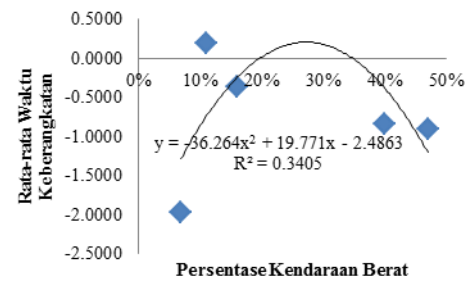
(b)

Gambar 4 Hubungan Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan dengan Persentase Kendaraan Ringan (a) pada Jam Puncak (b) pada Jam Tidak Puncak

d) Persentase Kendaraan Berat



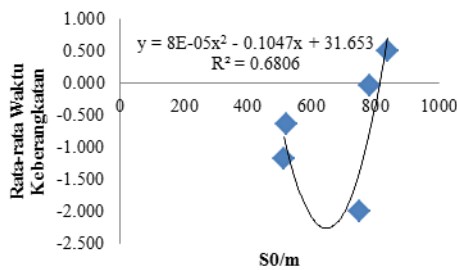
(a)



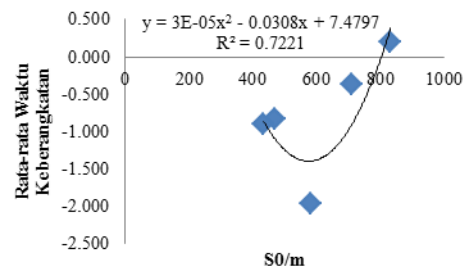
(b)

Gambar 5 Hubungan Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan dengan Persentase Kendaraan Berat (a) pada Jam Puncak (b) pada Jam Tidak Puncak

e) Arus Jenuh Dasar Per Meter (S_0/m)



(a)



(b)

Gambar 6 Hubungan Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan dengan Arus Jenuh Dasar Per Meter (S_0/m) (a) pada Jam Puncak (b) pada Jam Tidak Puncak

Berdasarkan Gambar 2 – 6 dapat dilihat untuk nilai koefisien determinasi (R^2) semua faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan. Dari koefisien determinasi ini dapat diperoleh nilai koefisien korelasinya (r). Koefisien korelasi merupakan akar pangkat koefisien determinasi (R^2). Koefisien korelasi digunakan untuk menunjukkan kuat lemahnya hubungan antar variabel. Berdasarkan kuat lemahnya hubungan dari koefisien korelasi inilah faktor –faktor yang mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan dapat diketahui. Besarnya nilai koefisien korelasi dan kuat lemahnya hubungan antara waktu keberangkatan arus kendaraan dengan faktor yang mempengaruhinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Koefisien Korelasi untuk Faktor Pengaruh Terjadinya Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan pada Jam Puncak

Jam Puncak		
Hubungan Waktu Keberangkatan Kendaraan dengan Faktor Pengaruh	Nilai Koefisien Korelasi	Hubungan Koefisien Korelasi
Waktu keberangkatan – Arus Jenuh	0,8526	Sangat Kuat
Waktu keberangkatan – Sepeda Motor	0,9182	Sangat Kuat
Waktu Keberangkatan – Kendaraan Ringan	0,8877	Sangat Kuat
Waktu Keberangkatan – Kendaraan Berat	0,5941	Kuat
Waktu Keberangkatan – Arus Jenuh Dasar Per Meter (S_0/m)	0,8246	Sangat Kuat

Tabel 4 Koefisien Korelasi untuk Faktor Pengaruh Terjadinya Variasi Waktu Keberangkatan Arus Kendaraan pada Jam Tidak Puncak

Jam Tidak Puncak		
Hubungan Waktu Keberangkatan Kendaraan dengan Faktor Pengaruh	Nilai Koefisien Korelasi	Hubungan Koefisien Korelasi
Waktu keberangkatan – Arus Jenuh	0,2191	Sangat Lemah
Waktu keberangkatan – Sepeda Motor	0,9138	Sangat Kuat
Waktu Keberangkatan – Kendaraan Ringan	0,4690	Cukup Kuat
Waktu Keberangkatan – Kendaraan Berat	0,5831	Kuat
Waktu Keberangkatan – Arus Jenuh Dasar Per Meter (S_0/m)	0,8497	Sangat Kuat

Berdasarkan hubungan koefisien korelasi yang sangat kuat pada Tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa pada jam puncak faktor yang paling mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan pada Simpang Jimbaran FM, Simpang Genengan, dan Simpang Kelurahan Mojosoongo adalah faktor arus jenuh, sepeda motor, kendaraan ringan dan arus jenuh dasar per meter. Sedangkan pada jam tidak puncak, faktor yang paling mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan adalah faktor sepeda motor dan arus jenuh dasar per meter.

Arus Jenuh

Dari hasil rekaman dan pembacaan data yang telah dilakukan pada Simpang Jimbaran FM, Simpang Genengan, dan Simpang Kelurahan Mojosoongo didapatkan data arus lalu lintas untuk sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) per 6 detik setiap siklus waktu hijau. Data tersebut kemudian digunakan untuk mencari besarnya nilai arus jenuh yang terjadi di lapangan. Besarnya nilai arus jenuh yang terjadi di lapangan pada Simpang Jimbaran FM, Simpang Genengan, dan Simpang Kelurahan Mojosoongo dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai Arus Jenuh untuk Semua Lengan Pendekat Simpang

Jam Puncak		
Simpang	Lengan Pendekat	Arus Jenuh (smp/jam)
Jl. Monginsidi – Jl. DI Panjaitan	Timur	1892
	Barat	1723
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Letejen Sutoyo	Timur	1557
	Barat	1668
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	2246
Jam Tidak Puncak		
Simpang	Lengan Pendekat	Arus Jenuh
Jl. Monginsidi – Jl. DI Panjaitan	Timur	1888
	Barat	1521
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Letejen Sutoyo	Timur	1410
	Barat	1406
Jl. Sumpah Pemuda – Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	1813

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada saat jam puncak Simpang Kelurahan Mojosoongo untuk lengan pendekat Selatan merupakan lengan pendekat simpang studi yang memiliki nilai arus jenuh terbesar yaitu 2246 smp/jam dan Simpang Genengan untuk lengan pendekat Timur merupakan lengan pendekat simpang studi yang memiliki nilai arus jenuh terkecil yaitu 1557 smp/jam. Sedangkan pada jam tidak puncak Simpang Jimbaran FM untuk lengan pendekat Timur merupakan lengan pendekat simpang studi yang memiliki nilai arus jenuh terbesar yaitu 1888 smp/jam dan Simpang Genengan untuk lengan pendekat Timur merupakan lengan pendekat simpang studi penelitian yang memiliki nilai arus jenuh terkecil yaitu 1410 smp/jam.

Arus Jenuh Dasar Per Meter (S_0/m)

Berdasarkan rumus yang ditetapkan dalam MKJI 1997, nilai arus jenuh dapat ditentukan dengan cara mengalikankan arus jenuh dasar dengan faktor-faktor penyesuaian seperti berikut :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT}$$

Untuk arus jenuh dasar berdasarkan MKJI 1997 dapat ditentukan dengan cara mengalikankan nilai arus jenuh dasar per meter (S_0/m) 600 dengan lebar efektif dari lengan pendekat simpang, seperti berikut:

$$S_0 = 600 \times W_{\text{efektif}}$$

Salah satu tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui apakah nilai arus jenuh dasar per meter (S_0/m) yang mana pada rumus MKJI di atas adalah nilai 600, pada setiap lengan pendekat simpang sesuai standar yang telah ditetapkan dalam MKJI 1997 atau tidak. Oleh karena itu, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan arus jenuh dasar berdasarkan arus jenuh lapangan caranya adalah membagi arus jenuh lapangan hasil metode *time slice* dengan faktor-faktor penyesuaian. Kemudian, setelah didapatkan hasil arus jenuh dasar lapangan, langkah selanjutnya adalah mencari (S_0/m) dengan cara membagi arus jenuh dasar *time slice* dengan lebar efektif lengan pendekat simpang.

Hasil perhitungan untuk arus jenuh dasar berdasarkan arus jenuh *time slice* dan perhitungan untuk (S_0/m) pada rumus arus jenuh dasar MKJI 1997 untuk semua lengan pendekat simpang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai S_0/m untuk Semua Lengan Pendekat Simpang pada Jam Puncak

Jam Puncak							
Simpang	Lengan Pendekat	$S_{Time\ Slice}$	S_0	S_0/m	Persentase Komposisi Kendaraan		
					MC	LV	HV
Jl. Monginsidi - Jl. DI Panjaitan	Timur	1892	1964	839,2239	48%	47%	5%
	Barat	1723	1831	782,3766	50%	43%	7%
Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Letjen Sutoyo	Timur	1557	1829	522,6408	47%	26%	27%
	Barat	1668	1803	515,2764	38%	32%	30%
Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	2246	2507	750,5454	67%	29%	4%
Jam Tidak Puncak							
Jl. Monginsidi - Jl. DI Panjaitan	Timur	1888	1952	834,2375	35%	54%	11%
	Barat	1521	1668	712,8344	32%	52%	16%
Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Letjen Sutoyo	Timur	1410	1644	469,6442	19%	41%	40%
	Barat	1406	1522	434,9355	19%	34%	47%
Jl. Sumpah Pemuda - Jl. Tangkuban Perahu	Selatan	1813	1945	582,3421	42%	51%	7%

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai arus jenuh dasar per meter (S_0/m) pada jam puncak untuk Simpang Jimbaran FM (839,2239 dan 782,3766) dan Simpang Kelurahan Mojosoongo (750,5454) melampaui nilai (S_0/m) standar ditetapkan MKJI 1997 sebesar 600, sedangkan untuk Simpang Genengan memiliki nilai S_0/m (522,6408 dan 515,2764) yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai (S_0/m) standar ditetapkan MKJI 1997 sebesar 600. Sementara pada jam tidak puncak Simpang Jimbaran FM memiliki nilai S_0/m (834,2375 dan 712,8344) yang melampaui nilai (S_0/m) standar ditetapkan MKJI 1997 sebesar 600, sedangkan nilai S_0/m untuk Simpang Genengan (469,6442 dan 434,9355) dan Simpang Kelurahan Mojosoongo (582,3421) lebih kecil dibandingkan nilai S_0/m standar ditetapkan MKJI 1997 sebesar 600.

KESIMPULAN

- 1) Untuk variasi waktu keberangkatan arus kendaraan, baik pada jam puncak dan jam tidak puncak semua lengan simpang yang dilengkapi dengan *countdown timer* variasi waktu keberangkatan arus kendaraan yang terjadi yang mengarah pada nilai negatif atau dapat dikatakan mengalami percepatan pergerakan keberangkatan, kecuali untuk lengan pendekat Timur Simpang Jimbaran FM yang variasi waktu keberangkatan arus kendaraannya mengarah pada nilai positif atau dapat keberangkatan arus kendaraannya tepat waktu.
- 2) Faktor yang paling mempengaruhi terjadinya variasi waktu keberangkatan arus kendaraan pada jam puncak adalah arus jenuh, sepeda motor, kendaraan ringan, dan arus jenuh dasar per meter. Sedangkan pada jam tidak puncak faktor yang paling mempengaruhi adalah sepeda motor dan arus jenuh dasar per meter.

- 3) Untuk nilai arus jenuh dasar permeter (S_0/m), pada jam puncak Simpang Jimbaran dan Simpang Kelurahan Mojosongo memiliki nilai S_0/m yang melampaui standar ditetapkan MKJI 1997, sedangkan untuk Simpang Genengan memiliki nilai S_0/m lebih kecil dibandingkan dengan standar ditetapkan MKJI 1997. Sementara pada jam tidak puncak Simpang Jimbaran FM memiliki nilai S_0/m yang melampaui standar ditetapkan MKJI 1997, sedangkan untuk Simpang Genengan dan Simpang Kelurahan Mojosongo memiliki nilai S_0/m yang lebih kecil dibandingkan standar ditetapkan MKJI 1997.

REKOMENDASI

- 1) Penelitian ini hanya terbatas pada pergeseran waktu keberangkatan kendaraan, dan arus jenuh dasar (S_0/m) untuk lengan pendekat simpang yang dilengkapi dengan *countdown timer*, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis terhadap lengan pendekat simpang tanpa *countdown timer*. Kemudian dibandingkan hasil keduanya untuk mengetahui pengaruh adanya *countdown timer*.
- 2) Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk banyaknya pelanggaran sehingga bisa memberikan gambaran yang lebih jelas tentang potensi pelanggaran yang terjadi pada lengan pendekat simpang yang dilengkapi dengan *countdown timer*.
- 3) Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk nilai S_0/m pada MKJI 1997.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih pertama ditujukan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan nikmatnya. Selanjutnya kepada Amirotul MHM, ST, MSc. dan S. J. Legowo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Adinda (2016). Pengertian dan Cara Mencari Mean, Median, Modus, dan Standar Deviasi. <https://adinda491.wordpress.com/2016/05/13/pengertian-dan-cara-mencarinya-mean-median-modus-dan-standar-deviasi>. [9 Juli 2016].
- Bowoputro, Hendi, M.Zainul Arifin, Lutfi Djakfar, dan Rahayu Kusumaningrum. 2014. *Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal di Kota Malang Bagian Selatan*. Jurnal Rekayasa Sipil Volume 8, No.2 – 2014 ISSN 1978 – 5658.
- Cong, Z., Yongfeng, M., & Jian, L., 2012, *Study On Start-up Lost Time of Traffic Signal with Countdown Display and the Driving Behavior at the End of Green Signal*, *Proceeding of The 12th International Conference of Transportation Professionals*, pp. 941-952.
- Faisal, M Reza. 2016. *Seri Belajar Bahasa Pemrograman Pengenalan Bahasa Pemrograman*. e-book. https://books.google.co.id/books?id=Q3sIDAAAQBAJ&dq=batas+simpangan+baku+dikatakan+data+baik&hl=id&source=gbs_navlinks_s [9 Juli 2018]
- Fitrian, Rizka Dimas. 2014. *Analisis Countdown Timer Di Traffic Light Terhadap Driving Behavior*. Program Studi S1 Teknik Industri. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Ghozali, Imam. 2009 *Ekonometrika – Teori, Konsep, dan Aplikasi dengan SPSS 17*. Badan Penerbit Diponegoro. Semarang.
- Jonathan, Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Kazmier, Leonard J. *Schaum's Easy Outlines: Statistik Untuk Bisnis*. Erlangga.
- Nyo Glaudes (2013). Distribusi Frekuensi.. <http://nyoglaudes.blogspot.co.id/2013/02/distribusi-frekuensi.html> [9 Juli 2016]
- Prasetyowati, Dindin Astriani. 2016. *Analisa Statistik (Teori Dan Aplikasi Menggunakan Spss)*. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Indo Global Mandiri. Palembang.
- Smufi. *Quartil dari Data Tunggal dan Data Kelompok*. <http://blajar-pintar.blogspot.com/2012/08/quartil-dari-data-tunggal-dan-data.html> [9 Juli 2018]
- Susanto, Benidiktus, dan Yohanes Jarot Susanto. 2010. *Efektivitas Countdown Timer pada Simpang Ber-APILL*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 Sanur – Bali, 2 – 3 Juni 2010.
- W, Lila Kurnia, Achmad Wicaksono, dan M. Ruslin Anwar. 2013. *Analysis Of Motorcycle Effects To Saturation Flow Rate At Signalized Intersections In Malang City*. Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 7, No.3 – 2013 ISSN 1978 – 5658.
- Yudistira, Winwin. 2017. *Analisa Model Arus Jenuh pada Simpang Bersinyal*. e-Jurnal Teknik Sipil/Maret 2017.