**ANALISIS PERHITUNGAN NILAI EKUIVALENSI MOBIL PENUMPANG DI KOTA CIREBON**

|  |  |
| --- | --- |
| **Veronica Putri Shandy**DIV Transportasi DaratSekolah Tinggi Transportasi DaratJl Raya Setu Km 3,5, No. 89, Cibuntu, Cibitung, Bekasivesha.putri@gmail.com  | **Ocky Soelistyo Pribadi**DIV Transportasi Darat Sekolah Tinggi Transportasi DaratJl Raya Setu Km 3,5, No. 89, Cibuntu, Cibitung, Bekasiockysoelistyo.pribadi@sttd.ac.idocky.sp@gmail.com |

***Abstract***

*Passenger Cars Equivalence (PCE) is a conversion factor from many kinds of vehicles to passenger cars. Each road users has different driving behavior which make PCE in MKJI 1997 was no longer appropriate with the characteristics of the road traffics.The study was conducted on three roads segment, namely Kaljiaga, Ahmad Yani, and Brigjen Darsono Street. The method used in this study are time headway method and simulation method. The results of the analysis using the time headway method are 0.37 for motorcycle (MC) and 1,34 for heavy vehicle (HV) while using the simulation method results are 0,46 for motorcycle (MC) and 1,31 for heavy vehicle (HV). Driving behavior in Indonesia have a typical characteristic, it requires more detailed calibration process and Vissim could describe it more comprehensive and almost accurate with the real conditions, including following, lateral and lane change, while time headway just considered following in driving behavior.*

***Keywords:*** *pce, time headway, simulation, calibration, vissim*

**Abstrak**

Ekuivalensi mobil penumpang adalah faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang. Tiap pengendara memiliki perilaku mengemudi berbeda-beda yang membuat nilai emp menurut MKJI 1997 tidak lagi sesuai dengan karakteristik lalu lintas jalan. Penelitian dilaksanakan pada ruas Jalan Kalijaga, Ahmad Yani dan Brigjend Darsono. Metode yang digunakan dalam perhitungan dalam penelitian ini adalah *time headway* dan simulasi. Dari analisis dengan metode *time headway* dihasilkan emp baru sebesar 0,37 untuk sepeda motor (MC) dan 1,34 untuk kendaraan berat (HV) sedangkan analisis analisis metode simulasi dihasilkan dihasilkan emp baru sebesar 0,46 untuk sepeda motor (MC) dan 1,31 untuk kendaraan berat (HV). Dikarenakan perilaku pengemudi di Indonesia memiliki ciri yang khas, sehingga mengharuskan proses kalibrasi yang lebih detail dan metode simulasi dengan bantuan Vissim dapat menggambarkan model lebih komprehensif dan hampir tepat sesuai dengan kondisi dilapangan yang meliputi perhitungan following, lateral serta lane changing, sedangkan metode *time headway* hanya memperhitungkan *following* saja.

**Kata kunci:** emp, *time headway*, simulasi, kalibrasi, vissim.

# PENDAHULUAN

Tiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik yang bervariasi dan memberi pengaruh yang berbeda pula pada parameter lalu lintas. Maka dari itu untuk menjelaskan parameter lalu lintasnya akan lebih praktis bila dinyatakan dengan satuan yang sama yaitu satuan mobil penumpang (smp) untuk menjelaskan volumenya. Untuk mengkonversi jumlah kendaraan yang awalnya beragam menjadi satuan yang sama, yaitu satuan mobil penumpang, diperlukan faktor konversi. Faktor tersebut dikenal sebagai ekivalen mobil penumpang (emp). Selama ini emp kendaraan yang digunakan untuk perhitungan kapasitas jalan di Indonesia mengacu pada Manual Kapasitas Jalan di Indonesia (MKJI) 1997. Keseluruhan data MKJI diambil sekitar tahun 1990 sampai 1994 dan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan transportasi masyarakatnya kian meningkat. Hal ini berakibat langsung pada meningkatnya kegiatan lalu lintas jalan yang dari waktu ke waktu terlihat berubah dari awal dirumuskannya MKJI tahun 1997.

Sudah banyak akademisi yang melakukan penelitian untuk membuktikan adanya perbedaan hasil perhitungan MKJI dengan kondisi kinerja lalu lintas di lapangan, salah satunya Pribadi (2017) yang mengusulkan bahwa MKJI 1997 perlu dikinikan diantaranya berkaitan dengan proporsi sepeda motor yang saat ini lebih besar dibandingkan dengan tahun-tahun MKJI 1997 dirumuskan. Melalui penelitian di berbagai daerah dan berbagai jenis ukuran kota, secara umum persentase sepeda motor 62% di kota kecil, 55% di kota sedang dan 52% di kota besar.

# KAJIAN PUSTAKA

**Manual Kapastitas Jalan Indonesia 1997**

Manual Kapasitas Jalan Indonesia merupakan manual yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga pada tahun 1997 atas dasar kesadaran akan peningkatan kemacetan pada jalan perkotaan maupun maupun jalan luar kota akibat bertambahnya kepemilikan kendaraan, keterbatasan pembangunan jalan dan fasilitas operasional jalan yang belum optimal di Indonesia. Di dalamnya terkandung konsep, panduan dan prosedur perhitungan kapasitas dan kualitas pelayanan berbagai fasilitas jalan, seperti jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan arteri, bundaran, simpang bersinyal dan tak bersinyal, jalan luar kota dan dampak pejalan kaki sebagai kinerja sistem.

**Ekuivalensi Mobil Penumpang**

Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip; emp = 1,0).

***Software* Vissim**

Vissim adalah alat simulasi yang bersifat mikroskopik, berorientasi pada tahapan waktu dan berdasarkan pada perilaku, untuk memodelkan lalu lintas perkotaan maupun luar kota dan aliran pejalan kaki, selain kendaraan pribadi dapat juga dimodelkan angkutan umum berbasis jalan dan rel. Model arus lalu lintas Vissim adalah bersifat stokastik, berdasar tahapan waktu dan termasuk model mikroskopik dengan memberlakukan unit kendaraan sebagai satuan dasar. (Pribadi, 2017).

**Time Headway**

Emp dapat dihitung dengan metode sederhana yaitu *time headway*. Pada kecepatan yang sama nilai emp akan berubah sebanding dengan peningkatan jumlah kendaraan besar. Dalam bukunya yang berjudul “*Highway Traffic Analysis and Design*”, R.J. Salter (1980) dalam Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Pada Kendaraan Berat (2011) menerangkan cara menentukan nilai ekuivalensi mobil penumpang (emp). Nilai emp didapat dengan mencatat waktu antara (*time headway*) antara kendaraan yang berurutan pada saat kendaraan-kendaraan tersebut melewati suatu titik yang telah ditentukan.

Nilai emp HV dihitung dengan cara sebagai berikut :

 (1) dengan :

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

tb = nilai rata-rata *time headway* LV-HV

tc =nilai rata-rata *time headway* HV-LV

td =nilai rata-rata *time headway* HV-HV

Keadaan yang dapat memenuhi persamaan diatas sulit diperoleh karena tiap kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda. Demikian juga dengan kemampuan pengemudi. Oleh karena itu diperlukan koreksi:

 (2)

dengan :

na = jumlah data *time headway* LV-LV

nb = jumlah data *time headway* LV-HV

nc = jumlah data *time headway* HV-LV

nd = jumlah data *time headway* HV-HV

Selanjutnya nilai rata-rata time headway pasangan kendaraan tersebut dikoreksi sebagai berikut: (3)

 (4)

 (5)

 (6)

Dengan :

tak = nilai rata-rata *time headway* LV-LV terkoreksi

tbk = nilai rata-rata *time headway* LV-MC / LV-HV terkoreksi

tck = nilai rata-rata *time headway* MC-LV / HV-LV terkoreksi

tdk = nilai rata-rata *time headway* MC-MC / HV-HV terkoreksi

Dengan menggunakan nilai rata-rata time headway yang sudah dikoreksi maka :

 (7)

dengan :

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

tb = nilai rata-rata *time headway* LV-HV

tc =nilai rata-rata *time headway* HV-LV

td =nilai rata-rata *time headway* HV-HV

Apabila persaratan tersebut memenuhi syarat, maka nilai emp HV dapat dihitung dengan persamaan :

 (8)

Sedangkan rumus untuk mencapai emp MC adalah sama dengan rumus emp HV namun variabel HV diganti dengan variabel MC.

Karena sampel dipilih acak maka dimungkinkan adanya suatu kesalahan standar deviasi dari distribusi yang dinyatakan sebagai *standard error* (E) sebagai berikut :

 (9)

dengan s adalah standard deviasi :

 (10)

Untuk perkiraan nilai rata-rata time headway seluruh pasangan kendaraan (D) dapat disesuaikan dengan tingkat

konfidensi 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 = K x E (11)

# METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian yang dipilih adalah ruas jalan dengan jumlah kendaraan yang lewat cukup besar dan arus kontinyu dengan proporsi iringan kendaraan yang bervariasi. Berdasarkan hasil pengamatan visual ditetapkan lokasi yaitu ruas Jalan Brigjend Darsono, Ahmad Yani dan Kalijaga yang dianggap mampu mewakili arus pada ruas jalan karena dilewati oleh kendaraan dengan jumlah banyak yang berjalan kontinyu dengan proporsi iringan bervariasi.

Survey pengambilan data dilaksanakan dengan teknik video yang berdurasi 2 jam pada jam sibuk pagi dan siang dimana arus pada keadaan tinggi. Pencatatan dilakukan setiap interval 15 menit tiap lajur pada masing-masing periode jam survey. Pencatatan meliputi jumlah kendaraan MC, LV, HV dan UM yang melewati ruas jalan studi kasus.

TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui nilai emp dari hasil perhitungan penelitian
2. Membandingkan nilai emp untuk lokasi ruas Jalan Kalijaga, Jalan Ahmad Yani dan Jalan Brigjend Darsono dari hasil penelitian dengan MKJI 1997
3. Mengetahui metode untuk perbandingan dengan nilai emp MKJI 1997

Ruas Jalan Kalijaga, Jalan Ahmad Yani dan Jalan Brigjend Darsono di Kota Cirebon

ANALISIS PERHITUNGAN NILAI EMP

TINJAUAN PUSTAKA

Nilai ekuivalen mobil penumpang

1. Kecepatan kendaraan
2. *Headway*
3. Volume lalu lintas

VARIABEL PENELITIAN

VARIABEL TERGANTUNG

VARIABEL BEBAS

PENGUMPULAN DATA

VIDEO LALU LINTAS

1. Kecepatan kendaraan
2. Volume lalu lintas
3. Headway

PERHITUNGAN NILAI EMP

tidak

ya

Metode Simulasi

Pemodelan di VISSIM

*Vehicle Input*

Perilaku Mengemudi

TABEL NILAI EMP

PEMBAHASAN DAN PERBANDINGAN DENGAN MKJI 1997

PEMILIHAN METODE TERBAIK

KESIMPULAN DAN SARAN

VALIDASI

OUTPUT

1. Volume lalu lintas
2. Kecepatan

Model VISSIM Layak Digunakan

Nilai EMP

Metode *Time Headway*

Perhitungan data iring-iringan kendaraan

Perhitungan senjang rata-rata *Time Headway*

Nilai EMP

Gambar 1. Bagan Alir Kerangka Penelitian

# HASIL DAN PEMBAHASAN

**Metode Time Headway**

Volume lalu lintas yang diamati dalam penelitian terdiri dari tiga jenis kendaraan, yaitu Motor Cycle (MC), Light Vehicle (LV), dan Heavy Vehicle (HV). Perhitungan dilakukan dengan *software Headway* dimulai dari LV-LV dan ditulis pada lembar kerja per 15 menit selama 2 jam. Selanjutnya dicari interval dari data headway awal.

Tabel 1. Perhitungan senjang rata-rata time headway Jl. Brigjend Darsono

arah Jawa Tengah



Data *time headway* awal dicari yang memenuhi interval sesuai Tabel 1, untuk kemudian diperoleh time headway koreksi tiap iringan kendaraan. Time headway terkoreksi inilah yang digunakan untuk menghitung nilai emp.

Tabel 2. Perhitungan senjang rata-rata *time headway* terkoreksi

Jl Brigjend Darsono arah Jawa Tengah



Setelah mengetahui emp di tiap periode 15 menit, selanjutnya adalah menentukan emp yang mewakili keseluruhan data dengan mencari periode yang memiliki volume tertinggi.

Tabel 3. Nilai emp MC dan HV



**Metode Simulasi**

Langkah awal dalam menganalisis emp dengan metode simulasi adalah dengan membangun model awal *mix traffic* pada *software* Vissim menggunakan nilai driving behavior Indonesia yang didapat dari penelitian Pribadi (2017) dan default bawaan dari Vissim lalu dibandingkan hasil keduanya.

Validasi model dengan menggunakan metode *chi-square* terhadap dua variabel keluaran Vissim yaitu volume lalu lintas yang dibebankan ke ruas jalan dan kecepatan rata-rata di ruas jalan tersebut. Terlihat jelas pada tabel bahwasannya *driving behavior* yang dapat sesuai dengan keadaan eksisting adalah *driving behavior* yang telah disesuaikan dengan nilai Indonesia.

Untuk analisis pengkinian nilai ekuivalensi mobil penumpang, dibuat model Vissim dengan prinsip menyiapkan ruas jalan dalam kondisi yang ideal, yaitu hanya menggunakan salah satu jalan dan salah satu jalur yang memiliki kecepatan tertinggi di jam berapapun dan di ruas manapun.

Tabel 4. Rangkuman jumlah kendaraan yang habis dilewatkan



**Perbandingan Nilai EMP dengan MKJI 1997**

Perhitungan emp dengan metode *time headway* menghasilkan emp 0,12 lebih tinggi daripada MKJI 1997. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah kendaraan di jalan raya dan perilaku mengemudi masyarakat indonesia yang cenderung mendekati kendaraan di depannya sehingga *headway* antar kendaraan cenderung pendek. Perhitungan emp menggunakan bantuan *software* vissim lebih dapat menggambarkan secara rinci pergerakan tiap kendaraan karena adanya proses kalibrasi terhadap perilaku mengemudi (*driving behavior*) sehingga adanya sedikit perubahan pada keadaan lalu lintas akan langsung terdeteksi, maka dari itu nilai emp yang dihasilkan pada metode simulasi ini lebih tinggi.

Tabel 5. Perbandingan nilai emp hasil penelitian dengan emp MKJI 1997



**Pemilihan Metode Untuk Perhitungan EMP**

Tabel 6. Perbandingan nilai emp hasil penelitian dengan emp MKJI 1997

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Metode Time Headway** | **Metode Simulasi** |
| ***Internal Factor Analysis Summary*****(IFAS)** | **Strength*** Perhitungan lebih mudah
* Proses perhitungan tidak butuh waktu yang lama
 | **Weakness*** Faktor perhitugan hanya dari headway dengan kendaraan depannya
* Tidak mem-perhitungkan jarak samping kendaraan
* Tingkat ketelitian rendah
* Tidak dapat digunakan untuk meramalkan nilai emp masa depan
 | **Strength*** Menganalisis dari banyak faktor (*driving behavior* berdasarkan *following, lane change* dan *lateral*)
* Mensimulasikan per tiap kendaraan
* Dapat menghasilkan simulasi 3 dimensi
* Dapat digunakan meramalkan nilai emp di masa depan
* Tingkat ketelitian tinggi
 | **Weakness*** Proses perhitungan lebih panjang
 |
| ***External Factor Analysis Summary*****(EFAS)** | **Opportunity*** Tidak membutuhkan biaya banyak dalam hal *software*
 | **Threath*** Metode perhitungan belum banyak yang tahu
* Perilaku berkendara masyarakat Indonesia (menyiap dan merubah kecepatan) cenderung tidak terprediksi, jika hanya dinilai dari sisi headway tidak akan bisa akurat
 | **Opportunity*** Perilaku berkendara masyarakat Indonesia (menyiap dan merubah kecepatan) cenderung tidak terprediksi, maka vissim dapat memodelkan yang hampir sama dengan keadaan eksisting
 | **Threath*** Harga *software* Vissim yang masih cenderung mahal
 |

Melihat tabel yang tertera diatas, bahwasannya metode yang paling sesuai untuk digunakan pada jam *peak* di Kota Cirebon adalah metode simulasi. Metode simulasi lebih komprehensif, menilai dari berbagai sisi kondisi lalu lintas yang berupa volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan perilaku berkendara. Metode yang mengikutsertakan beberapa faktor lalu lintas diatas tentu lebih dapat mendekati keadaan eksisting dalam model. Sedangkan metode time headway hanya menggunakan *headway* antar kendaraan untuk menghitung nilai emp.

# KESIMPULAN DAN SARAN

**Kesimpulan**

Setelah melakukan analisis terkait perhitungan emp, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai emp yang lebih mendekati dengan kondisi sebenarnya di jalan Kota Cirebon adalah nilai perhitungan dari metode simulasi Vissim.
2. Nilai *driving behavior* untuk kalibrasi pada metode simulasi yang paling sesuai untuk digunakan adalah *driving behavior* yang telah disesuaikan dengan nilai Indoensia.
3. Nilai emp hasil perhitungan menggunakan metode *time headway* adalah 0,37 untuk sepeda motor dan 1,34 untuk HV. Sedangkan perhitungan emp dengan metode simulasi menghasilkan 0,46 untuk sepeda motor dan 1,31 untuk HV.
4. Nilai emp akan naik seiring bertambahnya volume lalu lintas. Hal ini terjadi karena semakin besar penggunaan ruang oleh kendaraan sehingga terjadi interaksi yang besar antar kendaraan.
5. Terdapat perbedaan nilai emp MC dan HV antara hasil perhitungan dengan emp pada MKJI 1997 terutama emp sepeda motor. Hal ini terjadi akibat perubahan kondisi di jalan, yaitu peningkatan jumlah kendaraan. Selain itu, perbedaan penggunaan metode perhitungan juga menyebabkan perbedaan nilai emp.

**Saran**

Berdasarkan analisis data dan survei lapangan, maka saran yang bisa disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Saran Teoritis
2. Peletakan kamera akan lebih baik apabila berada diatas sehingga semua kendaraan yang lewat dan melintasi batas headway terlihat jelas.
3. Plot surveyor dan desain survei harus diperhatikan dengan seksama agar tidak terjadi kesalahan pada saat survei.
4. Saran Praktis
5. Untuk penghitungan kinerja ruas jalan selanjutnya di Kota Cirebon, akan lebih baik apabila menggunakan nilai emp terbaru.
6. Sebaiknya analisis perhitungan kinerja jalan dapat dikontrol dengan kondisi lapangan, ataupun dengan simulasi *Software* Vissim.
7. Saran Untuk Penelitian Selanjutnya
	1. Penelitian yang sama dapat dikembangkan lebih lanjut lagi dengan metode perhitungan emp yang berbeda atau dengan interval waktu survey yang lebih lama (seminggu atau sebulan) pada lokasi yang memiliki karakteristik geometri maupun lalu lintas yang mirip.
	2. Penelitian yang sama dapat dikembangkan dengan menambahkan analisis perbandingan kinerja ruas jalan yang menggunakan emp MKJI 1997 dengan emp hasil perhitungan.

# DAFTAR PUSTAKA

Andiani, Christy Alty (dkk). 2013. “*Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp) Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Time Headway dan Aplikasinya Untuk Menghitung Kinerja Ruas Jalan (Kasus Pada Ruas Jalan Raya Solo-Sragen Km.12)”,* Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Sweroad & Bina Marga.

Arasan, V. Thamizh (dkk). 2011. “*Microsimulation Study Of Vehicular Interactions in Heterogeneous Traffic Flow on Intercity Roads*”. European Transport, Vol.68, pp.60-86.

Bains, Manraj Singh (dkk). 2012. “*Modeling of Traffic Flow on Indian Expressways using Simulation Techniqu*e”. Procedia – Social and Bhavioral Science, Vol.43, pp.475-493.

Hudha, Atok Miftachul. 2015.*” Kajian Pengetahuan Bioetika Dan Kemampuan Pengambilan Keputusan Etis Mahasiswa Calon Guru Biologi “.* Universitas Muhammadiyah, Malang.

Joewono, Tri Basuki (dkk). 2015. “*Kajian Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Tipikal Jalan Antar Kota Empat Lajur Dua Arah Terbagi*”, Universitas Katholik Parahyangan, Bandung.

Maski, Ghozali. 2010. *“Analisis Keputusan Nasabah Menabung: Pendekatan Komponen Dan Model Logistik Studi Pada Bank Syariah Di Malang”.* Universitas Brawijaya, Malang.

Pribadi, Ocky Soelistyo. 2017, “*Pengkinian MKJI Segmen Jalan Perkotaan dengan Traffic Microsimulation”,* Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Pemerintah Indonesia. 2004. *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Lembaran RI Tahun 2004. Jakarta : Kementerian Perhubungan.

Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang–Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Lembaran RI Tahun 2009. Jakarta : Kementerian Perhubungan.

Setiawan, Andy. 2017. *“Analisis Kinerja Lalu Lintas Di Jalan Sekitar Terminal Cappa Bungaya Gowa”.* Universitas Hasanuddin, Makassar.

Shalini, Kanakabandi (dkk). 2014. “*Estimation of the Passenger Car Equivalent: A Review*”. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 4, No.2, pp. 97-102.

Srikant (dkk). 2017. “*A modified approach for estimation of passenger car units on intercity divided multilane highways”.* Archives of Transport, Vol.42, No.2, pp.65-74.

Suryadana, Dayvis. 2014. *“Analisis Solusi Numerik Model Fluks Mobil Dengan Metode Crank-Nicholson”.* Universitas Jember, Jember.

Yunianta, Andung. 2015. “*Pengaruh Manuver Kendaraan Parkir Badan Jalan Terhadap Karakteristik Lalu Lintas Di Jalan Diponegoro Yogyakarta”.* Universitas Diponegoro, Semarang.