



Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Beberapa Simpang Bersinyal dilengkapi *Countdown Timer* di Kota Malang¹

Passenger Car Equivalent at Signalized Intersections with Countdown Timer in Malang City

Dikka Anggoro^a, Harnen Sulistio^b, Achmad Wicaksono^b, Sonya Sulistyono^{c,2}

^a Program Studi S2 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang Jl. MT. Haryono 147 Malang

^b Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang Jl. MT. Haryono 147 Malang

^c Program Studi S3 Ilmu Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang Jl. MT. Haryono 147 Malang

ABSTRAK

Ekivalensi mobil penumpang (emp) digunakan untuk analisis kapasitas jalan. Nilai emp untuk kendaraan tidaklah konstan atau sama tetapi memiliki nilai yang bervariasi. Pada penelitian ini mencari nilai emp untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) dan kendaraan berat (HV) pada simpang bersinyal pada kondisi jenuh dengan menggunakan *countdown timer (CDT)* pada kondisi *on* dan *off*. Data nilai emp dikumpulkan pada lima simpang di Kota Malang; Simpang Ciliwung, Dieng, BCA, L.A. Sucipto dan Rampal. Video kamera digunakan untuk merekam dan pengumpulan data dan untuk menghitung nilai emp menggunakan metode regresi linier. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai rata-rata untuk sepeda motor pada kondisi *CDT on* dan *off* ialah 0,294 dan 0,293. Sedangkan untuk kendaraan berat (HV) untuk kondisi *CDT on* dan *off* ialah 1,565 dan 1,507. Sedangkan untuk evaluasi nilai emp terdapat perbedaan yang signifikan diantara nilai emp hasil analisis dengan nilai emp MKJI 1997 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Untuk persentase jenis MC, apabila persen kendaraan bermotor meningkat sebesar 75% maka nilai empnya akan meningkat. Sedangkan untuk HV, apabila persen kendaraan berat (HV) meningkat sebesar 1,5% maka nilai empnya akan meningkat dikarenakan dimensi yang besar.

Kata kunci: Countdown Timer, Regresi Linier, Ekivalensi Mobil Penumpang, Simpang Bersinyal

ABSTRACT

Passenger car equivalents (PCE) is used in highway capacity analysis. PCE value for a vehicle is not constant. In this study, PCE for motorcycle, light vehicle and heavy vehicle were developed at signalized intersection on saturation condition with and without countdown timer (CDT) in Malang City. PCE data were collected at five intersection; Ciliwung, Dieng, BCA, L.A. Sucipto and Rampal intersection. A digital video camera was utilized for data collection and linier regression method was used to calculate the PCE values. The analysis result shows for the average pcu value for the type of motorcycle (MC) at CDT on and off condition is 0,294 and 0,293. As for the types of heavy vehicles (HV) at CDT on and off conditions are 1.565 and 1.507. While to evaluate the pcu value, there is a significant difference between the values of pcu analysis results with the value of MKJI 1997 with a level of confidence in the significance of 95%. For percentage of motorcycle type (MC) if the percentages value of 75% the pcu value will increase. While for HV if the percentage is above 1.5% then the value of emp will increase because HV type has big dimension.

Keywords: countdown timer, linier regression, passenger car equivalent, signalized intersection,.

¹ Info Artikel: Received 30 Desember 2018, Received in revised form 10 Januari 2018, Accepted 26 September 2018

² E-mail: dikkaa10@gmail.com (D. Anggoro), harnen@ub.ac.id (H. Sulistio), wicaksono1968@yahoo.com (A. Wicaksono), sonya.sulistyono@unej.ac.id (S. Sulistyono)

PENDAHULUAN

Kota Malang merupakan kota terbesar kedua setelah Surabaya terletak di Propinsi Jawa Timur, saat ini pembangunannya terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, semakin pesatnya kegiatan sosial ekonomi masyarakat, seperti industri dan pariwisatanya. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2016), jumlah penduduk Kota Malang pada tanggal 1 September 2016 berjumlah 890.636 jiwa. Sejalan dengan itu, kebutuhan akan transportasi juga semakin meningkat, sehingga secara tidak langsung menambah padatnya arus lalu lintas di Kota Malang dan diperlukan adanya manajemen lalu lintas yang tepat untuk mengatur kelancaran arus lalu lintas, khususnya di daerah persimpangan bersinyal.

Salah satu kebijakan manajemen lalu lintas adalah dengan pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) atau yang lebih dikenal *traffic light* pada persimpangan yang memiliki angka pergerakan yang cukup tinggi. Pada simpang bersinyal, pemasangan *countdown timer* (CDT) sebagai alat bantu yang menampilkan lamanya waktu merah, kuning dan hijau, pada simpang dengan arus lalu lintas tinggi.

Ekivalensi mobil penumpang (emp) digunakan untuk mengkonversi satuan arus lalu lintas dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang per jam. Nilai emp ditentukan dengan cara membandingkan besarnya pengaruh suatu jenis kendaraan terhadap mobil penumpang pada arus lalu lintas (Iskandar, 2010). Serta nilai emp sangatlah penting untuk menganalisa studi kelayakan jalan, penentuan kelas jalan pada perencanaan geometrik jalan dan kinerja jalan. Sebagai satu-satunya manual di Indonesia, Bina Marga belum mengeluarkan edisi terbaru yang lengkap dari MKJI. Dengan kondisi yang berbeda pada tahun 1997 dengan saat ini, maka dirasakan perlu mengkalibrasi dan memvalidasi nilai-nilai parameter yang dikeluarkan MKJI untuk mengevaluasi dan merencanakan ruas jalan dan persimpangan.

Adapun tujuan dari kajian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk kendaraan bermotor pada simpang bersinyal dengan *countdown timer* (CDT) dan tanpa *countdown timer* (CDT) pada daerah studi.
2. Mengevaluasi perbedaan ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan MKJI 1997 dan ekivalensi mobil penumpang (emp) hasil penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisah dari semua sistem jalan. Persimpangan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (Khristy dan Lall, 2005).

Pengaturan sinyal pada persimpangan khususnya persimpangan bersinyal diatur sesuai sistem dengan tiga aspek lampu yaitu merah, kuning dan hijau (Morlok,1991). Alat *countdown timer* (CDT) dibuat untuk memberitahukkan waktu yang tersisa pada pengemudi untuk mengambil keputusan (Chen, et al, 2009).

Tabel 1 Pengaruh pemasangan alat CDT

CDT	Kecelakaan	Travel Timer	Kapasitas	Delay
Hijau	-	-	-	-
Merah	+	-	-	+
Hijau + Merah	-	-	-	-

Sumber: (Hongyun Chen, et al, 2009)

Menurut MKJI 1997, ekivalensi mobil penumpang (emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas. Setiap jenis kendaraan memiliki nilai emp yang berbeda-beda dengan jenis kendaraan yang lainnya tergantung pada pengaruh keberadaannya dalam suatu arus lalu lintas. Kapasitas dan tundaan merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas dan tingkat pelayanan sebuah simpang, namun faktor ekivalensi kendaraan dan arus jenuh simpang menjadi syarat utama dalam mengoptimalkan kapasitas dan meminimalkan tundaan di persimpangan.

Metode *time slice* adalah salah satu metode untuk melakukan pengukuran arus jenuh di simpang bersinyal yang dikembangkan oleh *Road Research Laboratory*, 1963 yang tercantum dalam "*Road Note 34, A Method of Measuring Saturation Flow at Traffic Signal*". Metode ini mengukur rata-rata kendaraan yang melewati garis henti ketika periode sinyal hijau dan membaginya berdasarkan potongan waktu (*time slice*) dengan interval yang lebih kecil (misalnya per enam detik) (Yuliantana & Patandianan, 2013).

METODE PENELITIAN

Lokasi kajian yaitu dilakukan pada simpang bersinyal baik itu pada simpang tiga dan empat di Kota Malang. Lokasi kajian seperti dalam Gambar 1. Dalam bagan alir kajian seperti pada Gambar 2, data primer didapatkan melalui survei langsung meliputi volume lalu lintas, geometrik simpang, waktu sinyal, arus jenuh eksisting dengan metode *time slice*. Analisis ekivalensi mobil penumpang (emp) di simpang bersinyal menggunakan *countdown timer* (CDT) dan tanpa *countdown timer* (CDT) menggunakan metode regresi linier.

Metode yang digunakan ialah survai inventaris simpang, data lampu lalu lintas/pengaturan sinyal, komposisi arus kendaraan. Pengambilan data arus kendaraan menggunakan kamera digital yang diletakan pada tiap-tiap pendekat pada setiap persimpangan.

Metode analisis data, untuk menentukan nilai emp menggunakan metode *time slice* dimana pengolahan data berdasarkan hasil rekaman video yang diamati di tiap-tiap pendekat di setiap lengan simpang bersinyal. Proses pengolahan dan masukan data dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melewati garis henti pada arah lurus (ST), belok kanan (RT) dan belok kiri (LT) pada masing-masing lajur di setiap pendekat pada saat waktu hijau efektif. Komposisi pergerakan kendaraan yang melewati garis henti dihitung dan dicatat berdasarkan klarifikasi sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Hasil rekaman video selama beberapa siklus atau waktu pengamatan yang telah ditentukan disetiap pendekat yang telah dimasukan data, selanjutnya ditabulasikan.

Potongan waktu/*time slice* dapat digunakan untuk memudahkan pengamatan kondisi arus jenuh. Pada penelitian potongan waktu yang digunakan adalah 3 detik karena kondisi di

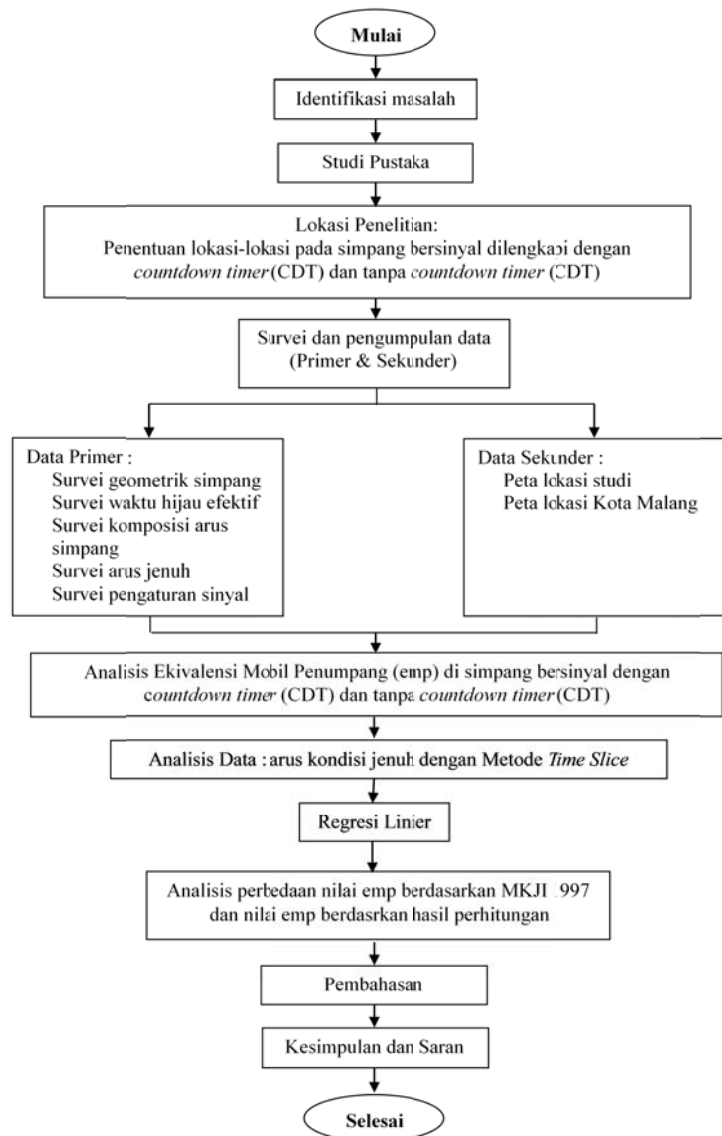
lapangan mayoritas adalah sepeda motor. Dengan potongan waktu/*time slice* 3 detik diharapkan pengamatan jumlah kendaraan yang teramati per siklus/waktu pengamatan khususnya kendaraan bermotor (MC), kendaraan berat (HV) dan kendaraan ringan (LV) lebih teliti. Pengamatan akan dilakukan pada kondisi persimpangan di setiap pendekatan dengan menggunakan alat *countdown timer* (CDT) dan tanpa *countdown timer* (CDT), kemudian dianalisis dan dievaluasi.

Kemudian untuk kalibrasi nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) dilakukan dengan metode regresi linier. Metode ini mengacu pada perhitungan jumlah setiap kendaraan seperti kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV) serta kendaraan bermotor (MC) yang lepas atau melewati dari garis henti simpang bersinyal terhadap jumlah kendaraan ringan (LV) yang melintasi garis henti yang melintasi garis henti pada setiap pendekatan di simpang bersinyal dengan *countdown timer* (CDT) pada saat hijau efektif. Jumlah kendaraan yang melintas akan diregresikan terhadap jumlah kendaraan yang teramati seperti kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV) serta kendaraan bermotor (MC) dan terhitung selama banyak waktu siklus untuk keseluruhan simpang yang diamati sebagai variabel bebas/variabel penjelas (*independent variabel*).

Untuk mengevaluasi nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) akan dibandingkan dengan nilai emp berdasarkan dengan MKJI 1997 dengan hasil analisis, disini akan melihat perbedaan pada hasil nilai emp pada tiap-tiap perlakuan dengan cara uji analisis statistik *paired-samples T test* (Uji t) dengan bantuan program SPSS kemudian dilihat signifikansi dari beberapa jenis kendaraan yang diamati pada nilai emp baik hasil analisis maupun dari MKJI 1997.



Gambar 1 Lokasi studi penelitian



Gambar 2 Diagram alir penelitian

PEMBAHASAN

Data arus jenuh lalu lintas

Survei dilakukan pada hari senin, tanggal 27 Juni 2017 selama 2 jam. Ditempatkan 1 kamera sebagai alat perekam video yang dapat merekam pola pergerakan lalu lintas pada tiap-tiap pendekatan pada simpang. Pada Tabel 2. diperlihatkan besarnya arus jenuh lalu lintas pada beberapa kondisi di masing-masing simpang.

Data geometrik dan waktu sinyal

Dari hasil survei didapatkan data-data geometrik untuk lima simpang seperti pada Tabel 3. Selain itu, dari data sinyal kondisi eksisting didapat jumlah fase dan waktu siklus pada tiap-tiap simpang yang telah diteliti sejumlah delapan persimpangan dimana terdapat persimpangan berkaki tiga dan empat.

Tabel 2 Data Arus Jenuh Lalu Lintas

Simpang	Pendekat	Arus jenuh (kend/jam)		Persentase					
		On	Off	CDT on			CDT off		
				LV	MC	HV	LV	MC	HV
Ciliwung	Jl. Ciliwung	6.238	7.006	26,50	72,14	0,68	29,59	69,95	0,46
	Jl. S. Parman (S)	4.953	6.677	34,35	73,14	0,86	44,57	54,60	0,84
BCA	Jl. Kahuripan	5.015	5.377	27,25	72,82	0,61	25,06	74,70	0,25
	Jl. Semeru	6.596	4.159	34,08	64,79	0,58	21,39	78,30	0,26
Dieng	Jl. Terusan Dieng	5.052	5.627	15,32	63,08	1,28	17,46	81,22	1,32
	Jl. Raya Langsep	4.340	8.981	19,49	79,87	0,65	22,51	76,43	1,06
	Jl. Galunggung	12.139	11.629	36,24	83,4	0,69	32,75	66,63	0,62
LA. Sucipto	Jl. LA. Sucipto (B)	4.816	5.515	35,39	72,52	3,73	30,53	63,87	5,60
	Jl. LA. Sucipto (T)	4.767	5.069	25,33	60,88	2,15	24,51	74,50	0,99
Rampal	Jl. Pattimura	6.419	6.955	25,80	73,97	0,23	24,76	74,12	2,44
	Jl. Urip Sumoharjo	5.400	4.412	29,74	69,32	0,94	29,96	69,08	0,96

Tabel 3 Data geometrik dan waktu sinyal

Simpang	Pendekat	Lebar pendekat	Waktu			
			H	K	M	S
Ciliwung	Jl. Ciliwung	8,2	15	2	65	82
	Jl. S. Parman (S)	6,4	21	3	58	82
BCA	Jl. Kahuripan	7,1	38	3	42	83
	Jl. Semeru	7,4	38	3	42	83
Dieng	Jl. Terusan Dieng	7,2	24	3	84	111
	Jl. Raya Langsep	8	21	3	87	111
	Jl. Galunggung	6,9	15	3	90	108
LA. Sucipto	Jl. LA. Sucipto (B)	5,2	30	3	60	93
	Jl. LA. Sucipto (T)	7,1	21	3	69	93
Rampal	Jl. Pattimura	6,2	24	3	80	107
	Jl. Urip Sumoharjo	7	26	3	82	111

Nilai EMP

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai emp tertinggi untuk jenis kendaraan bermotor pada kondisi *on* adalah pada simpang Ciliwung dengan nilai emp MC sebesar 0,35 sedangkan untuk kondisi *off* ialah pada simpang Ciliwung dengan nilai emp MC sebesar 0,35.

Tabel 4 Rekapitulasi nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang

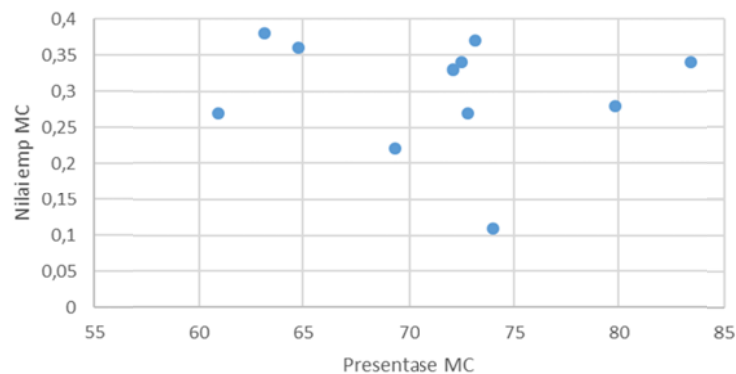
Simpang	Pendekat	Nilai emp						Nilai emp rata-rata					
		CDT on			CDT off			CDT on			CDT off		
		LV	MC	HV	LV	MC	HV	LV	MC	HV	LV	MC	HV
Ciliwung	Jl. Ciliwung	1	0,33	-	1	0,39	-	1	0,35	-	1	0,39	-
	Jl. S. Parman (S)	1	0,37	-	1	0,38	-	1	0,35	-	1	0,39	-
BCA	Jl. Kahuripan	1	0,27	-	1	0,35	-	1	0,32	1,35	1	0,32	-
	Jl. Semeru	1	0,36	1,35	1	0,29	-	1	0,32	1,35	1	0,32	-
Dieng	Jl. Terusan Dieng	1	0,38	-	1	0,29	-	1	0,33	1,72	1	0,29	1,63
	Jl. Raya Langsep	1	0,28	-	1	0,24	-	1	0,33	1,72	1	0,29	1,63
	Jl. Galunggung	1	0,34	1,72	1	0,35	1,63	1	0,33	1,72	1	0,29	1,63
LA. Sucipto	Jl. LA. Sucipto (B)	1	0,34	1,76	1	0,26	-	1	0,31	1,63	1	0,26	1,43
	Jl. LA. Sucipto (T)	1	0,27	1,49	1	0,25	1,43	1	0,31	1,63	1	0,26	1,43
Rampal	Jl. Pattimura	1	0,11	-	1	0,17	1,46	1	0,17	-	1	0,21	1,46
	Jl. Urip Sumoharjo	1	0,22	-	1	0,25	-	1	0,17	-	1	0,21	1,46

Sedangkan untuk kondisi *off* ialah pada simpang Ciliwung dengan nilai emp MC sebesar 0,39. Nilai emp tertinggi untuk jenis kendaraan berat pada kondisi *on* ialah pada simpang Dieng dengan nilai emp HV sebesar 1,72, dan kondisi *off* ialah pada pada simpang Dieng.

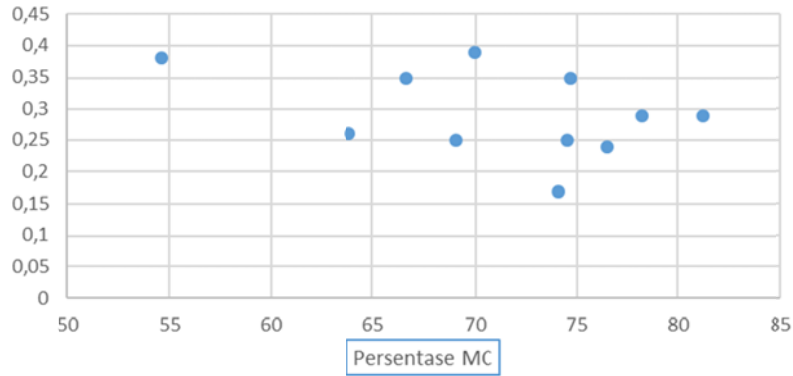
Untuk nilai emp pada masing-masing pendekat nilai emp yang terbesar untuk jenis kendaraan bermotor (MC) pada kondisi *countdown timer on* dan *off* 0,37 (pendekat Jl. S. Parman (S)) dan 0,39 (pendekat Jl. Ciliwung). Sedangkan untuk jenis kendaraan berat (HV) pada kondisi *countdown timer on* dan *off* 1,76 (pendekat Jl. L.A. Sucipto (T)) dan 1,63 (pendekat Jl. Galunggung).

Kemudian untuk nilai rata-rata pada simpang yang di teleti untuk jenis kendaraan berat (HV) maupun kendaraan bermotor (MC) pada konsisi *countdown timer on* ialah sebesar 1,565 dan 0,294. Sedangkan untuk simpang pada kondisi *countdown timer off* untuk jenis kendaraan berat (HV) dan kendaraan bermotor (MC) adalah sebesar 1,507 dan 0,293.

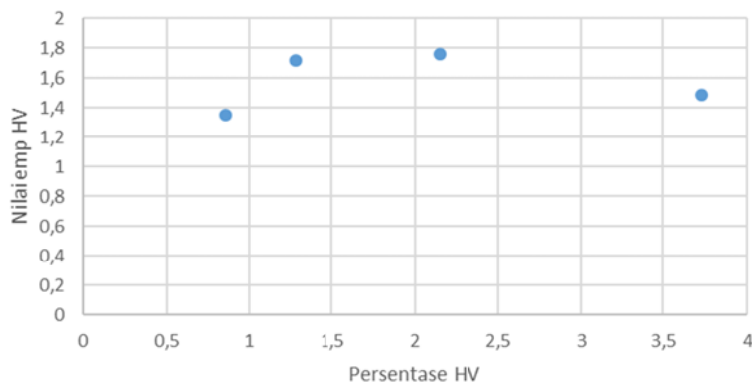
Dari gambar 3 dan gambar 4 menggambarkan hubungan antara persentase sepeda motor (MC) dengan nilai emp nya terlihat bahwa pada peresentase sepeda motor dibawah 75% hubungan diantara keduanya adalah semakin tinggi persenstase sepeda motor maka semakin kecil nilai emp nya, namun apabila presentase 75% ke atas maka nilai emp semakin tinggi



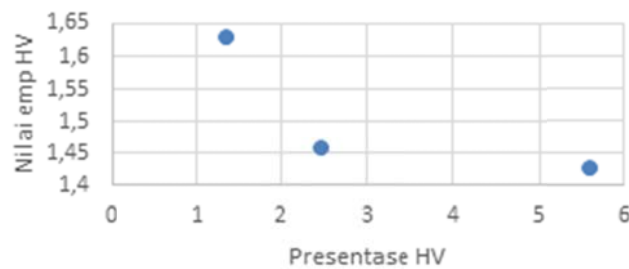
Gambar 3 Grafik hubungan antara presentase MC dengan nilai emp (*on*)



Gambar 4 Grafik hubungan antara presentase MC dengan nilai emp (*off*)



Gambar 5 Grafik hubungan antara presentase HV dengan nilai emp (*on*)



Gambar 6 Grafik hubungan antara presentase HV dengan nilai emp (*off*)

Dari gambar 5 dan gambar 6 menggambarkan hubungan antara presentase kendaraan berat (HV) dengan nilai presentase kendaraan berat maka nilai emp nya semakin besar, hal ini menegaskan bahwa peningkatan presentase kendaraan berat dipersimpangan akan mempengaruhi peningkatan nilai emp nya.

Kemudian untuk perbedaan jenis perlakuan pendekat yang menggunakan *countdown timer* pada kondisi *on* dan *off*, berdasarkan hasil penelitian diperoleh masing-masing jenis kendaraan memiliki nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) yang bervariasi. Ini disebabkan karena pada tiap-tiap pendekat pasti memiliki karakteristik jenis kendaraan yang berbeda seperti kendaraan yang memiliki dimensi yang lebih besar seperti kendaraan

berat dimana akan mempengaruhi nilai emp yang semakin membesar. Kemudian untuk jenis karakteristik arus lalu lintas pada tiap-tiap pendekat berbeda dimana apabila kecepatan lalu lintas semakin tinggi maka nilai emp semakin rendah, serta untuk persentase jenis kendaraan baik itu kendaraan ringan (LV), kendaraan bermotor (MC) dan kendaraan berat (HV) serta kendaraan yang melakukan pergerakan membelok akan mempengaruhi nilai emp.

Semakin besar persentase sepeda motor (MC) maka semakin memperkecil kapasitas simpang pada lengan-lengan pendekat. Serta untuk simpang bersinyal dengan lengan berpendekat dimana apabila kondisi pada lengan pendekat dilwati oleh kendaraan yang bergerak lambat maka nilai emp akan semakin tinggi dengan meningkatnya persentase jenis kendaraan yang bergerak lambat.

Koefisien ekivalen suatu jenis kendaraan pada suatu persimpangan mungkin berbeda dengan persimpangan yang lainnya meskipun kondisi dan bentuknya identik, hal ini disebabkan oleh karakteristik lalu lintas dan perilaku pengemudi pada persimpangan tersebut (Soegondo et al, 1983).

Evaluasi perbandingan nilai Ekivalensi Mobil Penumpang (emp)

Untuk menentukan perbandingan nilai emp hasil analisis dengan nilai emp MKJI 1997 ialah dengan membandingkan masing-masing nilai emp pada tiap-tiap jenis kendaraan dengan uji analisis statistik *paired-samples T test* (Uji t). Maka nilai yang diperoleh untuk jenis kendaraan bermotor (MC) dengan kondisi on dan off adalah dimana t hitung (4,289) > t tabel (2,228), t hitung (4,940) > t tabel (2,228), sedangkan untuk jenis kendaraan berat (HV) dengan kondisi on dan off adalah dimana t hitung (3,885) > t tabel (3,182), t hitung (4,319) > t tabel (4,302). Dimana untuk tingkat kepercayaan/signifikansi sebesar 95% dengan arti bahwa nilai hasil analisis berbeda secara signifikan dengan nilai MKJ 1997.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil studi penelitian pada lima lokasi simpang bersinyal dengan *countdown timer* (CDT) di Kota Malang, sebagai berikut :
 - a. Nilai emp pada simpang Ciliwung pada kondisi *on* dan *off* untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) sebesar 0,35 dan 0,39.
 - b. Nilai emp pada simpang BCA pada kondisi *on* dan *off* untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) sebesar 0,32 dan 0,32 dan untuk jenis kendaraan berat (HV) sebesar 1,35.
 - c. Nilai emp pada simpang Dieng pada kondisi *on* dan *off* untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) sebesar 0,33 dan 0,29 dan jenis kendaraan berat (HV) sebesar 1,72 dan 1,63.
 - d. Nilai emp pada simpang L.A. Sucipto pada kondisi *on* dan *off* untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) sebesar 0,305 dan 0,255 dan untuk jenis kendaraan berat (HV) sebesar 1,63 dan 1,43.
 - e. Nilai emp pada simpang Rampal untuk jenis kendaraan sepeda motor (MC) sebesar 0,18 dan 0,21, dan untuk jenis kendaraan berat (HV) sebesar 1,46.
 - f. Nilai rata-rata untuk jenis kendaraan bermotor (MC) dan kendaraan berat (HV) untuk kondisi *countdown timer on* dan *off* berturut-turut ialah 0,294, 0,293 dan 1,565, 1,507.

2. Dari hasil uji signifikansi antara nilai emp hasil analisis dengan nilai emp MKJI 1997 diperoleh hasil bahwa kedua nilai emp tersebut berbeda secara signifikan baik untuk kendaraan ringan (MC) dengan kondisi *on* didapatkan nilai t hitung $4,289 > t$ tabel $2,228$ sedangkan untuk kondisi *off* diperoleh nilai nilai t hitung $4,94 > t$ tabel $2,228$ dan untuk kendaraan berat (HV) kondisi *on* nilai t hitung $3,885 > t$ tabel $3,182$ kemudian untuk kendaraan berat (HV) kondisi *off* nilai t hitung $4,319 > t$ tabel $4,302$, dengan tingkat signifikansi sebesar 95%. Adanya perbandingan nilai emp hasil perhitungan dengan emp dari MKJI adalah, dikarenakan adanya perbedaan ukuran dimensi kendaraan, kondisi geometrik simpang dan persentase komposisi kendaraan dalam arus lalu lintas yang melewati persimpangan pada lengan pendekat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2016). *Malang Dalam Angka 2016*. Kota Malang: Badan Pusat Statistik Kota Malang.
- Chen, Hongyun., et al. (2009). "What Do We Know About Signal Countdown Timer". *ITE Journal on the Web*. July 2009.
- Iskandar, Hikmat. (2010). *Cara Pemutahiran Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang Dan Kapasitas Dasar Ruas Jalan Luar Kota*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Khisty C. J. dan Lall B. K. (2006). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Road Research Laboratory. (1963). *Road Note 34, A Method of Measuring Saturation Flow at Traffic Signals*. London: H.M. Stationery Office.
- Soegondo T., Tumewu W. dan Kosasih D.. (1983). Saturation Flow. *REAA Fourth Conference*. Jakarta, Indonesia.
- Yuliantana, S. A. dan Patandianan, Y. K. (2013). *Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal di Kota Malang Bagian Selatan*. Malang: Universitas Brawijaya