

EVALUASI NILAI EMP MKJI 1997 MENGGUNAKAN METODE *TIME HEADWAY* PADA SIMPANG EMPAT BERSINYAL KOTA MATARAM (STUDI KASUS DI SIMPANG JL. PANCA USAHA – JL. BUNG HATTA DAN SIMPANG DI JL. DR. SUJONO – JL. TGH LOPAN KOTA MATARAM)

HASYIM^{1)*}, ROHANI²⁾, MAYA NURFADILLAH³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

hasyim_husien@unram.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Arus lalu lintas terdiri dari berbagai macam tipe kendaraan, maka diperlukan sebuah nilai konversi sehingga arus lalu lintas menjadi lebih tepat jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar, yaitu mobil penumpang, yang biasa disebut Satuan Mobil Penumpang (SMP) dan faktor konversi dari beragam jenis kendaraan tersebut menjadi mobil penumpang disebut Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP). Dalam menghitung kapasitas jalan di Indonesia, nilai EMP yang dipakai mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Pada penelitian ini, untuk menentukan nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) digunakan suatu metode yaitu metode *time headway* dengan pencatatan iringan pasangan kendaraan per waktu hijau. Nilai *time headway* didapatkan dari selisih waktu antara dua kendaraan yang beriringan melewati garis acuan yaitu garis berhenti (*stop line*) yang dihitung dari bumper depan kendaraan sampai bumper depan kendaraan dibelakangnya.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai EMP dengan menggunakan metode *Time Headway* pada sepeda motor (MC) untuk simpang empat bersinyal tiga fase di Jl. Panca Usaha – Jl. Bung Hatta sebesar 0,57. Sedangkan hasil pada simpang empat bersinyal empat fase di Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Lopan didapatkan EMP pada sepeda motor (MC) dan Kendaraan berat (HV) sebesar 0,34 dan 2,23. Terdapat perbedaan nilai EMP berdasarkan MKJI 1997 dan hasil perhitungan metode *Time Headway* untuk simpang bersinyal tipe terlindung sebesar EMP sepeda motor (MC) = 0,2 dan EMP kendaraan berat (HV) = 1,3. Perbedaan ini terjadi akibat perubahan kondisi di lapangan, seperti peningkatan jumlah kendaraan di lengan simpang, dan perubahan waktu hijau pada simpang.

Kata kunci : *Ekuivalensi Mobil Penumpang, Time Headway, Simping Bersinyal*

ABSTRACT

Traffic flow consists from various types of vehicles, and it requires a conversion value to represent the traffic flow more accurately in terms of the standard vehicle type, namely passenger cars, commonly referred to as Passenger Car Units (PCU). The conversion factor from different types of vehicles to passenger cars is called Passenger Car Equivalence (PCE). In calculating road capacity in Indonesia, the PCE value used refers to Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

In this study, a method called the time headway method is used to determine the Passenger Car Equivalence (PCE) value. This method involves recording the convoy of vehicle pairs per green time. The time headway value is obtained from the time difference between two vehicles passing a reference line, which is the stop line, calculated from the front bumper of the preceding vehicle to the front bumper of the following vehicle.

Based on the research results, the PCE value using the Time Headway method for motorcycles (MC) at a three-phase intersection located at the signalized intersection of Panca Usaha Street - Bung Hatta Street is 0.57. Meanwhile, at a four-phase intersection located at the signalized intersection of Dr. Sujono Street - TGH Lopan Street, the PCE values for motorcycles (MC) and heavy vehicles (HV) are 0.34 and 2.23, respectively. There are differences in PCE values between MKJI 1997 and the results of the Time Headway method calculation for protected-type signalized intersections, which are 0.2 for motorcycles (MC) and 1.3 for heavy vehicles (HV). These differences occur due to changes in field conditions, such as an increase in the number of vehicles in the intersection arms and changes in green time at intersections.

Keywords: *Passenger Car Equivalence, Time Headway, Signalised Intersection*

PENDAHULUAN

Dalam menghitung kapasitas jalan di Indonesia, nilai EMP yang dipakai mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. MKJI 1997 merupakan produk hasil penelitian yang dilakukan terdahulu secara empiris di beberapa tempat yang dianggap mewakili kondisi karakteristik lalu lintas di wilayah Indonesia. Nilai EMP simpang bersinyal dalam MKJI 1997 terbagi menjadi terlindung dan terlawan. Kendaraan ringan dan berat mempunyai nilai EMP terlindung dan terlawan yang sama, untuk kendaraan ringan mempunyai nilai 1,0 dan kendaraan berat mempunyai nilai 1,3. Sedangkan untuk sepeda motor mempunyai nilai EMP untuk terlindung sebesar 0,2 dan untuk terlawan sebesar 0,4. Akan tetapi, nilai EMP yang ada di MKJI 1997 ini belum tentu cocok atau bisa digunakan di Lombok, khususnya di kota Mataram dengan kondisi karakteristik lalu lintas saat ini.

Arus lalu lintas terdiri dari berbagai macam tipe kendaraan, maka diperlukan sebuah nilai konversi sehingga arus lalu lintas menjadi lebih tepat jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar, yaitu mobil penumpang, yang biasa disebut dengan istilah Satuan Mobil Penumpang (SMP) dan faktor konversi dari beragam jenis kendaraan tersebut menjadi mobil penumpang dikenal dengan Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP). Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang menyatakan pengaruh gerakan berbagai jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas secara umum dan faktor yang mempengaruhinya yaitu arus lalu lintas, karakteristik kendaraan dan kondisi geometrik yang berbeda-beda. Untuk menentukan nilai EMP dapat menggunakan salah satu metode yaitu metode *time headway*. Interval waktu antara dua kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan pada jalan raya secara berurutan dalam arus lalu lintas disebut *time headway*. Nilai *time headway* juga dapat digunakan untuk mengontrol jarak aman antar kendaraan yang beriring-iringan agar tidak terjadi tabrakan, terutama di daerah perkotaan yang memiliki arus lalu lintas yang cukup padat yang juga dapat menimbulkan konflik pada simpang. Untuk Ekuivalensi kendaraan dengan mobil penumpang tergantung oleh kecepatan dan besarnya kendaraan, semakin tingginya nilai EMP maka semakin besar pula dimensi kendaraan dan juga jika kecepatan kendaraan semakin tinggi maka nilai EMP nya semakin rendah Afriana (2022).

Satrio Wicaksono (2018) melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan MKJI 1997 dengan EMP Lapangan Menggunakan Metode *Time Headway* (Studi kasus Simpang L.A Sucipto Kota Malang)”. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai EMP yang didapatkan dengan metode *time headway* pada Jalan L.A Sucipto Barat untuk MC sebesar 0,47 , HV1 sebesar 1,25 , HV2 sebesar 1,77 , dan HV3 sebesar 2,6. Nilai EMP pada Jalan L.A Sucipto Timur untuk MC sebesar 0,46 , HV1 sebesar 1,22 , HV2 sebesar 2,03 , dan HV3 sebesar 2,64. Nilai EMP pada Jalan Panji Suroso untuk MC sebesar 0,56 , HV1 sebesar 1,18 , HV2 sebesar 1,87 , dan HV3 sebesar 3,33. Nilai EMP pada Jalan Sunandar Priyo untuk MC sebesar 0,58 , HV1 sebesar 1,01 , HV2 sebesar 1,43 , dan HV3 sebesar 2,73.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Lendeng, dkk (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Dengan Metode *Time Headway* dan Regresi Linear Berganda (Studi Kasus Jalan Raya Tomohon)”. Dalam penelitiannya diperoleh nilai EMP dengan menggunakan metode *time headway* di segmen satu untuk arah ke Manado dan sebaliknya nilai EMP MC sebesar 0,98 dan 0,9 dan HV sebesar 0,3 dan 0,5. Sedangkan untuk segmen dua arah ke Kawangkoan dan sebaliknya didapatkan nilai EMP sebesar 0,38 dan 0,24.

Riandhika Aditya (2018) melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Nilai EMP Lapangan Menggunakan Metode *Time Headway* Dengan EMP MKJI 1997 Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Dieng Kota Malang)”. Nilai EMP yang diperoleh dari metode *time headway* simpang Dieng pada kaki simpang Jalan Raya Langsep adalah EMP MC sebesar 0,39 dan EMP HV sebesar 1,14 , Jalan Dieng adalah EMP MC sebesar 0,46 dan EMP HV sebesar 1,32 , Jalan Galunggung adalah EMP MC sebesar 0,42 dan EMP HV sebesar 1,29 , dan Jalan Terusan Dieng adalah EMP MC sebesar 0,43 dan EMP HV sebesar 1,21.

Anna Gabriella (2018) melakukan penelitian dengan judul “Studi Penetapan Nilai EMP dengan Metode Rasio Headway dan Analisa Regresi Linier”. Berdasarkan hasil penelitian, pada ruas jalan Bahu dengan menggunakan metode rasio headway didapat nilai EMP untuk sepeda motor dan kendaraan berat masing-masing bernilai 0,81 dan 1,90. Dan pada lokasi penelitian di Kairagi, nilai EMP yang diperoleh dengan menggunakan metode rasio headway adalah 0,69 untuk sepeda motor dan 0,3 untuk kendaraan berat.

Raja Doli Hasibuan (2021) melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Nilai EMP Lapangan dengan EMP MKJI 1997 Menggunakan Metode *Time Headway* Pada Persimpangan Bersinyal UISU Medan”. Dari hasil penelitian tersebut, didapatkan perbedaan nilai EMP antara hasil perhitungan rasio *Headway* dengan MKJI 1997 dimana hasil yang didapat untuk EMP sepeda motor dengan metode rasio *Headway* sebesar 0,32 dan 0,33.

Bagus Wirahaji & Putu Laintarawan (2022) melakukan penelitian dengan judul “Studi Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) dengan Metode *Time Headway* (Studi Kasus Jalan Diponegoro Denpasar)”. Nilai EMP yang diperoleh dengan metode *time headway* pada Segmen I Simpang Pasar Sanglah-Simpang Apotek Kimia Farma adalah sebesar 0,85 untuk sepeda motor (MC) dan 0,62 untuk kendaraan berat (HV). Sedangkan nilai EMP

pada Segmen II Simpang Apotek Kimia Farma-Simpang Suci adalah sebesar 0,88 untuk sepeda motor (MC) dan 0,64 untuk kendaraan berat (HV).

Rumusan Masalah

1. Berapa besar nilai EMP berdasarkan metode *time headway* pada Simpang Empat Bersinyal Empat Pase Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Saleh Hambali dan Jl. Prabu Rangkasari – Jl. TGH Lopan dan Simpang Empat Bersinyal Tiga Pase Jl. Panca Usaha – Jl. Catur Warga, Jl. Bung Karno – Jl. Bung Hatta di Kota Mataram?
2. Apakah ada perbedaan nilai EMP pada Simpang Empat Bersinyal Empat Pase Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Saleh Hambali dan Jl. Prabu Rangkasari – Jl. TGH Lopan dan Simpang Empat Bersinyal Tiga Pase Jl. Panca Usaha – Jl. Catur Warga, Jl. Bung Karno – Jl. Bung Hatta di Kota Mataram menggunakan metode *time headway* dengan metode MKJI 1997?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besarnya nilai EMP berdasarkan metode *time headway* pada Simpang Empat Bersinyal Empat Pase Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Saleh Hambali dan Jl. Prabu Rangkasari – Jl. TGH Lopan dan Simpang Empat Bersinyal Tiga Pase Jl. Panca Usaha – Jl. Catur Warga, Jl. Bung Karno – Jl. Bung Hatta di Kota Mataram.
2. Mengetahui adanya perbedaan nilai EMP pada simpang bersinyal menggunakan metode *time headway* dengan metode MKJI 1997.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di simpang bersinyal di Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Lopan dan simpang bersinyal di Jl. Panca Usaha – Jl. Bung Hatta di Kota Mataram. Waktu penelitian direncanakan sebanyak empat hari yaitu dua hari di simpang bersinyal Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Lopan dan dua hari di simpang bersinyal Jl. Panca Usaha – Jl. Bung Hatta. Waktu penelitian direncanakan sebanyak tiga sesi. Untuk pengambilan data mulai dilakukan selama waktu hijau (Hobbs, F. D. 1995).

Survei Time Headway

Alat Survei yang digunakan untuk merekam iringan-iringan *time headway* adalah kamera. Kamera diletakkan sedemikian rupa di tiap lengan simpang sehingga kendaraan yang melintas dan batas *headway* dapat terlihat dengan jelas, sedangkan alat untuk menghitung *time headway* adalah *stopwatch*. Pengambilan data *headway* dilakukan dengan cara melakukan rekaman lalu lintas menggunakan kamera video pada masing-masing lengan simpang. Kamera video ditempatkan pada tempat yang aman dan tidak mengganggu arus lalu lintas pada masing-masing lengan simpang tepatnya di samping garis berhenti (*stop line*), sebelum *zebra cross* dan disangga dengan tripod setinggi 1,5 sampai 2 meter sehingga dapat merekam pergerakan kendaraan pada mulut simpang dengan jelas. Tiap kamera video kemudian dihidupkan secara bersamaan untuk merekam kendaraan yang melintas.

Setelah mendapatkan hasil rekaman, maka selanjutnya hasil rekaman diputar ulang dan mencatat iringan kendaraan-kendaraan per waktu lampu hijau di tiap lengan simpang. Jadi, pencatatan iringan kendaraan mulai dihitung selama waktu hijau dimulai dan diakhiri pada akhir hijau yang kemudian disalin dengan bantuan *stopwatch*. Nilai *time headway* didapatkan dari selisih waktu antara dua kendaraan yang beriringan melewati garis acuan yaitu garis berhenti (*stop line*) yang dihitung dari bumper depan kendaraan sampai bumper depan kendaraan dibelakangnya. Jenis iring-iringan kendaraan yang dicatat pada lembar kerja yaitu LV-LV, MC-MC, HV-HV, LV-MC, MC-LV, LV-HV, dan HV-LV. Selama penelitian arus lalu lintas kendaraan ditinjau per waktu hijau selama dua jam dan video rekaman diputar kembali sampai *time headway* semua jenis kombinasi kendaraan didapat.

Tinjauan Statistik Rasio Headway

Ahmad Fuzi (2015) Interaksi elemen hasil pengamatan arus lalu lintas jalan raya seperti perilaku pengemudi memiliki nilai yang tetap, namun tidak berlaku untuk kondisi jalan maupun cuaca. Untuk itu teori peluang juga diperlukan untuk dapat menggambarkan dan memperoleh nilai dalam analisis lalu lintas. Sebaran statistik bermanfaat untuk menunjukkan gambaran segala kemungkinan kejadian yang bernilai acak.

Karena pemilihan sampel dilakukan secara acak maka adanya kemungkinan suatu kesalahan standar deviasi dari distribusi yang dinyatakan sebagai *standard error* (E), dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{s}{n^{0,5}} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

E = *Standard Error*

s = Standar deviasi

n = Jumlah sampel

Dan S adalah standard deviasi yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

Dengan :

S = *Standar Deviasi*

n = Jumlah sampel

x_i = Nilai *time headway* ke-i

x = Nilai rata-rata sampel *time headway*

Untuk perkiraan nilai rata-rata *time headway* seluruh pasangan kendaraan (μ) dapat dilakukan penyesuaian dengan tingkat kefidensi atau keyakinan yang diinginkan (*desired level of confidence*). Perkiraan ini terletak dalam suatu interval yang disebut interval keyakinan (*confidence interval*) yang mempunyai batas toleransi kesalahan sebesar e, e dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$e = K \cdot E \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

K = Tingkat kefidensi distribusi normal 95 % (K = 1,96).

Interval keyakinan merupakan nilai parameter dari suatu populasi yang ingin ditaksir berdasarkan data dari sampel. Pada pendekatan ini harus ditentukan batas atas dan batas bawah interval keyakinan dari *time headway* kendaraan. Dari batas atas dan batas bawah keyakinan tersebut bisa didapatkan nilai rata-rata *time headway* terkoreksi yang sesuai dengan batas toleransi kesalahannya. Nilai batas keyakinan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\mu_{1,2} = x \pm e \dots \dots \dots (4)$$

Dengan :

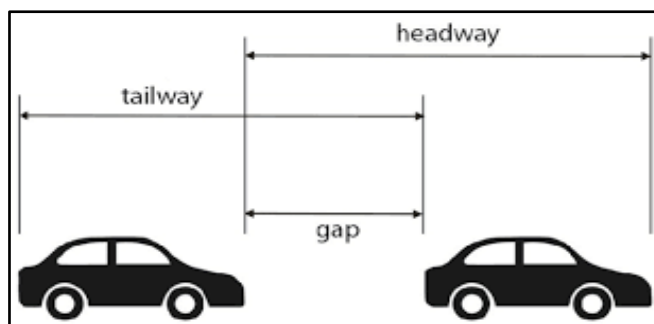
$\mu_{1,2}$ = Batas keyakinan atas dan bawah nilai rata-rata

x = Nilai rata-rata *time headway*

e = Batas toleransi kesalahan

Metode *Time Headway*

Ada beberapa cara dalam pencatatan waktu antara kendaraan dengan metode *time headway* ini, yaitu yang pertama menghitung *headway* saat dimana bagian depan suatu kendaraan melalui suatu titik sampai saat bagian depan kendaraan berikutnya melalui titik yang sama, atau dengan cara *headway* dihitung dari bumper belakang kendaraan di depan dengan bumper belakang kendaraan yang mengikutinya.



Gambar 1. Survei *Time Headway*

Rasio *Headway* yang diperlukan mencakup 7 macam kombinasi kendaraan yaitu (Utami, 2009) :

- a. LV diikuti LV
- b. LV diikuti HV
- c. HV diikuti LV
- d. HV diikuti HV
- e. MC diikuti MC
- f. LV diikuti MC
- g. MC diikuti LV

Dengan :

LV = *Light Vehicle* / Kendaraan ringan

HV = *Heavy Vehicle* / Kendaraan Berat

MC = *Motorcycle* / Sepeda Motor

Nilai EMP dihitung dengan persamaan berikut :

$$ta + td = tb + tc \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

ta = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV

tb = nilai rata-rata *time headway* MC diikuti MC

tc = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti MC

td = nilai rata-rata *time headway* MC diikuti LV

Keadaan yang memenuhi persamaan di atas sulit diperoleh karena setiap kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda. Demikian juga pengemudi memiliki kemampuan berbeda dalam mengemudi. Oleh karena itu diperlukan koreksi terhadap nilai rata-rata *time headway* dengan persamaan berikut :

$$\left[ta - \frac{k}{na}\right] + \left[td - \frac{k}{nd}\right] = \left[tb - \frac{k}{nb}\right] + \left[tc - \frac{k}{nc}\right] \dots\dots\dots (6)$$

$$k = \frac{na.nd.nc.nd.[ta+td-tb-tc]}{nd.nb.nc+na.nb.nc+na.nd.nc+na.nd.nc} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan :

na = jumlah data *time headway* LV diikuti LV

nb = jumlah data *time headway* LV diikuti MC

nc = jumlah data *time headway* MC diikuti LV

nd = jumlah data *time headway* MC diikuti MC

Selanjutnya nilai rata-rata *time headway* pasangan kendaraan tersebut dikoreksi pada persamaan berikut :

$$ta_k = ta - \frac{k}{na} \dots\dots\dots (8a)$$

$$tb_k = tb - \frac{k}{nb} \dots\dots\dots (8b)$$

$$tc_k = tc - \frac{k}{nc} \dots\dots\dots (8c)$$

$$td_k = td - \frac{k}{nd} \dots\dots\dots (8d)$$

Dengan menggunakan nilai rata-rata *time headway* yang sudah dikoreksi dapat dilihat dalam persamaan berikut :

$$ta_k + td_k = tb_k + tc_k \dots\dots\dots (9)$$

Selanjutnya EMP MC dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$emp\ MC = \frac{td_k}{ta_k} \dots\dots\dots (10)$$

Sedangkan rumus menghitung emp HV sama dengan menghitung emp MC, hanya saja variabel MC diganti variabel HV.

Survei Geometrik

Survei geometrik dilakukan pada saat keadaan arus lalu lintas sedang sepi sehingga tidak mengganggu kelancaran arus lalu lintas dan juga tidak membahayakan keamanan surveyor. Pengukuran dilakukan secara langsung dilapangan selama 1 hari (Hobbs, F. D. 1995).

Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah Jumlah Kendaraan yang lewat pada suatu jalan dalam satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar.

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan dapat juga disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Morlok, 1991).

Persimpangan Bersinyal

Menurut MKJI 1997, Simpang-simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktuasi kendaraan terisolir, biasanya memerlukan metoda dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya.

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), tujuan dari penggunaan sinyal lampu lalu lintas (traffic light) pada persimpangan antara lain:

- Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatukapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Geometrik Simpang Bersinyal

Data geometrik simpang bersinyal pada lokasi penelitian didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan, yang dimana pada penelitian ini terdapat dua lokasi simpang bersinyal.

Tabel 1. Data Geometrik Simpang Tiga Fase

Nama Lengan	Lebar Lengan (m)	Lebar Pendekat (m)	Jumlah Lajur	Median	Lebar Median (m)
Bung Hatta (Utara)	13	6.5	4	Ada	2
Bung Karno (Selatan)	13	6.5	4	Ada	2
Catur Warga (Barat)	10,5	5.25	2	Tidak Ada	-
Panca Usaha (Timur)	9	4.5	2	Tidak Ada	-

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 2. Data Geometrik Simpang Empat Fase

Nama Lengan	Lebar Lengan (m)	Lebar Pendekat (m)	Jumlah Lajur	Median	Lebar Median (m)
Prabu Rangkasari (Utara)	9	4.5	2	Tidak Ada	-
TGH Lopan (Selatan)	9	4.5	2	Tidak da	-
Dr. Sujono (Barat)	18	9	4	Ada	1,5
TGH Saleh Hambali (Timur)	14	7	4	Ada	1,5

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Data Time Headway

Perhitungan *Time Headway* kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode rasio *headway* yang datanya diperoleh dari rekaman video lalu lintas yang didapatkan ketika survey berlangsung dan diputar ulang sehingga *Time Headway* iringan kendaraan didapatkan. Nilai *Time Headway* diperoleh dari selisih waktu antara dua kendaraan yang beriringan yang melewati garis *stopline* dari bumper depan kendaraan sampai bumper depan

kendaraan dibelakangnya. Iringan kendaraan yang dicatat meliputi LV-LV, MC-MC, MC-LV, LV-MC, LV-HV, HV-LV, HV-HV. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan stopwatch dan dicatat per waktu hijau pada form yang telah dibuat dengan bantuan Microsoft excel selama dua jam. Survei di simpang tiga fase dilakukan selama dua hari dengan tiga sesi perhari nya. Begitu juga dengan simpang empat fase.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Time Headway Kendaraan pada Simpang Tiga Fase.

Nama Lengan	Waktu	LV-LV	MC-MC	LV-MC	MC-LV	LV-HV	HV-LV	HV-HV
		Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam
Bung Hatta	07.00 - 09.00	177	939	258	304	1	1	0
	12.00 - 14.00	237	709	304	326	6	6	0
	16.00 - 18.00	279	827	329	352	7	7	0
Bung Karno	07.00 - 09.00	369	822	286	353	5	6	0
	12.00 - 14.00	458	936	397	460	6	6	0
	16.00 - 18.00	462	1215	447	502	1	1	0
Panca Usaha	07.00 - 09.00	569	6434	1605	1678	13	13	0
	12.00 - 14.00	995	4864	1728	1806	17	17	0
	16.00 - 18.00	886	5563	1815	1881	3	3	0

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwa tidak adanya iringan pasangan kendaraan HV-HV yang didapatkan pada simpang tiga fase ini, sedangkan untuk menghitung nilai EMP HV membutuhkan nilai *Time Headway* pasangan kendaraan HV-HV. Maka dari itu, nilai EMP HV untuk simpang ini tidak dapat dihitung dikarenakan sampel pasangan kendaraan HV-HV di lapangan tidak didapatkan.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Time Headway Kendaraan pada Simpang Empat Fase

Nama Lengan	Waktu	LV-LV	MC-MC	LV-MC	MC-LV	LV-HV	HV-LV	HV-HV
		Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam	Kend/2 jam
Dr. Sujono	07.00 - 09.00	149	2361	530	586	26	19	4
	12.00 - 14.00	194	1963	496	540	43	35	12
	16.00 - 18.00	113	3034	538	574	30	28	4
TGH Saleh	07.00 - 09.00	228	1820	290	321	75	74	21
Hambali	12.00 - 14.00	253	949	201	235	104	110	22
	16.00 - 18.00	304	1024	249	284	78	85	20
Prabu	07.00 - 09.00	132	3619	654	680	45	47	6
Rangkasari	12.00 - 14.00	321	2290	569	610	49	48	4
	16.00 - 18.00	303	2950	579	597	42	41	2
	07.00 - 09.00	256	2054	333	368	72	78	13
TGH Lopan	12.00 - 14.00	523	1763	423	471	102	105	13
	16.00 - 18.00	433	1863	429	478	63	66	6

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Nilai EMP Simpang Tiga Fase

1. Perhitungan Senjang Rata-rata

- LV-LV = *Light Vehicle* diikuti *Light Vehicle*
- MC-MC = *Motor Cycle* diikuti *Motor Cycle*
- LV-MC = *Light Vehicle* diikuti *Motor Cycle*
- MC-LV = *Motor Cycle* diikuti *Light Vehicle*

a. Jumlah sampel *Time Headway*

- LV-LV = 9 Pasang kend = 6,395 detik
- MC-MC = 61 Pasang kend = 24,28 detik
- LV-MC = 15 Pasang kend = 6,5 detik
- MC-LV = 16 Pasang kend = 10,0325 detik

b. Rata-rata *Time Headway* pasangan kendaraan LV-LV

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{6,395}{9} = 0,7106 \text{ detik}$$

c. Deviasi standard pasangan kendaraan LV-LV

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0,623-0,7106)^2 + (0,518-0,7106)^2 + (0,458-0,7106)^2 + (0,103-0,7106)^2 + (1,518-0,7106)^2 + (1,423-0,7106)^2 + (0,318-0,7106)^2 + (1,235-0,7106)^2 + (0,563-0,7106)^2}{(9-1)}} = 0,4265$$

d. Standard error pasangan kendaraan LV-LV

$$E = \frac{s}{n^{0,5}} = \frac{0,4265}{9^{0,5}} = 0,1422$$

e. Batas toleransi kesalahan pasangan kendaraan LV-LV dengan tingkat konfidensi 95% maka $K = 1,96$, sehingga batas toleransi (e) = $K \times E = 1,96 \times 0,1422 = 0,2786$

f. Batas keyakinan atas nilai rata-rata *Time Headway*

$$\mu_1 = \bar{x} + e = 0,7106 + 0,2786 = 0,9892 \text{ detik}$$

g. Batas keyakinan bawah nilai rata-rata *Time Headway*

$$\mu_2 = \bar{x} - e = 0,7106 - 0,2786 = 0,4319 \text{ detik}$$

Jadi, senjang rata-rata *Time Headway* seluruh pasangan kendaraan LV-LV terletak pada interval 0,4319 detik -0,9892 detik. Hasil perhitungan pasangan kendaraan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Senjang rata-rata *Time Headway* (Lengan Panca Usaha).

Siang (Sesi I)									
Waktu	Jenis	N	$\sum x$	\bar{x}	S	E	e	μ_1	μ_2
Waktu Hijau 1	LV-LV	9	6.3950	0.7106	0.4265	0.1422	0.2786	0.9892	0.4319
	MC-MC	61	24.2800	0.3980	0.4148	0.0531	0.1041	0.5021	0.2939
	LV-MC	15	6.5000	0.4333	0.2742	0.0708	0.1388	0.5721	0.2946
	MC-LV	16	10.0325	0.6270	0.3343	0.0836	0.1638	0.7908	0.4632
Waktu Hijau 2	LV-LV	10	9.9250	0.9925	0.6994	0.2212	0.4335	1.4260	0.5590
	MC-MC	31	19.6650	0.6344	0.4152	0.0746	0.1462	0.7805	0.4882
	LV-MC	12	5.5775	0.4648	0.2870	0.0829	0.1624	0.6272	0.3024
	MC-LV	14	8.7975	0.6284	0.3530	0.0943	0.1849	0.8133	0.4435
Waktu Hijau 3	LV-LV	13	13.3025	1.023269	0.642567	0.178216	0.349303	1.372572	0.673966
	MC-MC	47	18.1525	0.386223	0.324233	0.047294	0.092697	0.47892	0.293527
	LV-MC	11	6.2825	0.571136	0.500306	0.150848	0.295662	0.866798	0.275474
	MC-LV	11	7.0925	0.644773	0.349798	0.105468	0.206717	0.85149	0.438055

(Sumber : Hasil Perhitungan)

2. Perhitungan Nilai EMP

Data *Time Headway* yang telah didapatkan, dicari yang memenuhi dengan syarat interval batas keyakinan atas dan batas keyakinan bawah yang sudah diperoleh melalui perhitungan senjang rata-rata sesuai pada tabel 5, kemudian diperoleh *time headway* terkoreksi untuk setiap kombinasi pasangan kendaraan yang ada dan dicontohkan seperti pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Data *Time Headway* Terkoreksi (Lengan Panca Usaha)

Waktu	LV-LV	MC-MC	LV-MC	MC-LV
Siang (Sesi II)				
Waktu Hijau 1	0.6225	0.4575	0.445	0.3575
	0.5175	0.5625	0.46	0.3475
		0.415	0.4	0.4
		0.4375	0.49	0.67
Total	4	8	5	5
Waktu Hijau 2	0.7575	0.6725	0.6175	0.755
	1.3875		0.7475	0.62
		0.65	0.565	0.535
		0.535	0.6625	
Total	3	8	5	4

Waktu Hijau 3	0.695	1.0575	0.3025	0.31	0.725	0.7325	0.6075	0.505
	0.945		0.3825	0.4175			0.5425	0.7325
			0.3475	0.35				
Total	3		6		2		4	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- a. Jumlah Sampel *Time Headway* Terkoreksi
 LV-LV = 4 kend = 2,160 detik
 MC-MC = 8 kend = 0,3525 detik
 LV-MC = 5 kend = 2,110 detik
 MC-LV = 5 kend = 3,205 detik
- b. Rata-rata *Time Headway* tiap pasangan kendaraan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x}_{LV-LV} = \frac{2,160}{4} = 0,540 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{MC-MC} = \frac{0,3525}{8} = 0,419 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{LV-MC} = \frac{2,110}{5} = 0,422 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{MC-LV} = \frac{3,205}{5} = 0,641 \text{ detik}$$

- c. Koefisien koreksi

$$k = \frac{na \cdot nb \cdot nc \cdot nd \cdot [ta + td - tb - tc]}{nd \cdot nb \cdot nc + na \cdot nb \cdot nc + na \cdot nd \cdot nc + na \cdot nd \cdot nb}$$

$$k = \frac{4 \times 8 \times 5 \times 5 \cdot [0,540 + 0,419 - 0,422 - 0,641]}{8 \times 5 \times 5 + 4 \times 5 \times 5 + 4 \times 8 \times 5 + 4 \times 8 \times 5}$$

$$k = -0,134$$

- d. Rata-rata *Time Headway* terkoreksi

$$a. \text{ta}_k = ta - \frac{k}{na} = 0,540 - \frac{-(-0,134)}{4} = 0,574$$

$$b. \text{tb}_k = tb - \frac{k}{nb} = 0,422 - \frac{-(-0,134)}{5} = 0,449$$

$$c. \text{tc}_k = tc - \frac{k}{nc} = 0,641 - \frac{-(-0,134)}{5} = 0,668$$

$$d. \text{td}_k = td - \frac{k}{nd} = 0,419 - \frac{-(-0,134)}{8} = 0,436$$

- e. Nilai EMP MC

$$\text{EMP MC} = \frac{td_k}{ta_k} = \frac{0,436}{0,574} = 0,76$$

Perhitungan Nilai EMP Simpang Empat Fase

1. Perhitungan Senjang Rata-rata

LV-LV = *Light Vehicle* diikuti *Light Vehicle*
 MC-MC = *Motor Cycle* diikuti *Motor Cycle*
 LV-MC = *Light Vehicle* diikuti *Motor Cycle*
 MC-LV = *Motor Cycle* diikuti *Light Vehicle*
 LV-HV = *Light Vehicle* diikuti *Heavy Vehicle*
 HV-LV = *Heavy Vehicle* diikuti *Light Vehicle*
 HV-HV = *Heavy Vehicle* diikuti *Heavy Vehicle*

- a. Jumlah sampel *Time Headway*

LV-LV = 1 pasang kend = 1,460 detik

MC-MC = 5 pasang kend = 2,895 detik

LV-MC = 0 pasang kend = 0 detik

MC-LV = 1 pasang kend = 2,115 detik
 LV-HV = 2 pasang kend = 6,105 detik
 HV-LV = 2 pasang kend = 6,345 detik
 HV-HV = 1 pasang kend = 4 detik

b. Rata-rata *Time Headway* pasangan kendaraan MC-MC

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2,895}{5} = 0,579 \text{ detik}$$

c. Standard Deviasi pasangan kendaraan MC-MC

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0,55-0,579)^2 + (0,54-0,579)^2 + (0,505-0,579)^2 + (0,455-0,579)^2 + (0,845-0,579)^2}{(5-1)}} = 0,1371$$

d. Standard error pasangan kendaraan MC-MC

$$E = \frac{s}{n^{0.5}} = \frac{0,1371}{5^{0.5}} = 0,0613$$

e. Batas toleransi kesalahan pasangan kendaraan MC-MC dengan tingkat konfidensi 95% maka $K = 1,96$, sehingga batas toleransi (e) = $K \times E = 1,96 \times 0,0613 = 0,1202$

f. Batas keyakinan atas nilai rata-rata *Time Headway*

$$\mu_1 = \bar{x} + e = 0,579 + 0,1202 = 0,6992 \text{ detik}$$

g. Batas keyakinan bawah nilai rata-rata *Time Headway*

$$\mu_2 = \bar{x} - e = 0,579 - 0,1202 = 0,4588 \text{ detik}$$

Jadi, senjang rata-rata *Time Headway* seluruh pasangan kendaraan MC-MC pada Waktu hijau 1 ini terletak pada interval 0,4588 detik - 0,6992 detik. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Senjang Rata-Rata *Time Headway* (Lengan TGH Saleh Hambali)

Sore (Sesi III)									
Waktu	Jenis	N	$\sum x$	\bar{x}	S	E	e	μ_1	μ_2
Waktu Hijau 1	LV-LV	1	1.4600	1.4600	0.0000	0.0000	0.0000	1.4600	1.4600
	MC-MC	5	2.8950	0.5790	0.1371	0.0613	0.1202	0.6992	0.4588
	LV-MC								
	MC-LV	1	2.1150	2.1150	0.0000	0.0000	0.0000	2.1150	2.1150
	LV-HV	2	6.1050	3.0525	0.1575	0.1114	0.2183	3.2708	2.8342
Waktu Hijau 2	HV-LV	2	6.3450	3.1725	1.3475	0.9528	1.8675	5.0400	1.3050
	HV-HV	1	4.0000	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000
	LV-LV	1	1.6900	1.6900	0.0000	0.0000	0.0000	1.6900	1.6900
	MC-MC	10	6.7600	0.6760	0.3926	0.1242	0.2433	0.9193	0.4327
	LV-MC	1	0.6750	0.6750	0.0000	0.0000	0.0000	0.6750	0.6750
Waktu Hijau 3	MC-LV	2	3.3050	1.6525	0.3225	0.2280	0.4470	2.0995	1.2055
	LV-HV	1	3.5700	3.5700	0.0000	0.0000	0.0000	3.5700	3.5700
	HV-LV	1	5.3300	5.3300	0.0000	0.0000	0.0000	5.3300	5.3300
	HV-HV	1	2.8400	2.8400	0.0000	0.0000	0.0000	2.8400	2.8400
	LV-LV	7	11.5950	1.6564	0.2764	0.1045	0.2048	1.8612	1.4516
Waktu Hijau 3	MC-MC	1	0.5300	0.5300	0.0000	0.0000	0.0000	0.5300	0.5300
	LV-MC								
	MC-LV	1	1.6400	1.6400	0.0000	0.0000	0.0000	1.6400	1.6400
	LV-HV	2	4.4800	2.2400	0.2600	0.1838	0.3603	2.6003	1.8797
	HV-LV	1	3.1950	3.1950	0.0000	0.0000	0.0000	3.1950	3.1950
HV-HV	1	3.1250	3.1250	0.0000	0.0000	0.0000	3.1250	3.1250	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

2. Perhitungan Nilai EMP

Data *Time Headway* yang telah didapatkan, dicari yang memenuhi dengan syarat interval batas keyakinan atas dan batas keyakinan bawah yang sudah diperoleh melalui perhitungan senjang rata-ratanya, kemudian diperoleh *time headway* terkoreksi untuk setiap kombinasi pasangan kendaraan yang ada dan dicontohkan seperti pada tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Data *Time Headway* Terkoreksi (Lengan TGH Saleh Hambali)

Waktu Sore	LV-LV	MC-MC	LV-MC	MC-LV	LV-HV	HV-LV	HV-HV
Waktu Hijau 1	1.46	0.55		2.115	2.895	4.52	4
		0.54			3.21	1.825	
		0.505					
Total	1	3		1	2	2	1
Waktu Hijau 2	1.69	0.895	0.675	1.975	3.57	5.33	2.84
		0.6		1.33			
		0.515					
		0.495					
		0.44					
Total	1	5	1	2	1	1	1
Waktu Hijau 3	1.63	0.53		1.64	1.98	3.195	3.125
	1.585				2.5		
	1.785						
	1.54						
Total	4	1		1	2	1	1

(Sumber : Hasil Perhitungan)

a. Jumlah Sampel *Time Headway* Terkoreksi

- LV-LV = 1 pasang kend = 1,460 detik
- MC-MC = 3 pasang kend = 1,595 detik
- LV-MC = 0 pasang kend = 0 detik
- MC-LV = 1 pasang kend = 2,115 detik
- LV-HV = 2 pasang kend = 6,105 detik
- HV-LV = 2 pasang kend = 6,345 detik
- HV-HV = 1 pasang kend = 4,0 detik

b. Rata-rata *Time Headway* tiap pasangan kendaraan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x}_{LV-LV} = \frac{1,46}{1} = 1,46 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{MC-MC} = \frac{1,595}{3} = 0,532 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{LV-MC} = 0 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{MC-LV} = \frac{2,115}{1} = 2,115 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{LV-HV} = \frac{6,105}{2} = 3,053 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{HV-LV} = \frac{6,345}{2} = 3,173 \text{ detik}$$

$$\bar{x}_{HV-HV} = \frac{4}{1} = 4 \text{ detik}$$

c. Koefisien koreksi

- Koef Terkoreksi LV-LV = 0,00
- Koef Terkoreksi HV-HV = -0,255

d. Rata-rata *Time Headway* terkoreksi

$$ta_k = ta - \frac{k}{na} = 1,460 - \frac{0}{1} = 1,460$$

$$tb_k = tb - \frac{k}{nb} = 0$$

$$tc_k = tc - \frac{k}{nc} = 2,115 - \frac{0}{1} = 2,115$$

$$td_k = td - \frac{k}{nd} = 0,532 - \frac{0}{3} = 0,532$$

e. Nilai EMP

$$EMP\ MC = \frac{td_k}{ta_k} = \frac{0,532}{1,46} = 0,36$$

$$EMP\ HV = \frac{td_k}{ta_k} = \frac{4,255}{1,715} = 2,48$$

Tabel Rekapitulasi Nilai EMP

Rekapitulasi nilai EMP untuk simpang bersinyal tiga fase pada simpang Jl. Panca Usaha – Jl. Catur Warga, Jl. Bung Karno – Jl. Bung Hatta dapat dilihat pada Tabel 9 dan untuk simpang bersinyal empat fase pada simpang Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Saleh Hambali, Jl. Prabu Rangkasari – Jl. TGH Lopan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai EMP Simpang Tiga Fase

Waktu	Sesi	EMP MC
Rabu, 15 Maret 2023	Pagi	0.55
	Siang	0.64
	Sore	0.54
Rata-rata		0.58
Kamis, 16 Maret 2023	Pagi	0.53
	Siang	0.61
	Sore	0.55
Rata-rata		0.56
EMP		0.57

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai EMP Simpang Empat Fase

Waktu	Sesi	EMP MC	EMP HV
Senin, 20 Maret 2023	Pagi	0.38	2.08
	Siang	0.38	2.15
	Sore	0.34	2.43
Rata-rata		0.36	2.22
Selasa, 21 Maret 2023	Pagi	0.35	2.29
	Siang	0.32	1.88
	Sore	0.29	2.54
Rata-rata		0.32	2.24
EMP		0.34	2.23

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Pembahasan

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai EMP dengan menggunakan metode *Time Headway* pada sepeda motor (MC) untuk simpang tiga fase yang berada pada simpang bersinyal di Jl. Panca Usaha – Jl. Bung Hatta sebesar 0,57. Namun nilai EMP kendaraan berat (HV) tidak dapat dihitung karena kurangnya pasangan kendaraan untuk HV-HV yang ada di lapangan selama survey berlangsung. Hal tersebut disebabkan karena simpang ini berada tepat di tengah perkotaan yang jarang dilewati oleh kendaraan berat.

Berbeda dengan hasil yang ada pada simpang tiga fase, di simpang empat fase yang berada pada simpang

bersinyal di Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Lopan terdapat pasangan kendaraan HV-HV di lapangan sehingga untuk nilai EMP sepeda motor (MC) dan EMP kendaraan berat (HV) berdasarkan hasil perhitungan didapatkan sebesar 0,34 dan 2,23.

Nilai EMP yang diperoleh oleh kedua simpang memiliki hasil yang berbeda. Berdasarkan hasil perhitungan nilai EMP pada simpang tiga fase lebih besar dibandingkan simpang empat fase. Hal ini dikarenakan pada simpang tiga fase hanya memiliki tiga lampu pengatur lalu lintas yang menyebabkan pembagian waktu hijau menjadi lebih panjang sehingga data yang diperoleh lebih banyak, namun pada simpang tiga fase ini memiliki jumlah kendaraan lebih sedikit dibandingkan simpang empat fase, sehingga mempengaruhi terhadap nilai *time headway* pasangan kendaraannya, yang dimana jika jumlah kendaraannya semakin banyak maka nilai *time headway* yang dihasilkan kecil begitupun sebaliknya.

Nilai EMP yang diperoleh dengan metode *Time Headway* pada simpang tiga fase dan empat fase ini memiliki hasil yang berbeda dengan nilai EMP yang ada di MKJI 1997, dimana nilai EMP sepeda motor (MC) dan EMP kendaraan berat (HV) di MKJI 1997 untuk simpang bersinyal tipe terlindung yaitu sebesar 0,2 dan 1,3.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai EMP sepeda motor (MC) hasil perhitungan menggunakan metode *Time Headway* pada simpang tiga fase yaitu di simpang bersinyal simpang bersinyal di Jl. Panca Usaha – Jl. Bung Hatta sebesar 0,57, sedangkan nilai EMP sepeda motor (MC) dan EMP kendaraan berat (HV) pada simpang empat fase yaitu di simpang bersinyal di Jl. Dr. Sujono – Jl. TGH Lopan sebesar 0,34 dan 2,23.
2. Terdapat perbedaan nilai EMP berdasarkan MKJI 1997 dan hasil perhitungan metode *Time Headway* untuk simpang bersinyal tipe terlindung sebesar EMP sepeda motor (MC) = 0,2 dan EMP kendaraan berat (HV) = 1,3. Perbedaan ini terjadi akibat perubahan kondisi di lapangan, seperti perbedaan waktu hijau dan persentase jumlah kendaraan selama waktu survey.

Saran

1. Penelitian yang sama dapat dikembangkan lebih lanjut dengan metode yang sama yaitu dengan menganalisa kinerja simpang bersinyal.
2. Penelitian yang sama dapat dikembangkan lebih lanjut dengan metode yang sama namun garis titik survey *time headway* kendaraannya tidak ditempatkan di garis henti (*stopline*), melainkan sebelum memasuki simpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. (2018). *Perbandingan Nilai EMP Lapangan Menggunakan Metode Time Headway dengan EMP MKJI 1997 pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Dieng Kota Malang)* [Skripsi, Universitas Jember].
- Afriana, R. (2022). *Evaluasi Nilai EMP Berdasarkan MKJI 1997 dan Metode Time Headway pada Jalan Perkotaan (Studi Kasus di Jalan Sriwijaya dan Jalan Pejangik Kota Mataram)* [Skripsi, Universitas Mataram].
- Amri, I. H. (2021). *Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (Emp) Pada Bundaran Simpang Timbangan-Lubuk Pakam Deli Serdang (Studi Kasus)* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara].
- Doli Hasibuan, Raja (2021). *Perbandingan Nilai EMP Lapangan dengan MKJI 1997 Menggunakan Metode Time Headway Pada Persimpangan Bersinyal UISU Medan* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara].
- Fauzy A. (2015). *Distribusi Z dan Kegunaanya*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Gabriella Palilingan, Anna (2018). *Studi Penetapan Nilai EMP dengan Metode Rasio Headway dan Analisa Regresi Linier*.6(10), 315-322.
- Hobbs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Morlok, K. E. (1988). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga
- Jenderal Bina Marga, D. (1997). *Highway Capacity Manual Project (HCM). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(1), 564.
- Khayam, S., & Widayastuti H. (2021). *Studi Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Pada Sepeda Motor Untuk Ruas Jalan 4/2D di Sidoarjo*. 19(03).

- Lendeng, L. E., Lalamentik, L. G. J., & Pandey, S. V. (2018). *Analisa Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Dengan Metode Time Headway Dan Regresi Linear Berganda (Studi Kasus Jalan Raya Tomohon)*. 6(10), 735-742.
- Risdiyanto (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas : Teori dan Aplikasi*, 1(1), 179.
- Setiawan, A. (2011). *Studi Penentuan Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang (Emp) Berbagai Jenis Kendaraan pada Ruas Jalan Utama Di Kota Palu*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*.
- Sumarsono, A., Amirotul, & Yulistianto E. (2017). *Evaluasi Nilai EMP MKJI dan EMP Time Headway pada Simpang Bersinyal dengan Validitas Panjang Antrian (Studi Kasus pada Simpang Bersinyal Kerten Surakarta)*.
- Utami, P. K. (2009). *Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (Emp) pada Bundaran (Studi Kasus Bundaran Joglo)*.
- Wicaksono, S. (2018). *Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan MKJI 1997 dengan EMP Lapangan Menggunakan Metode Time Headway (Studi kasus Simpang L.A Sucipto Kota Malang)* [Skripsi, Universitas Jember].
- Wirahaji, I. B., Laintarawan, I. P. (2022). *Studi Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (Emp) dengan Metode Time Headway (Studi Kasus: Jalan Diponegoro Denpasar)*. 017(01).