

Rekayasa Hijau

Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan



BERANDA TENTANG KAMI LOGIN DAFTAR CARI TERKINI ARSIP INFORMASI

Beranda > Tentang Kami > **Penata Laksana**

Penata Laksana

Dewan Editorial

Didin Agustian Permadi, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Maharani Dian Permanasari, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Irma Amelia Dewi, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Arsyad Ramadhan Darlis, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Ratna Frida Susanti, Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia

Vibianti Dwi Pratiwi, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, Universitas Telkom, Indonesia

Alamat redaksi dan tata usaha:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Nasional
Fakultas, gedung 14 Lantai 3
Jl. PHH. Mustapa 23 Bandung 40124
Tlp. 022-7272215 Pes. 159, Fax. 022-7202892,
e-mail: hrekayasa@itenas.ac.id

Terindeks:



STATISTIK PENGUNJUNG

Visitors



32692

Lihat Statistik

Jurnal ini terlisensi oleh **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**.



OPEN JOURNAL SYSTEMS

PENGUNA

Nama Pengguna

Kata Sandi

☐ Ingat Saya



PENYERAHAN ONLINE

TIM EDITORIAL

MITRA BESTARI

FOKUS DAN RUANG LINGKUP

PANDUAN PENULIS

PROSES PUBLIKASI

PROSES REVIEW

LEMBAR REVIEW

ETIKA PUBLIKASI

PERNYATAAN AKSES TERBUKA

BIAYA PUBLIKASI

KEBIJAKAN PLAGIASI

KEBIJAKAN ARSIP

HAK CIPTA DAN LISENSI

SERTIFIKAT AKREDITASI



DIDUKUNG OLEH

Vol 3, No 2 (2019)

Daftar Isi

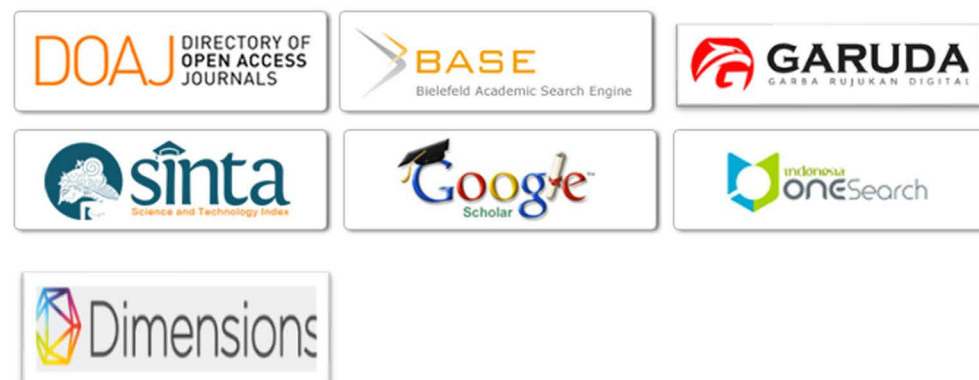
Artikel

Pemetaan Area Berisiko Persampahan di Kota Cimahi Berdasarkan Pedoman Strategi Sanitasi Kabupaten/ Kota 2018 <i>Indah Fionita, Iwan Juwana</i>	PDF
Peningkatan Kualitas Produk Crackers berdasarkan Metode Lean Six Sigma di PT M <i>Intan Rahmatillah, Sundoro Sundoro, Lisyte Fitria</i>	PDF
Karakteristik Mekanik Panel Honeycomb Sandwich Berbahan Komposit Fibreglass dengan Dimensi Cell-Pitch 40mm dan Cell-Height 30mm <i>Marsono Marsono, Ali Ali, Nico Luwis</i>	PDF
Analisis Pengaruh Lajur Khusus Sepeda Motor Terhadap Kinerja Simpang Jalan PH.H.Mustafa - Jalan Cimuncang <i>Bintang Anugrah Illahi, Andrean Maulana</i>	PDF
Potensi Penerapan Konsep Green Campus pada Atribut Green Open Space di Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung <i>Enni Linda Mayona, Bella Fernanda</i>	PDF
Penentuan Nilai Ekonomi Taman Nasional Gunung Ciremai Dengan Metode Contingen Valuation Method <i>Ali Al Madaidy, Iwan Juwana</i>	PDF
Pemilihan Jenis Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kecamatan Bekasi Selatan <i>Qurrotul Uyun, Eka Wardhani, Nico Halomoan</i>	PDF

Alamat redaksi dan tata usaha:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Nasional
Fakultas, gedung 14 Lantai 3
Jl. PHH. Mustapa 23 Bandung 40124
Tlp. 022-7272215 Pes. 159, Fax. 022-7202892,
e-mail: hrekayasa@itenas.ac.id

Terindeks:



STATISTIK PENGUNJUNG



38127

Lihat Statistik

Jurnal ini terlisensi oleh Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Analisis Pengaruh Lajur Khusus Sepeda Motor Terhadap Kinerja Simpang Jalan PH.H.Mustafa – Jalan Cimuncang

Bintang Anugrah Illahi dan Andrean Maulana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS, Bandung
e-mail: dezan.bintang@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan sepeda motor yang hampir 2 kali lipat lebih dari pengguna mobil, hal ini menyebabkan tingginya proporsi sepeda motor dalam arus lalu lintas. Diperlukan perlakuan khusus untuk mengantisipasi turunnya kinerja lalu lintas akibat para pengendara sepeda motor seperti disediakannya lajur khusus sepeda motor dan ruang henti khusus sepeda motor. Tujuan studi ini adalah menganalisis pengaruh lajur khusus sepeda motor yang menampung pergerakan sepeda motor di jalur major menggunakan model mikrosimulasi dengan software PTV Vissim. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan kinerja simpang yaitu panjang antrian dan tundaan lebih baik ketika menggunakan lajur khusus sepeda motor di jalur major.

Kata kunci: lajur khusus sepeda motor, mikrosimulasi, kinerja simpang bersinyal

ABSTRACT

The use of motorbikes is almost 2 times more than car users, this causes a high proportion of motorcycles in the flow of traffic. Special treatment is needed to anticipate the decline in the traffic performance of motorbike riders such as the availability of motorbike lanes and motorbike stop rooms. The purpose of this study was to analyze the influence of the exclusive lanes of motorbikes that accommodate motorbike movements in the major lanes using the microsimulation model with the Vissim PTV software. The results obtained from this study indicate that there are changes in intersection performance, namely queue length and delay are better when using motorcycle lanes in the major lane.

Keywords: exclusive lane, mikrosimulation, signalised intersection performance

1. PENDAHULUAN

Penggunaan sepeda motor yang hampir 2 kali lipat lebih dari pengguna mobil, hal seperti ini merupakan hal yang wajar bagi masyarakat di negara-negara berkembang. Mobilitas yang cukup tinggi dan harga yang relatif terjangkau menjadi salah satu alasan dipilihnya sepeda motor sebagai moda transportasi. Dari fenomena tersebut dapat dikatakan bahwa arus lalu lintas di jaringan jalan akan semakin didominasi oleh pengendara sepeda motor.

Rekayasa lalu lintas seperti disediakan lajur khusus sepeda motor menjadi isu yang sering diperbincangkan oleh masyarakat. Dengan kondisi lalu lintas yang didominasi oleh sepeda motor, perlu pengkinian metode analisis lalu lintas untuk mengantisipasi fenomena ini, salah satunya adalah metode mikroskopik. Zukhruf [1], Putri [2], Algifar [3] dan Maulana [4] adalah beberapa peneliti yang melakukan kajian lalu lintas dengan metode mikroskopik di kota-kota besar yaitu Bandung, Jogjakarta dan Makassar.

Zukhruf [1] menjelaskan bahwa penggunaan model mikrosimulasi dapat mendekati kondisi eksisting, yang ditandainya dengan perbandingan nilai kecepatan model dan hasil survey, secara berturut-turut adalah 28,61 km/jam dan 29,39 km/jam. Dengan alat bantu ini, didapatkan hasil bahwa penggunaan lajur khusus sepeda motor di Bandung, khususnya di ruas Jalan BKR akan meningkatkan kecepatan 60%. Vissim merupakan salah satu alat bantu simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti mempertimbangkan setiap karakteristik kendaraan maupun pejalan kaki secara individual. Putri [2] dan Algifar [3] menggunakan alat bantu ini untuk melihat kinerja lalu lintas, yang meningkatkan akurasi hasil analisis yang dilakukan.

Penelitian ini akan menganalisis kinerja simpang di jalan P.H.H. Mustafa - Cimuncang jika dibangunnya lajur khusus sepeda motor di ruas jalan tersebut sehingga dapat dibandingkan kinerja simpang eksisting dengan kinerja simpang yang direncanakan. Alat bantu yang akan digunakan untuk simulasi mikroskopik adalah *Vissim*.

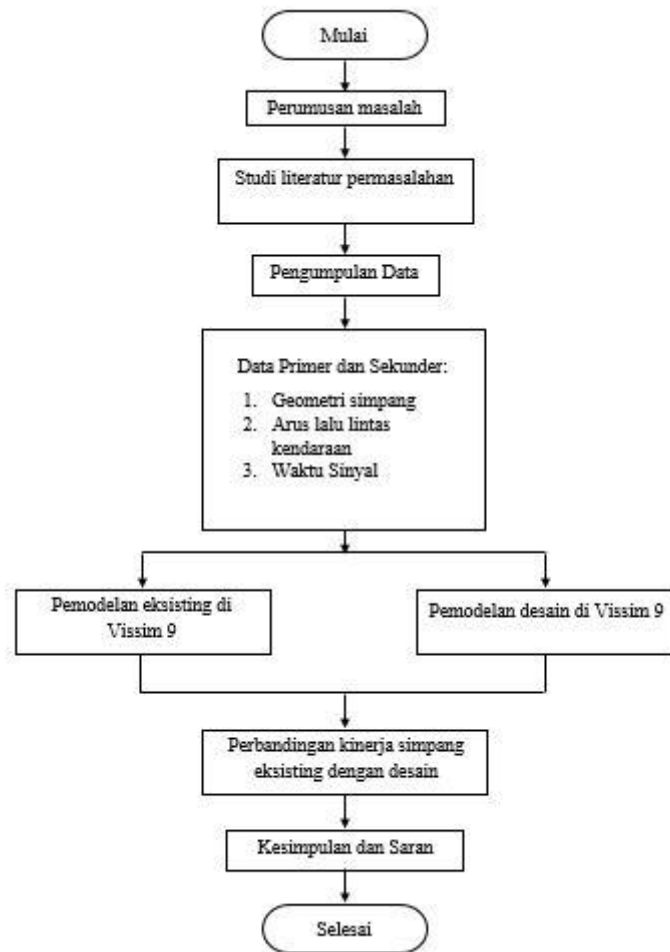
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dan pengumpulan data ini dilaksanakan mengikuti diagram alir seperti pada **Gambar 1**. Hal pertama yang dilakukan adalah pengumpulan data, yang digunakan untuk pemodelan lalu lintas pada kondisi eksisting dan skenario. Perbandingan kinerja antara kedua kondisi tersebut menjadi simpulan dari penelitian ini.

2.1 Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

Data primer yang digunakan pada penelitian ini berupa data arus lalu lintas, geometri simpang, kecepatan kendaraan dan waktu sinyal. Pengambilan data arus lalu lintas kendaraan dilakukan dengan cara merekam pergerakan kendaraan, geometri simpang dilakukan dengan cara mengukur langsung menggunakan roda pengukur, kecepatan kendaraan dengan mengolah hasil rekaman pergerakan kendaraan dari penelitian sebelumnya dan waktu sinyal dilakukan dengan cara mencatat langsung menggunakan *stopwatch*.

Data sekunder yang digunakan berupa parameter pergerakan kendaraan di simpang yang berasal dari penelitian sebelumnya. Data pergerakan kendaraan di simpang dilakukan pada tahun 2018 jam 16.30 – 18.00 WIB.



Gambar 1. Bagan alir

2.2 Prosedur Pemodelan Simpang Pada Software PTV Vissim 9

Berikut ini tahapan pemodelan simulasi lalu lintas menggunakan *software* PTV Vissim 9 (PTV, 2014):

1. *Network Settings*
Langkah pertama untuk pemodelan lalu lintas menggunakan *software* PTV Vissim 9 yaitu menyesuaikan parameter – parameter sesuai yang digunakan di Indonesia. Contohnya menyesuaikan satuan yang digunakan dan regulasi lalu lintas sebelah kiri.
2. Menentukan Jenis Kendaraan
Memasukan jenis kendaraan yang menyerupai dengan kendaraan di lapangan.
3. Kecepatan Kendaraan
Input data kecepatan kendaraan yang direncanakan yang akan dimodelkan dengan menggunakan *desired speed decision*.
4. Pembuatan *Link*
Pembuatan *link* jaringan jalan disesuaikan dengan data geometri jalan sehingga terbentuknya jaringan jalan yang menyerupai keadaan di lapangan.
5. Penentuan Rute Kendaraan dan Jumlah Kendaraan
Penentuan rute kendaraan dan jumlah kendaraan dilakukan sesuai dengan data arus lalu lintas kendaraan di lapangan pada masing-masing ruas jalan. Penentuan rute kendaraan dengan

menggunakan *static vehicle routes*. Sementara untuk jumlah kendaraan pada ruas jalan dengan menggunakan *vehicle input* pada *link*.

6. Kalibrasi Model

Kalibrasi pemodelan yang dilakukan adalah mengubah nilai parameter perilaku berkendara, hal ini dilakukan dengan cara *trial and error*.

7. Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran hasil kalibrasi yang telah diterapkan pada pemodelan. Proses validasi yang dilakukan berdasarkan jumlah volume lalu lintas, perbandingan antara hasil keluaran volume lalu lintas pemodelan dengan volume lalu lintas survei menggunakan metode GEH (Geoffrey E. Havers) [6].

8. Perhitungan Jumlah Antrian dan Tundaan Kendaraan

Langkah selanjutnya yaitu menghitung jumlah antrian dan tundaan kendaraan sehingga dapat melakukan perbandingan eksisting dengan desain menggunakan *node results*.

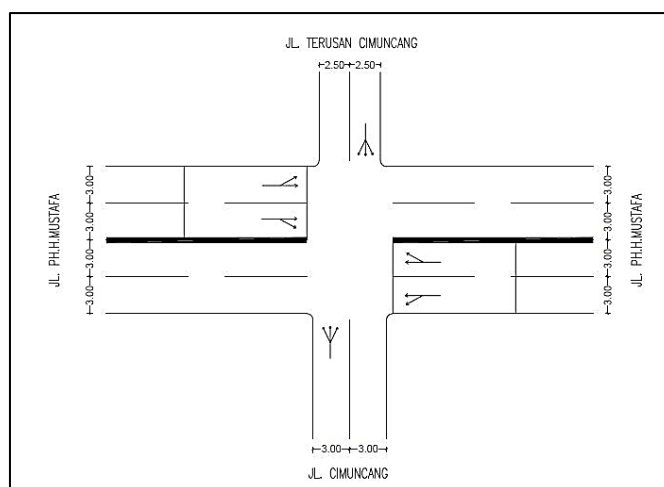
3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Geometri Simpang

Data geometrik persimpangan jalan PH.H.Mustafa dengan Jalan Cimuncang didapat dengan mengukur langsung masing – masing lebar pendekatan menggunakan roda pengukur, dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Tabel 1**.

Tabel 1. Data arus lalu lintas

Nama Ruas Jalan	Lebar Lajur [meter]	Tipe Jalan
PH.H.Mustafa (Cicaheum)	3	4/2 UD
PH.H.Mustafa (Itenas)	3	4/2 UD
Cimuncang	3	2/2 UD
Ters.Cimuncang	2,5	2/2 UD



Gambar 2. Geometri persimpangan

3.2. Data Fase dan Lampu Sinyal Lalu Lintas

Data fase dan lampu sinyal diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Fase I Jl.PH.H.Mustafa (Cicaheum)	100		2	2	35		2
Fase II Jl.PH.H.Mustafa (Itenas)	10	90	2		35		
Fase III Jl.Cimuncang & Ters.Cimuncang	102				29	2	

Gambar 3. Fase dan waktu sinyal

Data Volume Lalu Lintas dan Persentase Pergerakan

Data volume lalu lintas didapat dari pengamatan langsung dilapangan sedangkan data persentase pergerakan kendaraan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Data arus lalu lintas

Lengan Timur			
Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total [kend/jam]
2901	891	74	3866
Lengan Barat			
Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total [kend/jam]
2942	770	75	3787
lengan Selatan			
Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total [kend/jam]
686	132	9	827
Lengan Utara			
Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total [kend/jam]
573	66	12	651

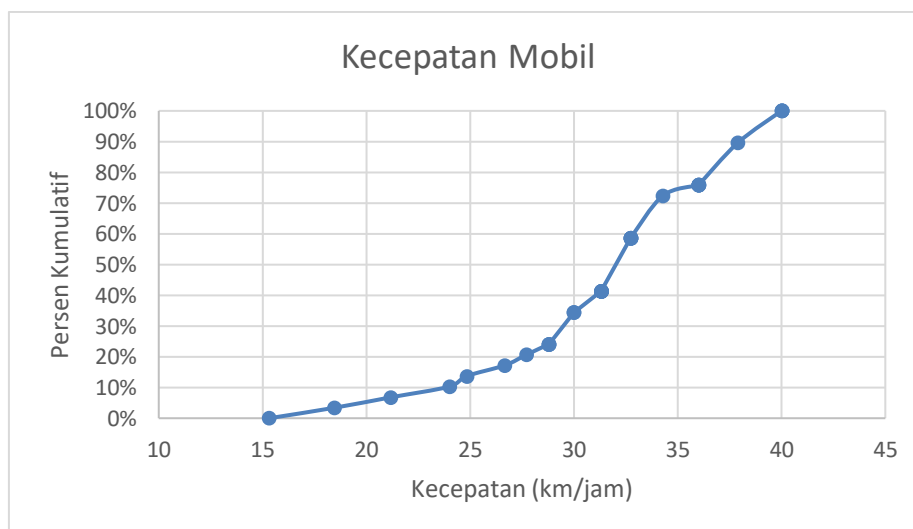
Tabel 3. Data pergerakan kendaraan di simpang

Lengan Barat						
Pergerakan	Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total	Total Pergerakan	Persentase [%]
LT	175	47	0	222	4460	5%
ST	2985	804	4	3793	4460	85%
RT	351	94	0	445	4460	10%
Lengan Utara						
Pergerakan	Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total	Total Pergerakan	Persentase [%]
LT	13	3	1	17	312	6%

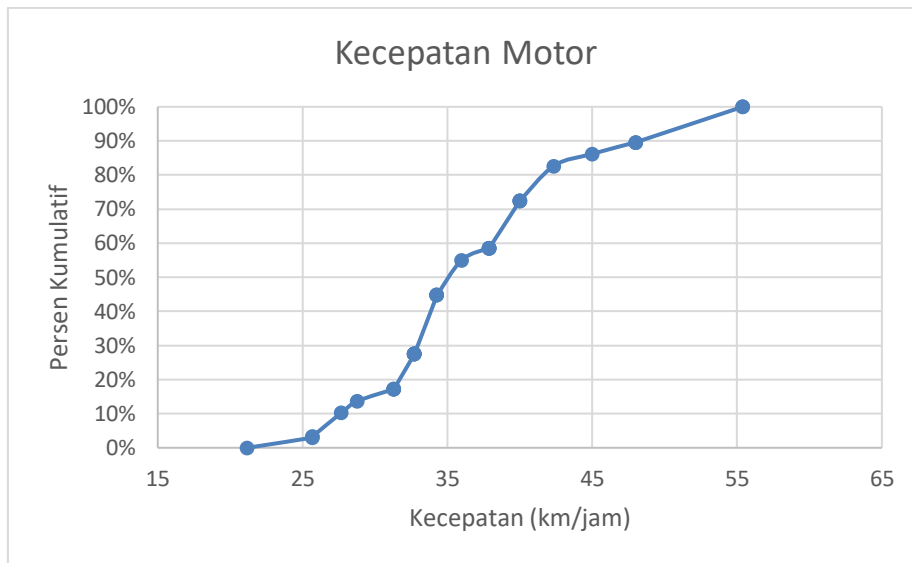
ST	220	43	1	264	312	84%
RT	26	5	0	31	312	10%
Lengan Timur						
Pergerakan	Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total	Total Pergerakan	Persentase [%]
LT	162	43	1	204	4103	5%
ST	2752	728	7	3487	4103	85%
RT	324	86	0	410	4103	10%
Lengan Selatan						
Pergerakan	Motor [kend/jam]	Mobil [kend/jam]	HGV [kend/jam]	Total	Total Pergerakan	Persentase [%]
LT	40	5	0	45	4103	5%
ST	684	78	2	764	4103	85%
RT	81	10	0	91	4103	10%

3.3. Data Kecepatan Kendaraan

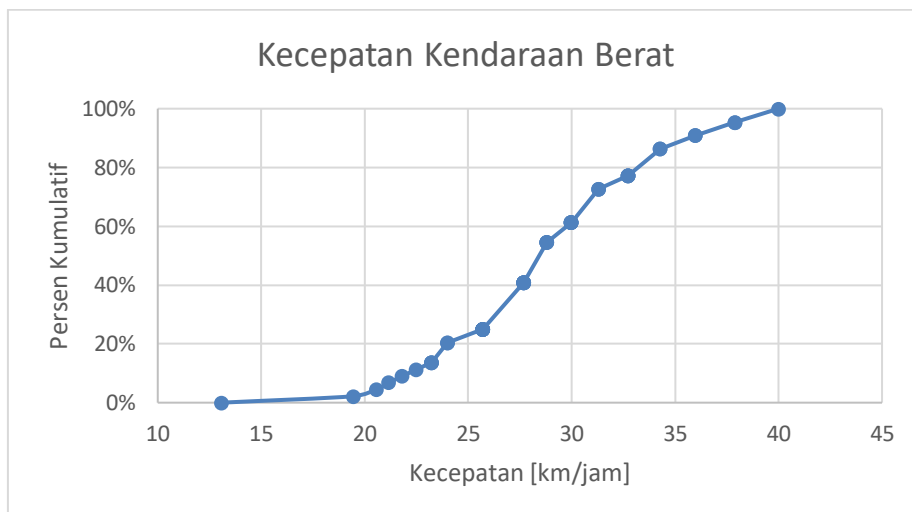
Data kecepatan diperoleh dari penelitian sebelumnya yang berupa rekaman pengamatan ruas jalan selama 1 jam, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan mengamati hasil rekaman survei. Pengolahan data dilakukan dengan cara mengukur jarak marka jalan yang telah ditentukan dan waktu tempuh masing – masing kendaraan untuk melewati marka jalan yang sudah ditentukan, sehingga didapatkan kecepatan dari kendaraan tersebut. Gambar 4, 5 dan 6 berikut ini adalah hasil pengolahan data kecepatan.



Gambar 4. Grafik distribusi kecepatan mobil



Gambar 5. Grafik distribusi kecepatan motor



Gambar 6. Grafik distribusi kecepatan kendaraan berat

3.4. Analisis Pemodelan Simpang Eksisting

Setelah data – data yang dibutuhkan dalam memodelkan didapatkan dan diolah. Berikutnya adalah memodelkan dan menganalisis persimpang Jl.PH.H.Mustafa – Jl.Cimuncang eksisting menggunakan *software* Vissim 9. Proses kalibrasi dilakukan terhadap geometri simpang dan perilaku pengemudi. Parameter kalibrasi perilaku pengemudi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan parameter wideman 74 yang diadopsi dari penelitian sebelumnya yang berjudul “*Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim*” [2]. Parameter kalibrasi tipe Wideman 74 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Parameter kalibrasi

No.	Parameter yang diubah	Nilai	
		Default	(Putri, 2015)
1	Desired position at free flow	middle of	any
2	Overtake on same lane: on left & on right	off	on
3	Minimum Distance Standing at 0 km/h	1	0,2
4	Minimum Distance driving at 50 km/h	1	0,4
5	Average standing at 0 km/h	2	0,6
6	Additive part pf safety distance	2	0,6
7	Multiplicative part of safety distance	3	1

3.5. Validasi

Validasi merupakan pengujian yang dilakukan setelah kalibrasi selesai. Validasi adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan suatu pemodelan. Proses validasi melibatkan perbandingan hasil simulasi dengan data observasi. Dalam studi ini, arus lalu lintas digunakan sebagai pembanding antara hasil pemodelan dengan hasil observasi. Untuk membandingkan data *input* dan *output* simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik GEH (Geoffrey E. Havers). Rumus GEH berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada **Tabel 5**.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{\text{pemodelan}} - q_{\text{observasi}})^2}{0.5 \times (q_{\text{pemodelan}} + q_{\text{observasi}})}} \quad \dots(1)$$

halmana:

- q = data arus lalu lintas [kend/jam].
 $q_{\text{pemodelan}}$ = data arus lalu lintas hasil pemodelan[kend/jam].
 $q_{\text{observasi}}$ = data arus lalu lintas hasil observasi[kend/jam].

Tabel 5. Standar Perhitungan Persamaan GEH

Nilai GEH	Keterangan
< 5,0	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10,0$	Peringatan: kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
$GEH > 10$	Ditolak

Validasi kondisi arus lalu lintas observasi dan pemodelan divalidasi dengan menggunakan metode Geoffrey E. Havers (GEH) [6], didapatkan nilai rata – rata $GEH < 5$ per lengan simpang. Hasil validasi disampaikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Validasi

Lengan Simpang	Volume Lalu Lintas [kend/jam]		Uji GEH
	Hasil Survei	Hasil Pemodelan	
Timur	3866	3926	0,961
Barat	3787	3751	0,586
Selatan	827	779	1,694
Utara	651	659	0,313
Rata - rata uji GEH			0,889

Pemodelan simpang eksisting sudah memenuhi persyaratan uji GEH dengan cara membandingkan arus lalu lintas pemodelan dengan arus lalu lintas observasi atau survei, sehingga dapat dikatakan pemodelan yang dilakukan sudah menyerupai keadaan lalu lintas yang terjadi dilapangan.

3.6. Hasil Evaluasi Simpang Eksisting

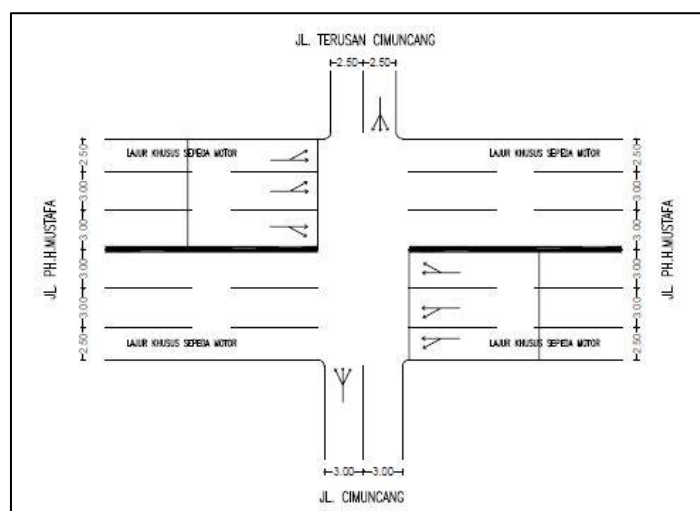
Hasil keluaran kinerja simpang dari pemodelan hanya meninjau panjang antrian dan tundaan. Berikut adalah hasil panjang antrian dan tundaan dari pemodelan **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil evaluasi pemodelan eksisting

Lengan Simpang	Antrian [meter]	Tundaan [detik]
Timur	15,66	16,68
Barat	21,46	26,13
Selatan	70,94	201,76
Utara	28,72	83,24

3.7. Skenario Pemodelan Desain

Berdasarkan Skenario pemodelan dilakukan dengan menambah lebar geometri jalan selebar 2,5m untuk lajur khusus sepeda motor di jalan PH.H.Mustafa arah Cicaheum dan Itenas. Pembatas lajunya menggunakan marka jalan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Skenario pemodelan desain

3.8. Hasil Evaluasi Skenario Pemodelan Desain

Skenario pemodelan desain dilakukan dengan tahap – tahapan yang sama seperti dilakukan pada saat pemodelan eksisting. Perbedaannya adalah ada penambahan lebar geometri di lengan timur dan barat sebesar 2,5m, juga ada perbedaan masukan volume lalu lintas beserta komposisi pergerakan kendaraan di lajur utama PH.H.Mustafa akibat terfokusnya pergerakan sepeda motor di lajur khusus yang telah disediakan. Hasil keluaran kinerja simpang yang ditinjau sama seperti pemodelan eksisting yaitu panjang antrian dan tundaan. Berikut ini adalah hasil panjang antrian dan tundaan dari skenario pemodelan desain **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil evaluasi pemodelan desain

Lengan Simping	Antrian [meter]	Tundaan [detik]
Timur	6,18	11,14
Barat	12,6	18,55
Selatan	66,77	177,39
Utara	23,03	65,34

3.9. Perbandingan Hasil Kinerja Simping Eksisting dengan Desain

Hasil keluaran kinerja simpang khususnya panjang antrian dan tundaan dari pemodelan eksisting dengan desain dibandingkan perubahannya. Berikut adalah perbandingan dari kedua hasil pemodelan **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil evaluasi pemodelan eksisting

Lengan Simping	Antrian [meter]		Persen Selisih [%]	Tundaan [detik]		Persen Selisih [%]
	Eksisting	Desain		Eksisting	Desain	
Timur	15,66	6,18	60,54	14,62	11,14	23,80
Barat	21,46	12,6	41,29	26,13	18,55	29,01
Selatan	70,94	66,77	5,88	201,76	177,39	12,08
Utara	28,72	23,03	19,81	83,24	65,34	21,50

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan *software* PTV Vissim 9, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil pemodelan analisis kinerja simpang yang ditinjau adalah panjang antrian dan tundaan. Penjelasan hasil pemodelan simpang eksisting menunjukkan bahwa pada jalan PH.H. Mustafa arah Cicaheum terdapat antrian 15,66 m dan tundaan 14,62 detik sedangkan arah Itenas antrian sebesar 21,46 m dengan tundaan 26,13 detik. Pada jalan Cimuncang terdapat antrian 70,94 m dan tundaan 201,76 detik sedangkan di jalan terusan cimuncang terdapat antrian 28,72m dengan tundaan 83,24 detik.
2. Hasil analisis kinerja simpang setelah adanya lajur khusus sepeda motor, terjadi penurunan panjang antrian dan tundaan. Penurunan panjang antrian di jalan PH.H.Mustafa arah Cicaheum

dan Itenas berkisar 8 m sampai 9 m dengan tundaan berkisar 3 detik sampai 7 detik. Penurunan panjang antrian di jalan Cimuncang berkisar 4m sampai 5m dengan tundaan berkisar 17 detik sampai 24 detik.

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk selanjutnya berkaitan dengan analisis pengaruh lajur khusus sepeda motor terhadap kinerja simpang adalah melakukan survei panjang antrian dilapangan, sehingga validasi tidak hanya terhadap volume lalu lintas namun juga bisa terhadap panjang antrian.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Zukhruf F., Frazila R.B., Wibowo S.S. 2010. Efektivitas Jalur Sepeda Motor Pada Jalan Perkotaan Menggunakan Model Simulasi-Mikro.
- [2] Putri, N. H., & Irawan, M. Z., 2015. Mikrosimulasi Mixed Traffic pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [3] Algifar . 2017. Analisis Mikro-Simulasi Lalu Lintas Pada Rencana Pengoperasian Underpass Di Simpang Mandai Makasar.
- [4] Maulana, A., 2017. Pengaruh Kebijakan “4 in 1” Terhadap Kinerja Persimpangan Jl Dr. Djunjunan–Tol Pasteur dengan Menggunakan Simulasi Mikro. Jurnal Rekayasa Hijau, 1(1).
- [5] Buchari, E dan Saputra, M.R. 2011. Travel Behaviour of Motorcyclist in Congestion and Limited Infrastructure Condition.
- [6] PTV VISION. 2014. PTV VISSIM 7 User Manual. PTV AG. Karlsruhe. Germany.

