



Analisis *level of service* pada simpang bersinyal menggunakan model mikrosimulasi (studi kasus: Simpang Medoho-Semarang)

Iin Irawati^{a,1}, Agus Muldiyanto^a

^aJurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang (USM) Jalan Arteri Sukarno Hatta, Semarang, 50196, Indonesia

¹E-mail: iin.irawati5477@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 13 Maret 2020

Direview pada 02 April 2020

Direvisi pada 16 April 2020

Disetujui pada 01 Mei 2020

Tersedia daring pada 30 Juni 2020

Kata kunci:

Level of service, simpang bersinyal, tundaan, VISSIM.

Keywords:

Level of service, signal intersections, delays, VISSIM.

ABSTRAK

Salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan perkotaan adalah simpang. Permasalahan pada simpang bersinyal disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah percampuran kendaraan (*mix traffic*), kegiatan sisi jalan yang menimbulkan hambatan samping (*side friction*), perilaku pengemudi (*driving behavior*) yang tidak disiplin, dan kecenderungan pengemudi kendaraan roda dua memasuki celah atau *gap* di antara kendaraan yang lain. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi pola aliran lalu lintas. Salah satu simpang di Kota Semarang yang rawan akan kemacetan lalu lintas adalah Simpang Medoho. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk analisis kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan model simulasi lalu lintas. Indikator kinerja yang diteliti meliputi *level of service* (LOS). Tools yang digunakan dalam simulasi lalu lintas adalah VISSIM. Dari hasil pemodelan diperoleh LOS untuk masing-masing lengan simpang adalah Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah yaitu LOS E, Jalan Gajah arah Lamper yaitu LOS E, Jalan Medoho Raya 1 yaitu LOS E dan Jalan Medoho Permai yaitu LOS B. Nilai tundaan rata-rata per lengan simpang maupun tundaan maksimal apabila dikumulatifkan dan dilakukan rata-rata, maka LOS secara keseluruhan pada Simpang Medoho berada pada LOS E.

ABSTRACT

One integral part of all urban road systems is an intersection. Many factors cause problems at signalized intersections, including mixed traffic, roadside activities that cause side friction, driver behavior or driving behavior that is not disciplined, and the tendency of drivers of two-wheeled vehicles to enter the gap or gap between other vehicles. One of the intersections in Semarang City, which is prone to traffic jams, is the Medoho intersection. The purpose of this study is to analyze the performance of signalized intersections using a traffic simulation model. The performance indicators studied include level of service. The tools used in the traffic simulation are VISSIM. From the results modeling obtained the level of service or LOS for each intersection is Jalan Gajah in the direction of the Central Java Grand Mosque is LOS E, Jalan Gajah in the direction of Lamper is LOS E, Jalan Medoho Raya 1 is LOS E, and Permai Medoho Road is LOS B. Average delay value per intersection arm and maximum delay when accumulated and averaged. The overall LOS at the Medoho intersection is at LOS E.

Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v16i1.7591>.

1. Pendahuluan

Simpang merupakan salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari sistem jalan perkotaan [1]. Pertemuan antar beberapa ruas jalan yang membentuk suatu simpang menyebabkan antrian kendaraan dan kemacetan lalu lintas pada simpang. Kurang lancarnya bagian ini akan menyebabkan sistem transportasi menjadi kurang efektif dan kurang efisien [2]. Permasalahan pada simpang bersinyal disebabkan oleh banyak faktor. Faktor volume kendaraan memegang peran penting untuk menentukan kondisi arus lalu lintas sekarang maupun di masa yang akan datang [3]. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa selain faktor volume kendaraan, percampuran kendaraan (*mix traffic*), kegiatan sisi jalan yang menimbulkan hambatan samping (*side friction*) dan perilaku pengemudi atau *driving behavior* yang tidak disiplin serta kecenderungan pengemudi kendaraan roda dua memasuki celah atau *gap* di antara kendaraan yang lain pada simpang bersinyal perlu diperhatikan untuk menentukan kinerja suatu simpang bersinyal karena faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi pola aliran lalu lintas yang berdampak pada arus jenuh (*saturation flow*).

[4] menyebutkan bahwa arus jenuh merupakan komponen utama dalam desain sinyal yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti komposisi kendaraan, geometrik simpang, serta perilaku pengemudi (*driving behavior*). Sedangkan manuver berpindah lajur yang merupakan bagian dari *driving behaviour* dalam variasi kepadatan lalu lintas yang berbeda-beda, memiliki dampak yang signifikan terhadap karakteristik arus lalu lintas [5]. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki karakteristik lalu lintas yang sifatnya heterogen. Ciri karakter lalu lintas heterogen adalah setiap lajur kendaraan terdiri dari berbagai macam variasi jenis kendaraan yang melintas, komposisi kendaraan yang berubah-ubah, serta pengguna jalan yang cenderung tidak tertib sehingga menghasilkan perilaku yang kompleks [6-7]. Ketidaktertiban perilaku pengemudi tercermin dengan perilaku yang agresif di jalan sehingga tidak memperhatikan jarak aman.

Permasalahan transportasi yang umum terjadi di kota-kota berkembang adalah tingkat pertumbuhan kendaraan yang tinggi tanpa diimbangi dengan peningkatan infrastruktur yang ada serta rendahnya minat masyarakat untuk menggunakan jasa transportasi umum. Hal ini yang memicu terjadinya kemacetan di simpang dalam kota terutama pada jam sibuk karena kinerja simpang sudah mulai mendekati titik jenuh [8]. Selain dipengaruhi oleh pertumbuhan kendaraan yang tinggi, kepadatan kendaraan pada lengan simpang juga dipengaruhi oleh adanya perilaku pengemudi yang cenderung memasuki celah atau *gap*, terutama kendaraan roda dua. Salah satu simpang di Kota Semarang yang rawan akan kemacetan lalu lintas adalah Simpang Medoho.

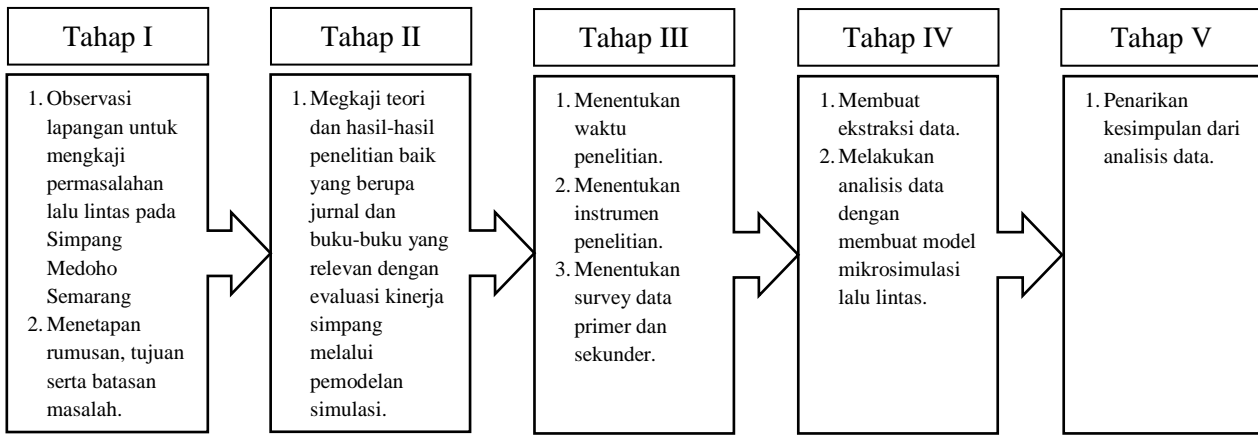
Pada saat jam-jam sibuk sering dijumpai antrian panjang pada lengan simpang, sehingga menyebabkan buruknya kinerja simpang karena lamanya waktu tundaan. Kondisi *existing* menunjukkan bahwa *peak hour* pada Simpang Medoho terjadi pada pagi hari 06.30-08.00 WIB (jam berangkat sekolah dan kantor), siang hari 11.30-13.00 WIB serta sore hingga petang hari 14.00-18.30 WIB. Ada beberapa faktor yang menyebabkan antrian panjang di Simpang Medoho, yaitu tingginya jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan geometrik lengan simpang; hambatan samping yang cukup tinggi akibat kurangnya ketersediaan lahan parkir pada kawasan niaga di sekitar simpang; fungsi tata guna lahan yang berupa kawasan niaga serta akses pemukiman penduduk sehingga menyebabkan tingginya bangkitan dan tarikan di simpang; serta posisi simpang pada jalur yang menuju dan dari Masjid Agung Jawa Tengah-Semarang sehingga sering dilalui bus besar, serta perilaku pengemudi sepeda motor yang memanfaatkan celah untuk masuk saat lampu merah.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal dengan difokuskan pada *performa* atau kinerja Simpang Medoho-Semarang menggunakan model mikrosimulasi yang berbasis pada pendekatan mikroskopik lalu lintas dengan indikator kinerja simpang yang berupa *level of service* (LOS). *Level of service* atau tingkat pelayanan merupakan ukuran terhadap performa simpang yang terdiri dari 6 klasifikasi, yaitu LOS A (tundaan kurang dari 5 detik), LOS B (tundaan antara 5-15 detik), LOS C (tundaan antara 15-25 detik), LOS D (tundaan antara 25-40 detik), LOS E (tundaan antara 40-60 detik) dan LOS F (tundaan di atas 60 detik) [9]. Untuk pendekatan dipilih secara mikroskopik karena pendekatan ini merupakan pendekatan yang mampu membaca karakteristik pergerakan tiap kendaraan [10].

Selain metode MKJI 1997 (pendekatan skala makro) yang digunakan untuk analisis kinerja simpang bersinyal, terdapat metode lain yang digunakan untuk analisis yaitu model mikrosimulasi [11]. Alat bantu atau *tools* yang digunakan untuk membangun model adalah VISSIM. VISSIM dibangun berdasarkan teori *psycho-physical spacing models* oleh Wiedeman yang mengacu pada perilaku pengemudi (*driving behavior*). Ada beberapa hal yang mendasari *psycho physical models*, yaitu pengemudi tidak dapat mengamati perubahan kecil yang terjadi baik dalam kecepatan maupun jarak, pengemudi tidak mempertimbangkan kendaraan yang posisinya jauh, pengemudi tidak selalu berada pada jarak maupun kecepatan yang konstan, digunakan ambang yang berbeda ketika terjadi perubahan perilaku pengemudi [12]. Di dalam karakteristik pengemudi terkandung pengetahuan yang luas mengenai kemampuan alamiah pengemudi, kemampuan belajar dan motif serta perilakunya [13]. Pemilihan VISSIM sebagai alat bantu dalam simulasi karena VISSIM merupakan salah satu bahasa pemrograman yang dapat membangun sistem dinamik dalam skala yang kompleks, dengan memberikan solusi desain yang akurat dan secara cepat dapat membangun prototipe dari sistem dinamis [14].

2. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian dibutuhkan suatu metode untuk menggambarkan proses atau prosedur penelitian yang hendak dilakukan melalui metodologi penelitian. Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Untuk mencapai tujuan yang diperlukan dibutuhkan metode yang relevan untuk mencapai tujuan yang diinginkan [15]. Metode yang digunakan untuk analisis adalah dengan pemodelan mikrosimulasi menggunakan alat bantu berupa VISSIM. Variabel yang digunakan untuk membangun model berupa variabel terikat (tundaan) dan variabel bebas (jumlah kendaraan per jam, geometrik, kondisi lingkungan (hambatan samping), waktu siklus dan perilaku pengemudi (*car following* atau pembuntutan kendaraan dan *lane changing* atau berpindah lajur). Adapun langkah-langkah dalam metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi penelitian.

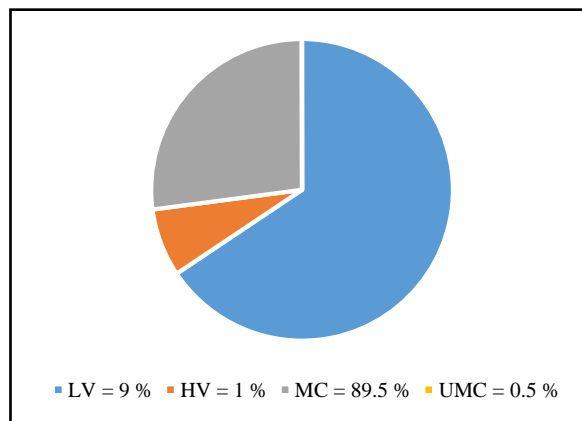
3. Hasil dan Pembahasan

Volume kendaraan diperoleh dengan pencacahan jumlah kendaraan per jam berdasarkan jenis kendaraan, yang terdiri dari kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), kendaraan berat (HV) dan kendaraan tak bermotor (UMC). Secara terperinci jenis kendaraan yang dihitung diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan kelas kendaraan.

Kelas kendaraan	Jenis kendaraan
MC	Sepeda motor
	Motor bak
LV	Sedan
	City car
	MPV
	Mobil box
	Mobil bak
HV	Bis besar
	Truk 2 gandar
	Truk 3 gandar
UMC	Becak
	Sepeda kayuh

Berdasarkan jumlah dari masing-masing jenis kendaraan yang sudah terkumpul, maka didapatkan komposisi rata-rata kendaraan yang disajikan pada diagram pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi jumlah tiap jenis kendaraan.

Simpang Medoho merupakan simpang lengan 4, yang terdiri dari 2 lengan mayor dan 2 lengan minor. Geometrik pada Simpang Medoho ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi geometrik Simpang Medoho.

Nama ruas jalan (lengan simpang)	Lebar lengan	Lebar per lajur	
		Kiri	Kanan
Jalan Gajah (arah ke Masjid Agung)	7 m	3.5 m	3.5 m
Jalan Gajah (arah ke Lamper)	7 m	3.5 m	3.5 m
Jalan Medoho Raya 1	7 m	3.5 m	3.5 m
Jalan Medoho Permai	5 m	2.0 m	2.0 m

Waktu siklus pada Simpang Medoho terdiri dari waktu merah, kuning dan hijau. Waktu siklus pada tiap pendekatan simpang tertera pada Tabel 3.

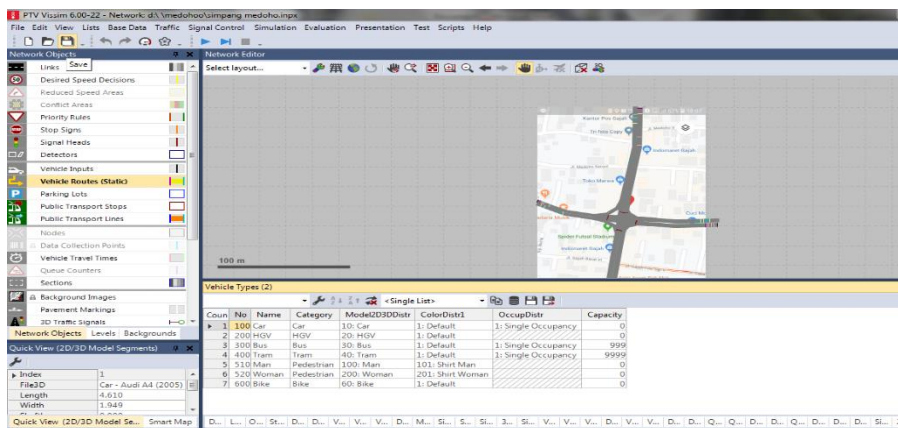
Tabel 3. Rekapitulasi waktu siklus Simpang Medoho.

Nama ruas jalan (lengan simpang)	Waktu siklus (detik)		
	Merah	Hijau	Kuning
Jalan Gajah (arah ke Masjid Agung)	120	60	4
Jalan Gajah (arah ke Lamper)	108	72	4
Jalan Medoho Raya 1	140	40	4
Jalan Medoho Permai	155	25	4

Setelah data diekstraksi, selanjutnya dibangun model simulasi lalu lintas dengan *tools* VISSIM yang sesuai dengan algoritma VISSIM. Tahapan dalam membangun model simulasi VISSIM adalah sebagai berikut:

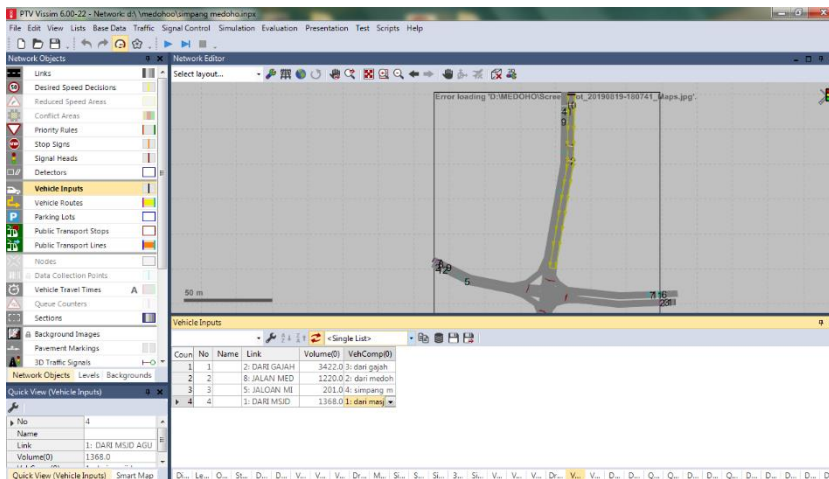
1. Membuat *backgrounds images* sesuai dengan peta lokasi. Membuat *links* (lebar per lajur pada tiap simpang).
2. Memilih jenis kendaraan.

Tampilan jenis kendaraan yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 3.



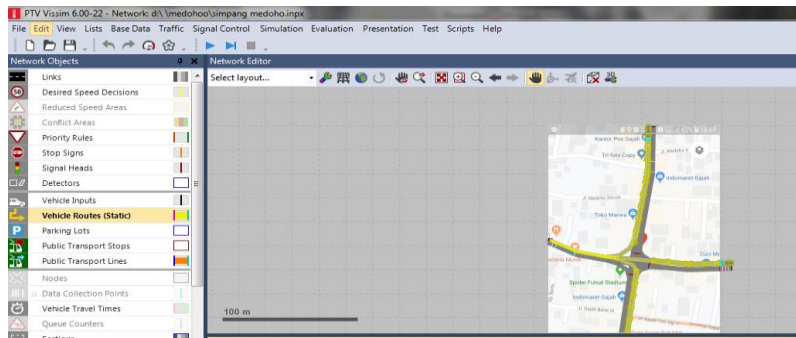
Gambar 3. Tampilan jenis kendaraan yang dipilih dalam menu VISSIM pada Simpang Medoho.

3. *Input* volume tiap jenis kendaraan per lengan simpang, seperti pada Gambar 4.



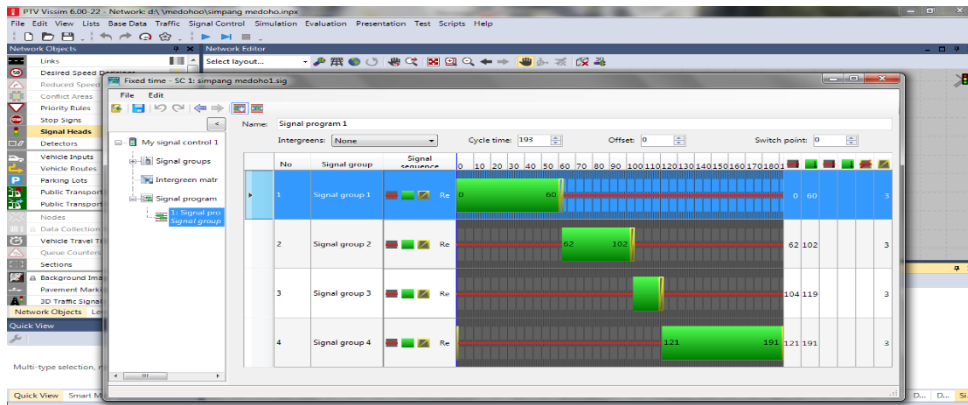
Gambar 4. Input jumlah kendaraan dalam menu VISSIM pada Simpang Medoho.

- Membuat rute kendaraan berdasarkan arah kendaraan untuk tiap lengan simpang. Sebagai contoh tampilan rute kendaraan dalam VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penggambaran rute dalam menu VISSIM pada Simpang Medoho.

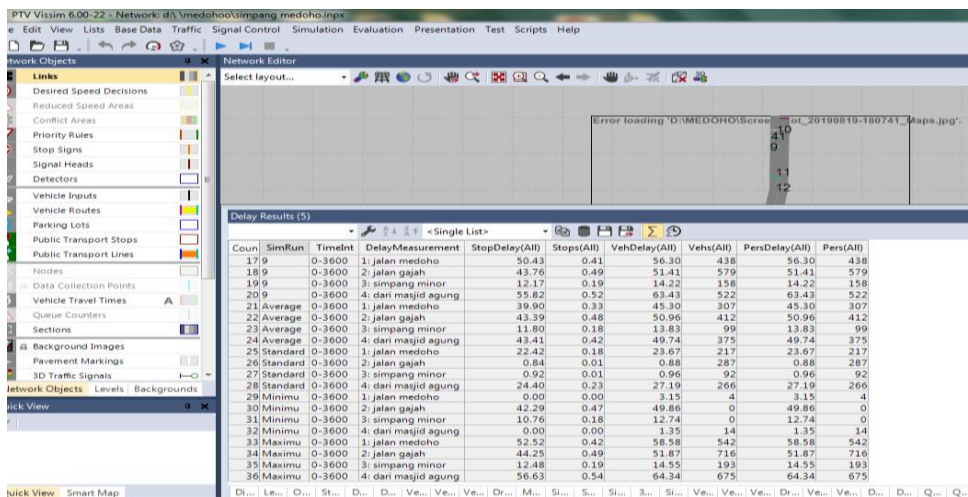
- Membuat tahapan fase (arah prioritas) pada VISSIM.
- Input *travel time*.
- Membuat *conflict area*.
- Input waktu siklus. Waktu siklus yang diinput dalam VISSIM pada Simpang Medoho ditunjukkan pada Gambar 6.



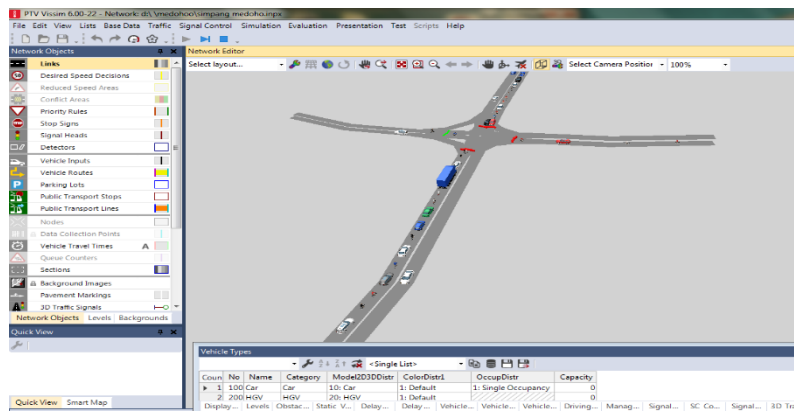
Gambar 6. Penggambaran waktu siklus dalam VISSIM pada Simpang Medoho.

- Kalibrasi model.
Kalibrasi model dilakukan dengan menyesuaikan perilaku pengemudi pada Simpang Medoho.
- Validasi model.

Hasil dari pemodelan setelah dilakukan beberapa kali simulasi untuk memvalidasi model ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan tampilan 3D hasil pemodelan setelah *running* program pada menit ke-46 disajikan pada Gambar 8.



Gambar 7. Hasil pemodelan VISSIM pada Simpang Medoho.



Gambar 8. Hasil pemodelan VISSIM pada Simpang Medoho.

Dari hasil pemodelan yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 serta *input* data dalam pemodelan pada Gambar 2 sampai 6, menunjukkan bahwa adanya variasi kendaraan yang melewati Simpang Medoho, seperti mobil pribadi, angkot, sepeda motor, bus besar, dan truk besar. Jumlah total kendaraan per jam yang berbeda untuk tiap lengan simpang menghasilkan nilai tundaan yang berbeda, yaitu pada Jalan Gajah (arah ke Masjid Agung Jawa Tengah) = 3422, Jalan Gajah (arah ke Lamper) = 1348, Jalan Medoho Raya 1 = 1220, dan Jalan Medoho Permai = 201.

Selain pengaruh jumlah kendaraan per jam pada tiap simpang, perbedaan waktu tundaan juga dipengaruhi oleh geometrik serta waktu siklus. Arus kendaraan yang melalui lengan Medoho Permai relatif kecil dan terdapat beda signifikan dengan lengan yang lain, dikarenakan lengan Medoho Permai merupakan lengan minor dengan lebar geometrik 4 meter, dan akses pada lengan Medoho Permai didominasi oleh sepeda motor dengan perbandingan yang sangat signifikan dengan jenis kendaraan yang lain. Sebagai indikator dalam kalibrasi, maka variabel karakteristik *driving behavior* (*car following* atau pembuntutan kendaraan dan *lane changing* atau berpindah lajur) digunakan dalam simulasi VISSIM. Pada saat lampu merah (saat kendaraan berhenti, jarak antar kendaraan yang saling membuntuti rata-rata adalah 0.7 meter, sedangkan jarak samping rata-rata antar kendaraan saat bermanuver sebesar 0.8 meter.

Dari hasil pemodelan simulasi diperoleh tundaan rata-rata untuk tiap lengan simpang yaitu: 50.96 detik untuk Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah, 49.74 detik untuk Jalan Gajah arah Lamper, 45.30 detik untuk Jalan Medoho Raya 1, dan 13.83 detik untuk Jalan Medoho Permai. Sedangkan tundaan maksimal yang terjadi pada Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah adalah 51.87 detik, Jalan Gajah arah Lamper adalah 64.34 detik, Jalan Medoho Raya 1 adalah 58.58 detik serta Jalan Medoho Permai adalah 14.55 detik. Apabila ditinjau dari nilai tundaan rata-rata maupun maksimal per lengan simpang, maka *level of service* atau LOS untuk masing-masing lengan simpang adalah Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah = LOS E, Jalan Gajah arah Lamper = LOS E, Jalan Medoho Raya 1 = LOS E dan Jalan Medoho Permai = LOS B.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan simulasi lalu lintas yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan berdasarkan permasalahan yang ada. Selain dipengaruhi oleh variabel arus kendaraan, geometrik simpang, waktu siklus, kondisi lingkungan maka variabel *driving behaviour* juga mempengaruhi pola arus lalu lintas di suatu simpang yang berpengaruh terhadap indikator kinerja simpang (*level of service/LOS*) dengan parameter tundaan.

Dengan input data jumlah kendaraan per jam, waktu siklus, geometrik simpang, penggambaran kondisi di sekitar simpang, serta kalibrasi *driving behavior* dalam pemodelan simulasi lalu lintas dengan menggunakan VISSIM, diperoleh nilai tundaan rata-rata per lengan simpang yaitu: 50.96 detik untuk Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah, 49.74 detik untuk Jalan Gajah arah Lamper, 45.30 detik untuk Jalan Medoho Raya 1, dan 13.83 detik untuk Jalan Medoho Permai. Sedangkan tundaan maksimal yang terjadi pada Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah adalah 51.87 detik, Jalan Gajah arah Lamper adalah 64.34 detik, Jalan Medoho Raya 1 adalah 58.58 detik serta Jalan Medoho Permai adalah 14.55 detik.

Dari nilai tundaan yang dihasilkan dari pemodelan, maka LOS untuk masing-masing lengan simpang = Jalan Gajah arah Masjid Agung Jawa Tengah = LOS E, Jalan Gajah arah Lamper = LOS E, Jalan Medoho Raya 1 = LOS E dan Jalan Medoho Permai = LOS B. Apabila nilai tundaan rata-rata per lengan simpang maupun tundaan maksimal dikumulatifkan dan dirata-rata, maka LOS secara keseluruhan pada Simpang Medoho berada pada LOS E, sehingga kondisi kinerja simpang memiliki arus yang tidak stabil dan kecepatan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2009). *Transportation Engineering: An Introduction*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [2] Budiman, A., Intari, E. D., & Sianturi, L. (2016). Analisis kapasitas dan tingkat kinerja simpang bersinyal pada Simpang Palima. *Jurnal Fondasi*, vol 5, no 1, pp. 69-78.
- [3] Kafy, A., Ferdous, L., Poly, A. S. et. al. (2018). Estimating traffic volume to identify the level of service in Major Intersections of Rajshahi, Bangladesh, *Trends in Civil Engineering and Its Architecture*, vol. 02, no 04. pp. 292-309.
- [4] Radhakrishnan, P., & Mathew, T. V. (2009). Calibration of microsimulation models for non lane based heterogenous traffic at signalized intersection. *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 136, no. 1, pp. 59-66.
- [5] Zhu, B. H., Chen, Y. G., Lin, H., & Zhou, J. Y. (2018). The impact of aggressive driving behaviors multi-lane highway traffic flow. *International Journal of Modern Physics*, vol. 29, no. 7, pp. 1850056.
- [6] Fazalmohammed, S. M., & Dave, H. K. (2014). Effect of heterogenous traffic on saturation flow. *International Journal of Engineering Technical Research*, vol. 02, no. 03, pp. 97-99.
- [7] Praveen, S. P., & Arasan, T. V. (2013). Influence of traffic mix on PCU value of vehicles under heterogenous traffic condition. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, vol. 03, no. 03, pp. 302-330.

-
- [8] Listyaningrum, L., Prasetyani, N. D., & Rahadi, W. N. (2017). Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Empat Jalan Kalimantan di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Infotekmesin*, vol. 8, no. 1.
- [9] Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2015). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen dan Rekayasa lalu lintas. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- [10] Headrick, J., & Uddin, W. (2014). Traffic flow microsimulation for performance evaluation of roundabouts and stop-controlled intersection at highway overpass. *Advances in Transportation Studies*, vol. 34, issue November. pp. 7-18.
- [11] Irawati, I., & Budiningrum, S. D. (2018). Analisis panjang antrian berdasarkan mikrosimulasi pada simpang bersinyal. *Jurnal Teknik*, vol. 13, no. 2, pp. 41-46.
- [12] Olstam, J. J., & Tapani, A. (2009). *Comparison of Car-Following Models*, VTI Meddelane, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- [13] Pamungkas, N. S. (2014). Mengenal perilaku pengendara kendaraan dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan di jalan raya. *Jurnal Teknis*, vol. 9, no 1, pp. 13-18.
- [14] Siemens. (2012). *Microscopic traffic simulation with VISSIM*. Simulation of Multimodal Traffic Flow Made Easy.
- [15] Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabeta.