

Kalibrasi dan Validasi Model Vissim untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU)

Kornelius Jepriadi

Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal
e-mail: kornelius.@pktj.ac.id

Received 31-10-2022; Reviewed 16-11-2022; Accepted 02-12-2022
Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj>
DOI: 10.46447/ktj.v9i2.439

Abstract

Currently, 2 (two) infrastructure projects are under construction on the Jakarta – Cikampek Toll Road, they are the Light Rail Transit (LRT) and the Jakarta – Bandung Fast Train. The construction of the project is indicated to be one of the causes of congestion on the road segment. The provision of bus lane (LKAU) on toll roads is one part of the policy package. LKAU which should be used by buses is actually widely used by non-bus vehicles, this certainly affects the performance of roads. To describe the changes in the performance of these roads, it can be measured by conducting traffic simulations. One of the software to perform microscopic simulation is Vissim. Where one of the processes that must be carried out in the software is calibration and validation. This research was conducted to obtain a calibration model that is able to describe the condition of the driver's behavior in the field. The calibration process is carried out by trial and error on parameters including Following Behavior, Lane change behavior, and Lateral behavior. The results showed that the parameter adjustment in the tailing (following), the settings were made by changing the CC0 (standstill distance) value from 1.5 m to 0.50 m, changing the CC1 (headway time) value from 0.9 to 0.5 seconds, changing the the value of CC2 (following variation) from 4 m to 7.5 m and changing observed vehicles movement, lateral namely changing the "desired position at free flow" from the middle of lane to any.

Keywords: LKAU, Calibration, Validation, Road Performance, Vissim

Abstrak

Saat ini di lingkungan Jalan Tol Jakarta – Cikampek sedang dibangun 2 (dua) proyek infrastruktur meliputi *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta – Bekasi Timur dan Kereta Cepat Jakarta – Bandung. Pembangunan proyek tersebut terindikasi menjadi salah satu penyebab kemacetan di ruas jalan tersebut. Penyediaan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU) di jalan tol merupakan salah satu bagian dari paket kebijakan tersebut. LKAU yang seharusnya digunakan oleh bus justru banyak digunakan oleh kendaraan non bus hal ini tentunya mempengaruhi kinerja ruas jalan. Untuk menggambarkan perubahan kinerja ruas jalan tersebut dapat diukur dengan melakukan simulasi lalu lintas. Salah satu *software* untuk melakukan simulasi mikroskopik adalah Vissim. Dimana salah satu proses yang wajib dilakukan dalam software tersebut yaitu kalibrasi dan validasi. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh model kalibrasi yang mampu menggambarkan kondisi perilaku pengemudi di lapangan. Proses kalibrasi dilakukan secara *trial and error* pada parameter-parameter meliputi *Following Behavior*, *Lane change behavior*, dan *Lateral behavior*. Hasil penelitian menunjukkan penyesuaian parameter pada pembuntutan (*following*), pengaturan dilakukan dengan

mengubah nilai CC0 (*standstill distance*) dari 1,5 m menjadi 0,50 m, mengubah nilai CC1 (*headway time*) dari 0,9 menjadi 0,5 detik, mengubah nilai CC2 (*following variation*) dari 4 m menjadi 7,5 m dan mengubah *observed vehicles* dari 2 menjadi 4. Pengaturan pada pergerakan (*lateral*) yaitu mengubah "*desired position at free flow*" dari *middle of lane* menjadi *any*.

Kata kunci: LKAU, Kalibrasi, Validasi, Kinerja Ruas Jalan, Vissim

PENDAHULUAN

Jalan Tol Jakarta – Cikampek merupakan ruas jalan tol yang menghubungkan wilayah Jakarta, Bekasi, Cikarang, Karawang dan Cikampek sepanjang 83 km. Saat ini di lingkungan Jalan Tol Jakarta – Cikampek sedang dibangun 2 (dua) proyek infrastruktur meliputi *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta – Bekasi Timur dan Kereta Cepat Jakarta – Bandung. Pembangunan proyek tersebut terindikasi menjadi salah satu penyebab kemacetan di ruas jalan tersebut. Pemerintah telah melakukan upaya untuk mengurangi kemacetan dengan menetapkan suatu paket kebijakan pada Jalan Tol Jakarta – Cikampek yang tertuang pada Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 18 Tahun 2018 tentang Pengaturan Lalu Lintas selama Masa Pembangunan Proyek Infrastruktur Strategis Nasional di Ruas Jalan Tol Jakarta – Cikampek. Paket kebijakan tersebut telah diterapkan sejak 12 Maret 2018.

Penyediaan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU) di jalan tol merupakan salah satu bagian dari paket kebijakan tersebut dimana secara rinci diatur pada Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 99 Tahun 2017 tentang Penggunaan LKAU untuk Mobil Buspada Jalan Tol di Wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi. LKAU merupakan bagian dari jalur jalan tol yang diperuntukkan khusus bagi angkutan umum (Kementerian Perhubungan RI, 2017). LKAU ini menggunakan lajur sebelah kiri pada ruas jalan tol yang dilengkapi oleh rambu dan marka LKAU. Penerapan LKAU di jalan tol merupakan suatu hal yang baru diterapkan di Indonesia.

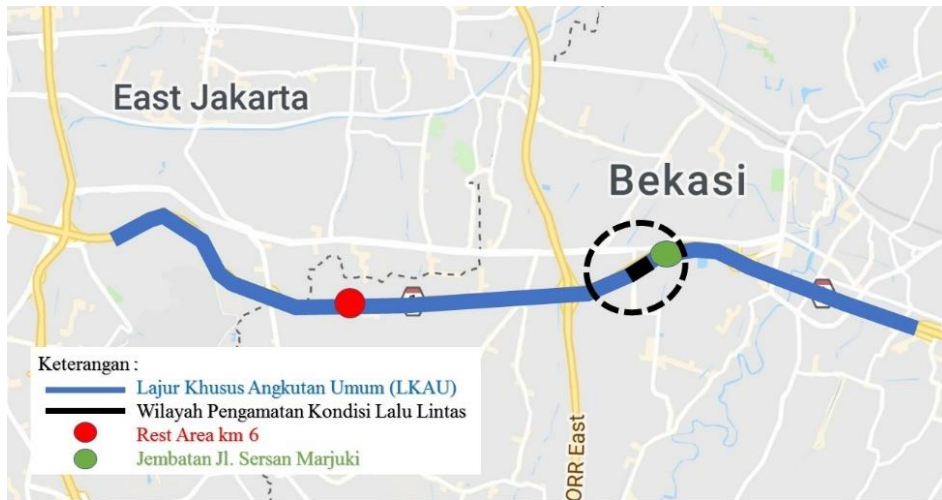
LKAU yang seharusnya digunakan oleh bus justru banyak digunakan oleh kendaraan non bus. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor meliputi kondisi lalu lintas yang macet, ketidak tahuan masyarakat akan adanya LKAU, ketidak pahaman akan marka LKAU, penegakkan hukum yang masih rendah, kondisi pengemudi yang tergesa-gesa, dan kondisi permukaan jalan yang rusak (Jepriadi et al., 2019). Kondisi tersebut tentunya mempengaruhi pada kinerja ruas jalan. Kinerja ruas jalan merupakan kemampuan ruas jalan untuk memfasilitasi pergerakan lalu lintas sesuai dengan fungsinya yang dapat diukur dengan standar pelayanan jalan (Gea & Harianto, 2011) Dalam melakukan pengukuran terhadap kinerja ruas jalan membutuhkan data berupa data geometrik dan data lalu lintas seperti volume dan kecepatan. Untuk menggambarkan perubahan kinerja ruas jalan tersebut dapat diukur dengan melakukan simulasi lalu lintas.

Simulasi lalu lintas merupakan suatu pendekatan yang efektif dalam menilai kondisi lalu lintas karena dapat menghasilkan keluaran yang mendekati kondisi sebenarnya (Yulianto & Setiono, 2013). Saat ini proses model simulasi lalu lintas dapat dilakukan dengan cepat karena menggunakan komputer (Aghabayk et al., 2013). Salah satu *software* untuk melakukan simulasi mikroskopik adalah Vissim. Dimana salah satu proses yang wajib dilakukan dalam software tersebut yaitu kalibrasi dan validasi. Proses kalibrasi dan validasi penting dilakukan agar memberikan keyakinan bahwa model yang bangun dalam *software* dapat menggambarkan kondisi seperti di lapangan (Aldo et al., 2021). Pada kalibrasi model mikroskopik, proses kalibrasi dilakukan pada perilaku pengemudi (Negoro et al., 2018). Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh model kalibrasi yang mampu menggambarkan kondisi perilaku pengemudi di lapangan.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada segmen Ruas Jalan Tol Jakarta – Cikampek yang memiliki fasilitas Lajur Khusus Angkutan Umum, berada *Ramp On* Bekasi Barat hingga *Ramp Off* Cikunir yang memiliki Panjang jalan 2 km.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan primer. Data sekunder berupa inventarisasi ruas jalan (jumlah lajur, lebar lajur, lebar bahu jalan) dan volume lalu lintas untuk mengetahui hari tersibuk, sedangkan data primer meliputi data volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan yang diambil dengan merekam menggunakan *handycam* di Jembatan Jl. Sersan Marjuki pada jam tersibuk selama 3 (tiga) jam. Pengambilan data kecepatan kendaraan dengan *cluster random sampling* dimana data kecepatan tersebut dibedakan berdasarkan jenis kendaraannya. Pengelompokan jenis kendaraan meliputi meliputi mobil penumpang, mobil *pick up*, bus sedang, bus besar, truk kecil, truk 2 as, truk 3 as, truk 4 as dan truk 5 as. Terdapat beberapa metode dalam menentukan sampel, penentuan jumlah sampel pada penelitian ini menggunakan rumus Slovin (Amirin, 2011) dengan rumus sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1+(Ne^2)} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana n: Ukuran sampel; N: Ukuran populasi; e: Batas ketelitian (*margin error*) dalam perhitungan sampel dalam penelitian ini sebesar 10%

Menurut (Sutalaksana, 2006), pengujian kecukupan data dipengaruhi oleh faktor tingkat ketelitian yang menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil perhitungan terhadap nilai waktu yang sebenarnya dan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya probabilitas bahwa data yang sudah diambil berada dalam tingkat ketelitian yang sebelumnya telah ditentukan. Uji kecukupan data dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N' = \frac{k}{s} \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x}} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana k: Tingkat keyakinan (99% \approx 3, 95% \approx 2); s: Derajat ketelitian; N: Jumlah data pengamatan; N': Jumlah data teoritis; x: Data pengamatan

3. Simulasi Lalu Lintas

Proses simulasi lalu lintas pada penelitian ini menggunakan Software Vissim dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan *input background* menggunakan peta dari *Google Maps* yang mencakup wilayah yang akan disimulasikan;
2. Membuat jaringan jalan atau *link* pada Vissim berdasarkan kondisi di lapangan dan menentukan jenis-jenis kendaraan yang akan dimodelkan pada Vissim sesuai dengan kondisi di lapangan;
3. Melakukan *input* kecepatan arus bebas pada masing-masing jenis kendaraan sesuai berdasarkan hasil survei;
4. Menentukan rute asal dan tujuan pada jaringan jalan atau *link*;
5. Melakukan *input* volume kendaraan berdasarkan hasil survei dan komposisi kendaraan berdasarkan jenis kendaraan;
6. *Running* model Vissim untuk mendapatkan output berupa volume lalu lintas yang habis tersimulasi dan kecepatan lalu lintas rata-rata;
7. *Output* yang dihasilkan divalidasi dengan uji statistik terhadap parameter volume dan kecepatan lalu lintas hasil survei, apabila dinyatakan valid maka model siap digunakan untuk analisis selanjutnya, bila tidak maka dilakukan tinjau ulang parameter kalibrasi kemudian dilakukan *running* kembali.

4. Kalibrasi Model Vissim

Kalibrasi pada Vissim dilakukan dengan mengubah nilai pada parameter-parameter yang terdapat pada *driving behavior*. Proses kalibrasi dilakukan secara *trial and error* pada parameter-parameter tersebut sehingga perilaku pada Vissim dapat menggambarkan perilaku seperti di lapangan. Parameter-parameter tersebut antara lain *Following behavior*, *Lane change behavior*, dan *Lateral behavior*.

5. Validasi Model Vissim

Validasi model Vissim dilakukan dengan membandingkan hasil observasi dengan simulasi menggunakan uji statistik Geoffrey E. Havers (GEH) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter volume lalu lintas, panjang antrian dan kecepatan (Irawan & Putri, 2015).

Geoffrey E. Havers di tahun 1970 mengembangkan formula GEH yang digunakan untuk validasi hasil pemodelan simulasi lalu lintas. GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari *chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Hasil model dikatakan baik jika nilai GEH < 5. Rumus GEH adalah sebagai berikut.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulated} - q \text{ observed})^2}{0,5 \times (q \text{ simulated} + q \text{ observed})}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana *q observed* : Data observasi; *q simulated*: Data hasil simulasi

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan pengukuran akurasi peramalan. MAPE menunjukkan akurasi peramalan dalam bentuk persentase, semakin rendah nilainya maka model peramalan memiliki kemampuan yang baik dengan batas nilai maksimal < 50%. Rumus MAPE ditunjukkan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

Dimana A_t : Data observasi; F_t : Data hasil simulasi; n: Jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kapasitas Segmen Ruas Jalan

Perhitungan kapasitas segmen ruas jalan menggunakan perhitungan MKJI 1997. Perhitungan kapasitas dipengaruhi parameter kapasitas dasar dan faktor koreksi lebar lajur lalu lintas. Perhitungan kapasitas dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu kapasitas pada lajur 1 (LKAU) dan lajur 2, 3, 4. Kapasitas lajur 1 (LKAU) yaitu sebesar 2369 smp/jam sedangkan kapasitas lajur 2, 3, 4 sebesar 7107 smp/jam (Jepriadi et al, 2019). Perhitungan kapasitas lebih jelas ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan kapasitas ruas jalan

Lajur	Kapasitas Dasar (Co)	Faktor Koreksi Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw)	Kapasitas Per lajur (Smp/Jam)	Jumlah Lajur	Kapasitas total (Smp/Jam)
Lajur 1 (LKAU)	2.300	1,03	2.369	1	2.369
Lajur 2, 3, 4	2.300	1,03	2.369	3	7.107

2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada jam sibuk Hari Senin sebesar 5645 kendaraan/jam atau 6092 smp/jam pada pukul 06.00 – 07.00 WIB dimana data tersebut yang akan dijadikan data input pada Software Vissim. Volume lalu lintas perjenis kendaraan dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Perjenis Kendaraan

Kendaraan/ Jam										Jumlah
Mobil	Pick Up	Bus Sedang	Bus Besar	Truk Kecil	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk 4 As	Truk 5 As	Kend/ Jam	SMP /Jam
4084	91	106	226	634	289	142	51	22	5645	6092

3. Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan pada penelitian ini menggunakan kecepatan arus bebas dari sampel yang diambil per jenis kendaraan. Pengambilan sampel berdasarkan pada jumlah populasi dari masing-masing jenis kendaraan menggunakan rumus Slovin dengan taraf kesalahan sebesar 10%. Data kecepatan ini digunakan untuk mengetahui distribusi kecepatan sebagai data masukan atau *input* dalam analisis menggunakan Vissim. Kecepatan arus bebas rata-rata tertinggi yaitu terdapat pada mobil penumpang dengan kecepatan 80,61 km/jam sedangkan kecepatan terendah sebesar 51,87 km/jam pada truk 5 as.

Tabel 3. Kecepatan operasional rata-rata per jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Kecepatan Rata-Rata (km/jam)
Mobil penumpang	80,61
Mobil <i>Pick up</i>	69,12
Bus sedang	68,43
Bus besar	64,82
Truk kecil	56,69
Truk 2 as	49,47
Truk 3 as	48,51
Truk 4 as	44,87
Truk 5 as	41,87

Perhitungan uji kecukupan data ini menggunakan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 10%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa semua jenis kendaraan yang telah diambil sampel kecepatannya telah memenuhi syarat uji kecukupan data.

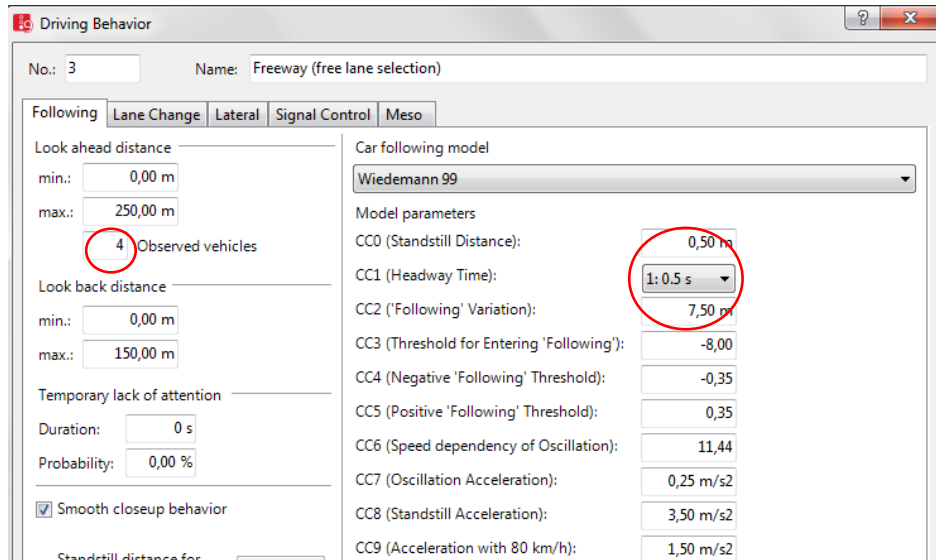
Tabel 4. Perbandingan jumlah sampel kecepatan yang diambil dengan jumlah sampel seharusnya

Jenis Kendaraan	Jumlah Sampel (N)	Jumlah Sampel Seharusnya (N')
Mobil penumpang	98	10
<i>Pick up</i>	48	8
Bus sedang	51	2
Bus besar	69	4
Truk kecil	86	5
Truk 2 as	74	6
Truk 3 as	59	9
Truk 4 as	20	5
Truk 5 as	18	8

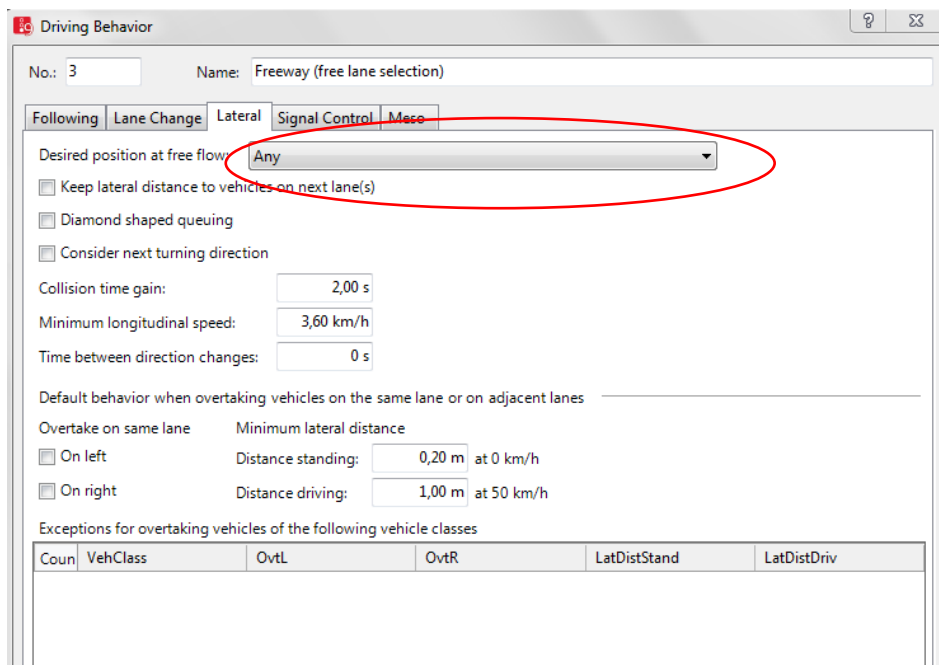
4. Hasil Kalibrasi Model Vissim

Kalibrasi dan validasi model Vissim dilakukan untuk mengetahui apakah model Vissim sudah menggambarkan kondisi di lapangan atau belum dengan menggunakan uji statistik. *Output* model yang akan divalidasi pada penelitian ini yaitu volume dan kecepatan. Simulasi secara *default* telah dilakukan lalu hasil simulasi menunjukkan bahwa simulasi tidak dapat diselesaikan dengan pengaturan default, volume kendaraan yang dapat disimulasikan selama 3600 detik hanya 4814 kendaraan dari 5645 kendaraan sedangkan kecepatan yang dihasilkan 45,81 km/jam. Setelah dilakukan validasi menggunakan uji statistik pada *output*, volume kendaraan tersimulasi masih belum memenuhi syarat dan disimpulkan bahwa model belum dapat menggambarkan kondisi di lapangan. Proses kalibrasi perlu dilakukan agar *output* model dapat menggambarkan kondisi di lapangan.

Parameter yang diubah untuk kalibrasi meliputi pembuntutan (*following*) dan pergerakan lateral (*lateral*). Kalibrasi model terbaik diperoleh setelah melakukan beberapa kali *trial and error*. Pada pembuntutan (*following*), pengaturan dilakukan pada nilai CC0 (*standstill distance*), nilai CC1 (*headway time*), nilai CC2 (*following variation*) dan *observed*. Pengaturan pada pergerakan (*lateral*) yaitu mengubah "*desired position at free flow*" dari *middle of lane* menjadi *any*. Gambar 2 dan 3 menunjukkan perubahan pengaturan untuk kalibrasi model Vissim.



Gambar 2. Pengaturan Perilaku Pembuntutan (*Following*) dalam Vissim



Gambar 3. Pengaturan Perilaku Pergerakan Lateral dalam Vissim

5. Hasil Validasi model Vissim

Validasi model dilakukan untuk mengetahui apakah model Vissim dapat menggambarkan kondisi di lapangan atau tidak dengan parameter volume kendaraan dan kecepatannya. Validasi model pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) metode

yaitu uji statistik *Geoffrey E. Havers* (GEH) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Nilai GEH yang dihasilkan dari parameter volume lalu lintas dan kecepatan < 5 dan nilai MAPE < 0,5 atau 50% kemudian dapat disimpulkan bahwa model sudah valid atau sudah dapat menggambarkan kondisi di lapangan walaupun terjadinya perbedaan pada hasil survei dengan hasil *running* Vissim. Setelah model dinyatakan valid kemudian dapat dilanjutkan untuk analisis selanjutnya. Hasil uji statistik GEH dan MAPE dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji GEH dan MAPE

Parameter	Hasil Survei	Model	GEH	MAPE
Volume	5.645 kend/jam	5.630 kend/jam	0,04	0,003
Kecepatan	61,19 km/jam	59,85 km/jam	0,03	0,022

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan parameter yang perlu dilakukan kalibrasi untuk melakukan mikrosimulasi menggunakan Software Vissim dengan kasus ruas jalan tol yang memiliki Lajur Khusus Angkutan Umum. Parameter yang diubah untuk kalibrasi meliputi pembuntutan (*following*) dan pergerakan lateral (*lateral*). Pada pembuntutan (*following*), pengaturan dilakukan dengan mengubah nilai CC0 (*standstill distance*) dari 1,5 m menjadi 0,50 m, mengubah nilai CC1 (*headway time*) dari 0,9 menjadi 0,5 detik, mengubah nilai CC2 (*following variation*) dari 4 m menjadi 7,5 m dan mengubah *observed vehicles* dari 2 menjadi 4. Pengaturan pada pergerakan (*lateral*) yaitu mengubah "*desired position at free flow*" dari *middle of lane* menjadi *any*. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melanjutkan menganalisis perubahan kinerja ruas jalan yang dapat diukur dengan parameter kecepatan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghabayk, K., Sarvi, M., Young, W., & Kautzsch, L. (2013). A novel methodology for evolutionary calibration of vissim by multi-threading. *Australasian Transport Research Forum, ATRF 2013 - Proceedings*.
- Aldo, J. N., Yulianto, B., & Setiono. (2021). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pasar PON Menggunakan Program Simulasi PTV Vissim. *Matriks Teknik Sipil, 9(2)*, 114. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i2.53550>
- Amirin, T. (2011). *Populasi dan Sampel Penelitian 4*. Erlangga.
- Gea, & Harianto. (2011). Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Parkir pada Badan Jalan (Studi Kasus: Pasar dan Pertokoan di Deli Tua). *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan*.
- Irawan, M. Z., & Putri, N. H. (2015). Kalibrasi Vissim untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*, 13, 97–106.
- Jepriadi, K., Dewanti, & Muthohar, I. (2019). Analisis Faktor-Faktor Pelanggaran Penggunaan Lajur Khusus Angkutan Umum LKAU). *Departemen Teknik Sipil FT-UI*.
- Kementerian Perhubungan RI. (2017). *Penggunaan Lajur Khusus Angkutan Umum untuk Mobil Bus pada Jalan Tol di Wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi*.

- Negoro, Y. A. S., Munawar, A., & Irawan, M. Z. (2018). Analisis Pengaruh Manajemen Kecepatan Terhadap Antrian Kendaraan Pada Exit Gerbang Tol Periode Liburan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 20(1), 33. <https://doi.org/10.25104/jptd.v20i1.649>
- Sutalaksana. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Yulianto, B., & Setiono. (2013). Kalibrasi dan Validasi Mixed Traffic Vissim Model. *Media Teknik Sipil*.