

Pemodelan *Semi Pedestrian* Kawasan Malioboro dengan Konsep Giratori Berlawanan Arah Jarum Jam

Modeling Semi Pedestrian of Malioboro Area Using a Counter-Clockwise Gyrotory Concept

Aniska Murwaningtyas, Muchlisin

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Malioboro sebagai kawasan wisata yang terkenal di Yogyakarta selalu padat pengunjung. Kondisi yang padat ini menimbulkan kemacetan di sekitar kawasan Malioboro. Untuk mengatasi hal tersebut Pemerintah DIY akan menjadikan Malioboro menjadi kawasan semi pedestrian dengan konsep giratori. Giratori merupakan jaringan jalan yang secara fungsional mirip dengan bundaran tetapi berukuran lebih besar. Dalam penelitian ini kendaraan akan memutar kawasan Malioboro berlawanan arah jarum jam dengan *software PTV Vissim student version*. Metode yang digunakan berupa pengumpulan data hasil survei secara langsung yang berupa data lalu lintas, geometrik simpang dan kecepatan. Tujuan penelitian ini untuk memodelkan kondisi eksisting kawasan Malioboro dan kondisi giratori berlawanan arah jarum jam kawasan semi pedestrian Malioboro serta memberikan rekomendasi yang bisa dilakukan pada kawasan Malioboro. Hasil dari pemodelan *PTV Vissim* pada kawasan Malioboro terjadi peningkatan nilai tundaan, simpang APIIL PKU memiliki tundaan rata-rata sebesar 12.21 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 15.92 detik pada kondisi giratori, simpang APIIL Abu Bakar Ali memiliki tundaan rata-rata sebesar 22.79 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 25.26 detik pada kondisi giratori, simpang APIIL 0 km memiliki tundaan rata-rata sebesar 23.00 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 31.31 detik pada kondisi giratori serta simpang APIIL Pasar Kembang memiliki tundaan rata-rata sebesar 14.67 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 16.70 detik pada kondisi giratori. Selain itu, terjadi peningkatan pelayanan, simpang Gondomanan kondisi eksisting memiliki nilai LOS_E dan naik menjadi LOS_C pada kondisi giratori kemudian simpang Melia Purosani pada kondisi eksisting memiliki nilai LOS_D dan naik menjadi LOS_B pada kondisi giratori.

Kata-kata Kunci : Malioboro, giratori, PTV Vissim, level of service, simpang APIIL

Abstrak. Malioboro is a famous tourist region in Yogyakarta, which is always crowded with visitors, This crowded condition resulting in traffic in congestion around that particular area. To handle this problem, the Government of DIY will make Malioboro area a semi-pedestrian region with a gyrotory concept. Gyrotory is a road network that is functionally similar to a roundabout, but it covers larger size. In this research, the vehicle will be modeled around the Malioboro area counter-clockwise with PTV Vissim student version software. The method used is a form of collecting survey data directly in the form of traffic data, intersection geometry, and speed. The purpose of this research is to modeling the existing conditions of the Malioboro and the gyrotory conditions, counter-clockwise, in the semi-pedestrian Malioboro area and provide recommendations that can be made for the sake of Malioboro area. Based on the modeling result, show increase value of average delay, PKU signalized intersection has 12.21 second delay in existing condition and rises to 15.92 second delay in gyrotory condition, Abu Bakar Ali signalized intersection has 22.79 second delay in existing condition and rises to 25.26 second delay in gyrotory condition, 0 km signalized intersection has 23.00 second delay in existing condition and rises to 31.31 second delay in gyrotory condition, Pasar Kembang signalized intersection has 14.67 second delay in existing condition and rises to 16.70 second delay in gyrotory condition. Also, there is an increasing level of service at Gondomanan signalized intersection has LOS_E in existing condition and rises to LOS_C in gyrotory condition, Melia Purosani signalized intersection has LOS_D in existing condition and rises to LOS_B in gyrotory condition

Keywords : Malioboro, gyrotory, PTV Vissim, level of service, signalized intersection

1. Pendahuluan

Kawasan Malioboro merupakan salah satu kawasan wisata yang terkenal di Yogyakarta. Tingginya wisatawan yang berkunjung ke kawasan Malioboro membuat kondisi lalu lintas kawasan ini selalu padat. Oleh karena itu Dinas Perhubungan DIY akan menjadikan kawasan Malioboro menjadi kawasan semi pedestrian dimana hanya kendaraan tertentu yang dapat melewati ruas jalan Malioboro. Untuk mewujudkan Malioboro sebagai kawasan semi pedestrian, akan melakukan perubahan manajemen lalu lintas kawasan Malioboro dan sekitarnya. Ruas jalan Malioboro hanya diperbolehkan dilewati oleh kendaraan tertentu. Kendaraan akan diarahkan melewati jalan yang memutar kawasan Malioboro. Sehingga kawasan Malioboro menjadi kawasan giratori, yaitu suatu kawasan yang dikelilingi oleh jalan dengan prinsip bundaran.

Utomo dkk. (2016) melakukan evaluasi perilaku lalu lintas pada simpang dan koordinasi antar simpang (Studi Kasus: Simpang Stasiun Brambanan – Simpang Taman Wisata Candi). Dalam penelitian disajikan hasil kajian dua simpang yang berdekatan (simpang stasiun brambanan dan simpang stasiun taman wisata candi Prambanan pada kondisi eksisting, serta usulan berbagai alternatif koordinasi sinyal antar simpang menggunakan MKJI dan *Vissim*. Derajat kejenuhan diunakan sebagai parameter perilaku simpang bersinyal. Setelah pemodelan menggunakan *Vissim* didapat tingkat pelayanan simpang pada alternatif kedua naik menjadi D, dari yang sebelumnya bernilai E. Berdasarkan Permenhub Nomor 96 tahun 2015 tinggkajat pelayanan yang dihasilkan alternatif kedua tidak memenuhi, dimana seharusnya tingkat pelayanan minimal bernilai B.

Iqbal (2017) melakukan penelitian kinerja dan tingkat pelayanan simpang bersinyal pada simpang Remi kota Lansia. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kinerja dan tingkat pelayanan simpang bersinyal Remi saat ini. Dalam penelitian ini diunakan PTV *Vissim* untuk pemodelan dan MKJI sebagai panduan analisis simpang. Asil dari analisis didapat tingkat pelayanan 32 det/smp pada metode MKJI dan 33 det/smp pada *PTV Vissim* dengan hasil LOS_D pada kedua metode.

Tujuan penelitian ini untuk memodelkan kondisi eksisting kawasan malioboro dan kondisi giratori kawasan semi-pedestrian Malioboro dengan *PTV Vissim*. Dari hasil pemodelan dapat dibandingkan hasil dari dua pemodelan tersebut serta memberikan rekomendasi yang dapat dilakukan.

Simpang jalan

Menurut Tang dkk (2017) Simpang merupakan area pertemuan beberapa jaringan jalan yang menjadi tempat titik konflik dan kemacetan. Morlok (1984) membedakan persimpangan menjadi 2 (dua) yaitu :

Simpang tak bersinyal

Pada persimpangan ini pengendara bebas untuk memutuskan kondisi aman untuk melewati persimpangan (Muhclisin dkk, 2011).

Simpang bersinyal,

Persimpang ini menggunakan pengatur sinyal lampu lalu lintas yang berfungsi mengatur pergerakan pengguna jalan yang melewati simpang..

Menurut Hariyanto (2004) (dalam Arisandi, 2015) persimpangan dibedakan menurut bentuknya yaitu, persimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang

Volume Lalu Lintas

Menurut Roger dkk (2004) (dalam Faisal dkk, 2017) Volume lalu lintas yaitu jumlah total kendaraan yang melewati bagian tertentu dari suatu ruas jalan dalam interval waktu tertentu, yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang atau kendaraan per jam.

Tundaan

Menurut Munawar (2004) Tundaan adalah tambahan waktu yang diperlukan untuk melalui simpang jika dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang.

Kawasan Giratori

Menurut Sabre-road (2019) Giratori merupakan jaringan jalan yang secara fungsional mirip dengan bundaran tetapi berukuran lebih besar dan menggunakan jaringan yang sudah ada sebelumnya. Pada

beberapa sistem giratori arah arus dijadikan satu arah dengan bagian pusat giratori adalah area yang cukup luas. Sistem giratori sudah banyak diberlakukan pada beberapa wilayah seperti :

- a. Hanger Lane Gyrotory, west London
- b. New Bank Gyrotory, Halifax
- c. Paradise Circus, Birmingham



Gambar 1. Hanger Lane Gyrotory (Sumber: google data peta, 2019)

Waktu Siklus

Waktu siklus adalah urutan lengkap satu periode lampu lalu lintas dalam satuan detik (waktu yang diperlukan suatu ruas jalan dari waktu hijau sampai ke waktu hijau kembali). Pada Tabel 1 diberikan waktu siklus yang disarankan menurut MKJI 1997.

Tabel 1. Waktu Siklus yang Disarankan (MKJI,1997) PTV Vissim

Waktu siklus yang layak	Tipe pengaturan
40 – 80 (det)	Pengaturan dua fase
50 – 100 (det)	Pengaturan tiga fase
80 – 30 (det)	Pengaturan empat fase

Tingkat Pelayanan Simpang (LOS)

Tingkat pelayanan simpang adalah ukuran yang menggambarkan kualitas

operasional suatu simpang dalam melayani kendaraan yang melewatinya.

Tabel 2. Tingkat Pelayanan pada simpangan (PM Perhubungan No. 96 Tahun 2015) (Highway Capacity Manual 2010)

Tingkat Pelayanan	Kondisi Tundaan (detik/kendaraan)	
	(PM No 96 Tahun 2015)	(HCM, 2010)
A	< 5	≤ 10
B	6-15	> 10 - 20
C	16-25	> 20 - 35
D	26-40	> 35-55
E	41-60	> 55 – 80
F	> 60	> 80

PTV VISSIM

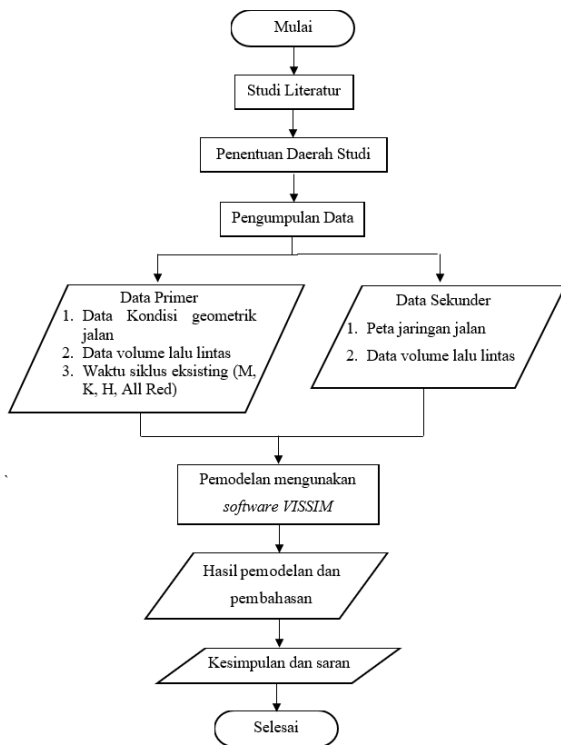
Vissim adalah *software* simulasi untuk pemodelan transportasi multimoda yang PTV VISSIM masuk dalam perangkat lunak kategori mikroskopik yang memiliki keunggulan yaitu dapat memodelkan berbagai jenis kendaraan termasuk sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor (Hormansyah dkk, 2016). Selain PTV Vissim, dalam pemodelan mikroskopis ada beberapa *software* seperti AISUM dan Paramics (Yang dan Yang, 2016)

Software ini juga mampu untuk memodelkan perilaku pengemudi dalam sistem transportasi. Untuk menyesuaikan perilaku pengemudi di lapangan maka perlu dilakukan kalibrasi yaitu penyesuaian parameter perilaku pengemudi pada pemodelan dengan kondisi nyata di lapangan (Dey dkk, 2018). Irawan dan Putri (2014) melakukan proses kalibrasi dan menghasilkan parameter yang harus dikalibrasi saat melakukan proses pemodelan

2. Metode Penelitian

Pengumpulan Data

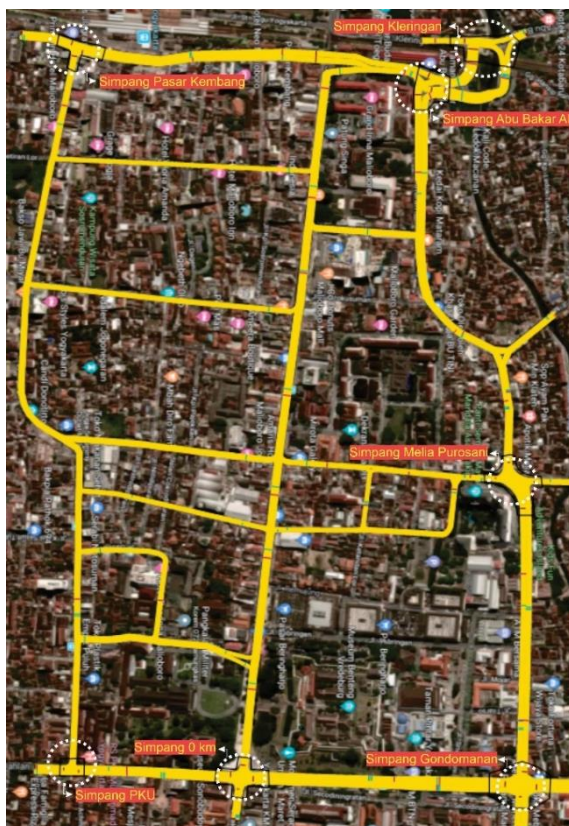
Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian menggunakan data primer yang didapat dari survei lapangan serta data sekunder. Proses pengumpulan data dapat dilihat pada *flowcart* dibawah ini



Gambar 2. Flowcart penelitian

Lokasi Studi

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan di sekitar kawasan Malioboro, detail lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini



Gambar 3. Lokasi penelitian

Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei. Data Primer yang dibutuhkan adalah:

a. Data geometrik jalan

Data geometrik jalan berupa lebar jalan yang didapat dengan pengukuran setiap lengan simpang dengan alat *walking measure*. Pengukuran geometrik jalan dilakukan pada Senin, 4 Maret 2019

b. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas diketahui melalui survei pencacahan kendaraan. Waktu survei dilakukan pada saat volume lalu lintas yang tinggi, yaitu pada pukul 06.00-08.00, 12.00-14.00 dan 16.00-18.00. Survei pencacahan kendaraan dilakukan pada Kamis, 21 Maret 2019.

c. Waktu siklus dan fase APILL

Waktu siklus dan fase APILL didapat melalui survei pada setiap simpang menggunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu siklus APILL

d. Kecepatan kendaraan per ruas

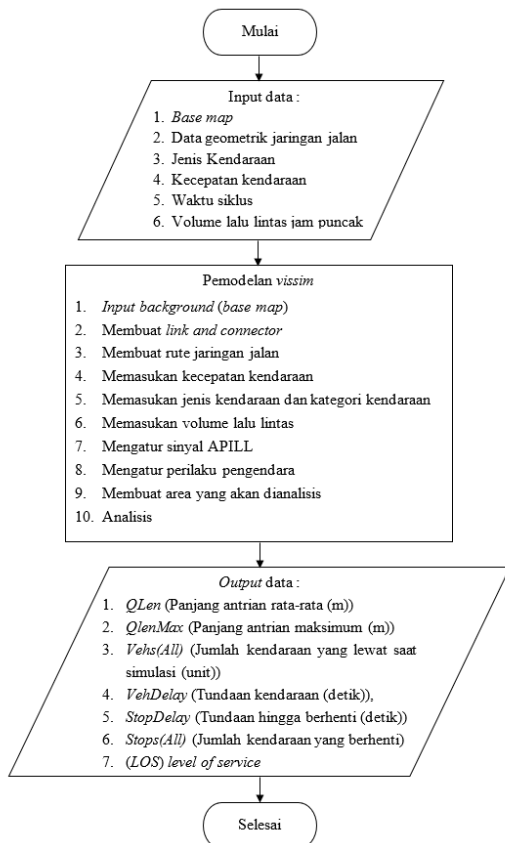
Kecepatan rata-rata kendaraan pada masing-masing ruas simpang. Survei kecepatan dilakukan dengan bantuan alat *speedgun*. Survei dilakukan pada Selasa, 23 April 2019

Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah peta jaringan jalan dan volume lalu lintas sesuai dengan lokasi penelitian.

Pemodelan dengan PTV Vissim

Pemodelan simpang dilakukan dengan program *Vissim (student version)* meliputi pemodelan kondisi eksisting dan pemodelan giratori. Proses pemodelan dengan *Vissim* dapat dilihat pada Gambar 4

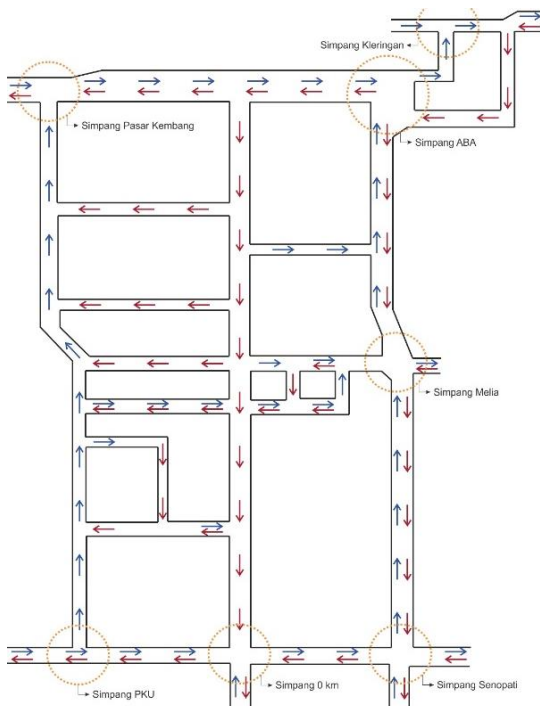


Gambar 4. Flowcart pemodelan

3. Hasil

Pemodelan Simpang Kondisi Eksisting

Pemodelan simpang kawasan malioboro kondisi eksisting menggunakan PTV Vissim, pada Gambar 5 dijelaskan rute di kawasan Malioboro kondisi eksisting.



Gambar 5. Rute jalan kondisi eksisting

Data Geometrik Jaringan Jalan

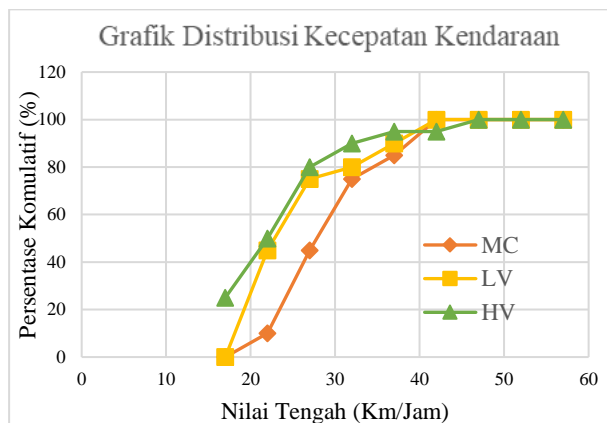
Dari hasil survei kondisi geometrik jalan didapat data geometrik simpang pada Tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. Data geometrik jalan

Simpang APILL	Nama Jalan	Lebar (meter)
PKU	Jl.KH. Ahmad Dahlan (Barat)	11
	Jl.Bhayangkara (Utara)	7
0 km	Jl. KH. Ahmad Dahlan (Timur)	11
	Jl.K H. Ahmad Dahlan (Barat)	12.3
	Jl. Margo Mulyo (Utara)	9.15
	Jl.Panembahan Senopati (Timur)	14.5
	Jl.Pangurakan (Selatan)	8.9
	Jl. Panembahan Senopati (Barat)	17.2
	Jl. Mayor Suryotomo (Utara)	12
	Jl. Panembahan Senopati (Timur)	17
	Jl. Brigjend Katamso (Selatan)	14.6
	Melia Purosani	Jl. Suryatmajan (Barat)
Jl. Mataram (Utara)		9
Jl. Juminahan (Timur)		6
Abu Bakar Ali	Jl. Mayor Suryotomo (Selatan)	12
	Jl. Pasar Kembang (Barat)	12
	Jl. Abu Bakar Ali (Utara)	9.6
	Jl. Abu Bakar Ali (Timur)	12.8
	Jl. Mataram (Selatan)	14
Kleringan	Jl. Kleringan (Barat)	5.5
	Jl. Abu Bakar Ali (Utara)	10
	Jl. Abu Bakar Ali (Selatan)	10.5
Pasar Kembang	Jalan Abu Bakar Ali (Selatan)	12.8
	Jl. Jlagran Lor (Timur)	10.2
	Jl. Gadekan (Selatan)	7
Simpang Senopati	Jl. Pasar kembang (Barat)	12

Kecepatan Kendaraan

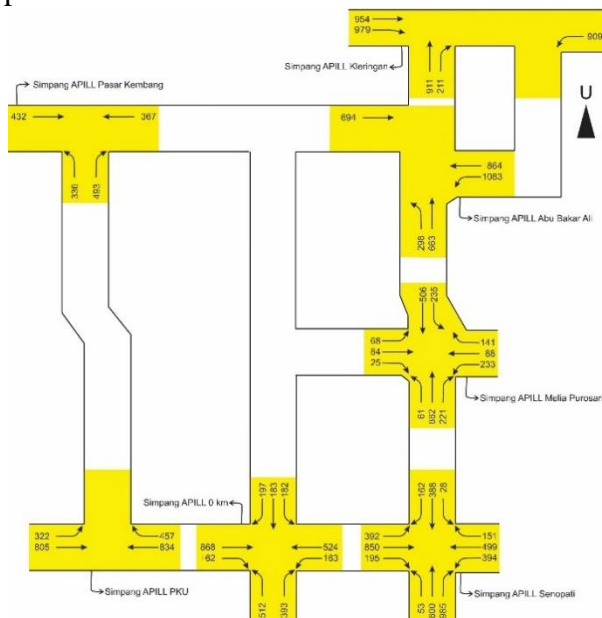
Berdasarkan survei yang dilakukan dengan menggunakan *speed gun* didapat data kecepatan sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik distribusi kecepatan kendaraan

Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan merupakan data volume lalu lintas pada jam puncak (VJP). Data diperoleh dari survei pencacahan lalu lintas. Volume lalu lintas pada jam puncak di kawasan Malioboro dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Volume lalu lintas jam puncak kondisi eksisting

Hasil Simulasi Pemodelan Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan kondisi eksisting dengan *PTV Vissim Student Version* didapatkan hasil pada Tabel 4, detail hasil simulasi pemodelan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4. Hasil Simulasi Model Eksisting

Simpang APILL	LOS	Delay (second)
PKU	LOS_B	12.21
Gondomanan	LOS_E	62.18
Melia Purosani	LOS_D	37.26
Abu Bakar Ali	LOS_C	22.79
0 km	LOS_C	23.00
Kleringan	LOS_B	19.58
Pasar Kembang	LOS_B	14.67

Gambar 7. Volume lalu lintas jam puncak kondisi eksisting

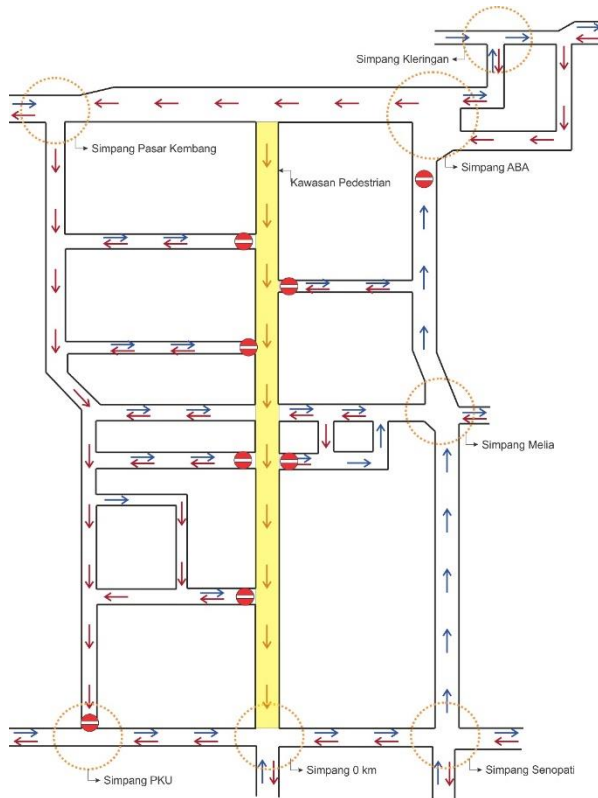
Validasi Data

Validasi data merupakan perbandingan antara kondisi sebenarnya dengan kondisi pemodelan yang disimulasikan pada program

Pemodelan Simpang Kondisi Giratori

Pemodelan simpang pada kondisi ini dilakukan dengan sistem giratori arah arus berlawanan jarum jam. Pada pemodelan kondisi giratori kawasan semi pedestrian malioboro terjadi perubahan arah. Perubahan arah terjadi pada ruas jalan Jogonegoro hingga Bhayangkara, dimana arah dari utara menuju ke barat. Pada ruas jalan Mayor Suryotomo hingga jalan Mataram berubah menjadi satu arah

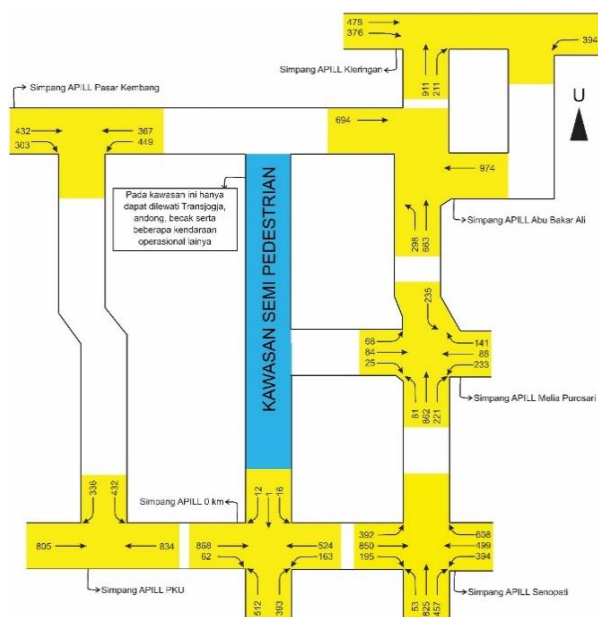
menuju ke utara., rute pada kondisi giratori dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rute pada kondisi giratori

Data Lalu Lintas

Prediksi kondisi volume lalu lintas jam puncak pada kondisi modifikasi dapat dilihat pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Volume lalu lintas jam puncak kondisi giratori

Hasil Simulasi Pemodelan Kondisi Giratori

Berdasarkan hasil pemodelan kondisi giratori dengan *PTV Vissim Student Version*

Tabel 5. Hasil simulasi kondisi giratori

Simpang APIIL	LOS	Delay (second)
PKU	LOS_B	15.92
Gondomanan	LOS_C	29.28
Melia Purosani	LOS_B	13.36
Abu Bakar Ali	LOS_C	25.26
0 km	LOS_C	31.31
Kleringan	LOS_B	19.32
Pasar Kembang	LOS_B	16.70

4. Pembahasan

Hasil dari pemodelan *PTV Vissim* pada kawasan Malioboro terjadi peningkatan nilai tundaan, simpang APIIL PKU memiliki tundaan rata-rata sebesar 12.21 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 15.92 detik pada kondisi giratori, simpang APIIL Abu Bakar Ali memiliki tundaan rata-rata sebesar 22.79 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 25.26 detik pada kondisi giratori, simpang APIIL 0 km memiliki tundaan rata-rata sebesar 23.00 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 31.31 detik pada kondisi giratori serta simpang APIIL Pasar Kembang memiliki tundaan rata-rata sebesar 14.67 detik pada kondisi eksisting dan naik menjadi 16.70 detik pada kondisi giratori, hal ini terjadi akibat dari penambahan volume lalu lintas karena sistem satu arah pada jalan bayankara dan jalan mataram. Terjadi peningkatan pelayanan pada simpang Gondomanan kondisi eksisting memiliki nilai LOS_E dan naik menjadi LOS_C pada kondisi giratori kemudian simpang Melia Purosani pada kondisi eksisting memiliki nilai LOS_D dan naik menjadi LOS_B pada kondisi giratori, hal ini terjadi akibat berkurangnya volume lalu lintas karena sistem satu arah pada jalan Mayor Suryotomo sampai Mataram. Hasil pemodelan *vissim* kondisi eksisting dan giratori dapat dilihat pada Tabel 6.

Rekomendasi yang diberikan kepada pihak yang berwenang untuk kawasan semi pedestrian Malioboro adalah, menyediakan

lahan parkir yang memadai di sekitar kawasan Malioboro, untuk memudahkan pengunjung memarkirkan kendaraanya, melakukan pelebaran ruas jalan yang memiliki tingkat

pelayanan rendah dan pembuatan APILL yang terintergritas, sehingga mampu mengurai kemacetan pada lengan simpang

Tabel 6. Hasil pemodelan *vissim* kondisi eksisting dan giratori

Simpang APILL	Tundaan (detik)		LOS	
	Eksisting	Giratori	Eksisting	Giratori
PKU	12.21	15.92	LOS_B	LOS_B
Gondomanan	62.18	29.28	LOS_E	LOS_C
Melia Purosani	37.26	13.36	LOS_D	LOS_B
Abu Bakar Ali	22.79	25.26	LOS_C	LOS_C
0 km	23.00	31.31	LOS_C	LOS_C
Kleringan	19.58	19.32	LOS_B	LOS_B
Pasar Kembang	14.67	16.70	LOS_B	LOS_B

5. Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan kondisi eksisting dan kondisi giratori kawasan malioboro dengan *PTV Vissim* dapat disimpulkan :

Hasil dari pemodelan menggunakan program *PTV. Vissim*, kawasan malioboro kondisi eksisting didapat, simpang APILL PKU memiliki tundaan rata-rata sebesar 12.21 detik dengan LOS_B, Simpang APILL Gondomanan memiliki tundaan rata-rata sebesar 62.18 detik dengan LOS_E, simpang APILL Melia Purosani memiliki tundaan rata-rata sebesar 37.26 detik dengan LOS_D, simpang APILL Abu Bakar Ali memiliki tundaan rata-rata sebesar 22.79 detik dengan LOS_C, simpang APILL 0 km memiliki tundaan rata-rata sebesar 23 detik dengan LOS_C, simpang APILL Kleringan memiliki tundaan rata-rata sebesar 19.58 detik dengan LOS_B dan simpang APILL Pasar Kembang memiliki tundaan rata-rata sebesar 14.67 detik.dengan LOS_B.

Hasil dari pemodelan menggunakan program *PTV. Vissim*, kawasan malioboro kondisi giratori didapat, simpang APILL PKU memiliki tundaan rata-rata sebesar 15.92 detik dengan LOS_B, simpang APILL Gondomanan memiliki tundaan rata-rata sebesar 29.28 detik dengan LOS_C, simpang APILL Melia Purosani memiliki tundaan rata-rata sebesar 13.36 detik dengan LOS_B, simpang APILL Abu Bakar Ali memiliki tundaan rata-rata

sebesar 25.26 detik dengan LOS_C, simpang APILL 0 km memiliki tundaan rata-rata sebesar 31.31 detik dengan LOS_C, simpang APILL Kleringan memiliki tundaan rata-rata sebesar 19.32 detik dengan LOS_B dan simpang APILL Pasar Kembang memiliki tundaan rata-rata sebesar 16.70 detik dengan LOS_B.

6. Daftar Pustaka

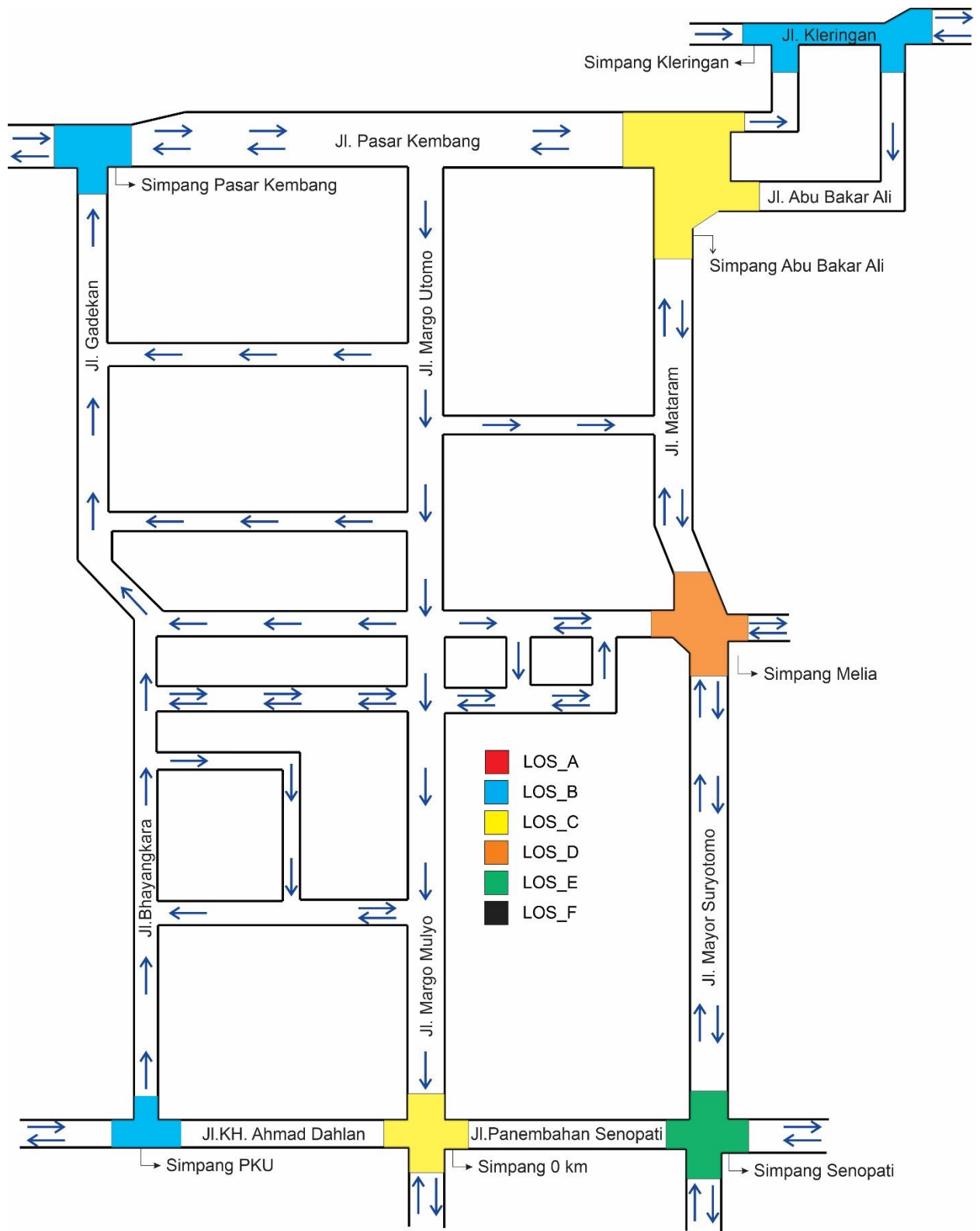
- Arisandi, Y. 2015, Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Di Kota Malang (Studi Kasus: Simpang Pada Ruas Jl. Basuki Rahmat Kota Malang) *Jurnal Penelitian Transportasi Darat* ,17(2), 111-118.
- Dey, A.C., S. Roy dan M. A. Uddin., 2018, Calibration And Validation Of Vissim Model Of An Intersection With Modified Driving Behavior Parameters, *International Journal of Advanced Research*, 6(12), 107-112.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Faisal, R., Sugiarto, S., dan Syara, A., 2017, Simulasi Arus Lalu Lintas Pada Segmen Penyempitan Jalan Akibat Pembangunan Fly Over Simpang Surabaya Tahun 2016 Menggunakan Software Vissim 8.0. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 183-194.
- Hormansyah, D. S., Sugiarto, V., & Amalia, E. L., 2016, Penggunaan Vissim Model

- Pada Jalur Lalu Lintas Empat Ruas. *Jurnal Teknologi Informasi: Teori, Konsep, Dan Implementasi*, 7(1), 57-67.
- Iqbal, I., Sugiarto, S., dan Isya, M., 2017, Kinerja Dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pada Simpang Remi Kota Langsa. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 67-74.
- Irawan M. Z., dan 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(3), 97-106.
- Munawar, A., 2004, *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Menteri Perhubungan, 2015, *Peraturan Menteri Nomor 96*, Jakarta
- Morlok, Edward, K., 1984, *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Muchlisin, Ikhsan T., dan Wahyu, W., 2011., Optimization Model of Unsignalized Intersection to Signalized Intersection Using PTV.VISSIM (Study Case: Imogiri Barat and Tritunggal Intersection, Yogyakarta, Indonesia), *International Journal of Integrated Engineeri` Iqng*, 3(1), 1-4.
- Sabre, 2019, *Gyratory*, Sabre-Roads.Org.Uk/Wiki/Index.Php?Title=Gyratory (Diakses Pada 1 Mei 2019).
- Tang, T.-Q., Yi, Z.-Y., Zhang, J., dan Zheng, N., 2017, Modelling The Driving Behaviour At A Signalised Intersection With The Information Of Remaining Green Time, *Iet Intelligent Transport Systems*, 11(9), 596–603.
- Transportasi Research Board. 2010: *Highway Capacity Manual (HCM)*. National Research Council Washington D.C.
- Utomo, R. B., Yulianyahya, R. W., Dan Fauziah, M., 2016, Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang Dan Koordinasi Antar Simpang. *Jurnal Teknisia*, 21(1), 163-172.
- Yang, Y., dan Yang, G., 2016, Study of Intersection Optimization Near Transportation Hub Based on VISSIM, *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 9(6), 323-332.

Lampiran 1. Hasil *node result* kondisi eksisting

MOVEMENT		LOS(ALL)	QLEN	VEHS(ALL)	VEHDELAY(ALL)	EMISSIONSCO	EMISSIONSNOX	EMISSIONSVOC	FUELCONSUMPTION	STOPDELAY(ALL)	STOPS(ALL)
1-1: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @31.8-3: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @9.4	LOS_D	30.56	116	45.02	114.231	22.225	26.474	1.634	35.06	1.53	
1-4: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @67.0-7: Bhayangkara @3.8	LOS_B	8.02	168	13.71	97.762	19.021	22.657	1.399	7.62	0.69	
1-5: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @31.8-7: Bhayangkara @3.8	LOS_A	2.12	218	3.48	37.125	7.223	8.604	0.531	0	0.01	
1-42: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @67.3-2: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @7.0	LOS_A	0	236	3.09	81.419	15.841	18.87	1.165	0.03	0.03	
	1 LOS_B	10.18	738	12.21	328.436	63.902	76.118	4.699	7.25	0.41	
3-94: Jl. Brigjend Katamso@27.4-95: Jl. Sultan Agung@21.7	LOS_F	36.32	46	96.51	81.297	15.817	18.841	1.163	84.86	1.37	
3-94: Jl. Brigjend Katamso@27.4-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.0	LOS_F	36.32	43	88.91	68.267	13.282	15.822	0.977	79.65	1.05	
3-96: Jl. Sultan Agung@37.9-102: Jl. Panembahan Senopati Barat@23.9	LOS_F	51.08	89	113.5	203.97	39.685	47.272	2.918	91.25	3.22	
3-96: Jl. Sultan Agung@37.9-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.0	LOS_F	51.08	22	90.46	38.775	7.544	8.987	0.555	79.12	1.68	
3-97: Jl. Sultan Agung@38.0-93: Jl. Brigjend Katamso@16.4	LOS_A	0.28	203	1.72	43.965	8.554	10.189	0.629	0	0.01	
3-98: Jl. Brigjend Katamso@27.3-102: Jl. Panembahan Senopati Barat@23.9	LOS_A	0	31	0.06	5.851	1.138	1.356	0.084	0	0	
3-99: Jl. Panembahan Senopati Barat@4.2-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.0	LOS_B	23.61	56	15.13	37.593	7.314	8.713	0.538	10.86	0.8	
3-100: Jl. Panembahan Senopati Barat@4.3-93: Jl. Brigjend Katamso@16.4	LOS_D	37.41	36	40.46	39.775	7.739	9.218	0.569	33.66	1.03	
3-100: Jl. Panembahan Senopati Barat@4.3-95: Jl. Sultan Agung@21.7	LOS_F	37.41	121	81.51	216.842	42.189	50.255	3.102	70.51	1.6	
3-105: Jl. Mayor Suryotomo@83.5-93: Jl. Brigjend Katamso@16.4	LOS_F	87.72	86	113.54	204.29	39.747	47.346	2.923	98.59	2.74	
3-105: Jl. Mayor Suryotomo@83.5-95: Jl. Sultan Agung@21.7	LOS_F	87.72	4	167.41	14.332	2.788	3.321	0.205	139.59	6	
3-105: Jl. Mayor Suryotomo@83.5-102: Jl. Panembahan Senopati Barat@23.9	LOS_F	87.72	40	125.21	108.18	21.048	25.072	1.548	105.91	3.4	
	3 LOS_E	33.77	777	62.18	1061.595	206.548	246.035	15.187	52.53	1.42	
4-112: Jl. Juminahan@41.6-41: Suryatmajan@17.6	LOS_E	31.54	36	78.61	53.874	10.482	12.486	0.771	72.25	0.94	
4-112: Jl. Juminahan@41.6-118: Jl. Mataram@10.7	LOS_F	39.88	32	89.79	53.088	10.329	12.304	0.759	83.32	1.09	
4-117: Jl. Mataram@3.0-92: Jl. Juminahan@12.8	LOS_D	69.33	51	46.66	63.533	12.361	14.724	0.909	36.09	1.63	
4-145: Suryatmajan@5.6-92: Jl. Juminahan@12.8	LOS_C	4.92	23	26.46	20.576	4.003	4.769	0.294	21.02	1	
4-145: Suryatmajan@5.6-114: Jl. Mayor Suryotomo@12.7	LOS_D	4.92	5	46.36	6.084	1.184	1.41	0.087	41.02	1.2	
4-392: Suryatmajan@5.6-118: Jl. Mataram@10.7	LOS_A	0.54	15	1.28	5.321	1.035	1.233	0.076	0.54	0.07	
4-449: Jl. Juminahan@41.4-114: Jl. Mayor Suryotomo@12.7	LOS_A	0	229	2.35	57.15	11.119	13.245	0.818	0	0	
4-451: Jl. Mayor Suryotomo@64.4-41: Suryatmajan@17.6	LOS_C	9.34	7	29.99	6.998	1.362	1.622	0.1	24.15	1.43	
4-451: Jl. Mayor Suryotomo@64.4-92: Jl. Juminahan@12.8	LOS_D	9.34	24	42.91	26.399	5.136	6.118	0.378	38.1	0.96	
4-451: Jl. Mayor Suryotomo@64.4-118: Jl. Mataram@10.7	LOS_B	9.34	81	19.21	62.415	12.144	14.465	0.893	13.9	0.7	
4-458: Jl. Mataram@3.3-114: Jl. Mayor Suryotomo@12.7	LOS_F	77.29	101	101.24	222.115	43.215	51.477	3.178	84.24	2.51	
	4 LOS_D	29.1	604	37.26	577.676	112.395	133.882	8.264	30.67	0.87	
5-120: Jl. Abu Bakar Ali@51.3-10147: ABA_PK@14.6	LOS_C	18.72	349	30	349.081	67.918	80.903	4.994	19.49	1.8	
5-128: Ps. Kembang@59.5-125: Jl. Abu Bakar Ali@7.6	LOS_D	19	247	38.89	266.589	51.868	61.784	3.814	27.68	1.41	
5-135: Jl. Mataram@86.2-125: Jl. Abu Bakar Ali@7.6	LOS_B	2.14	55	10.06	32.631	6.349	7.563	0.467	6.75	0.55	
5-135: Jl. Mataram@86.2-127: Ps. Kembang@5.9	LOS_A	2.14	18	9.08	8.989	1.749	2.083	0.129	6.28	0.39	
5-10097: ABA_MT@15.2-136: Jl. Mataram@36.6	LOS_A	0.18	344	6.65	201.42	39.189	46.681	2.882	2	1.19	
	5 LOS_C	10.01	1013	22.79	859.014	167.133	199.085	12.289	14.62	1.41	
6-58: Jend. A Yani@39.9-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @19.3	LOS_C	6.74	64	24.39	51.113	9.945	11.846	0.731	17.76	0.78	
6-72: Jend. A Yani@43.4-79: Panembahan Senopati@22.7	LOS_A	0	86	1.79	29.865	5.811	6.922	0.427	0.01	0.02	
6-74: Pangurakan@26.7-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @19.3	LOS_A	2.47	267	3.74	57.703	11.227	13.373	0.826	0.03	0.04	
6-75: Pangurakan@26.9-79: Panembahan Senopati@22.7	LOS_E	31.3	88	62.77	106.369	20.696	24.652	1.522	57.01	0.84	
6-77: Panembahan Senopati@162.4-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @19.3	LOS_C	8.38	115	29.6	104.849	20.4	24.3	1.5	22.75	0.86	
6-85: Panembahan Senopati@162.2-73: Pangurakan@12.7	LOS_A	0	47	0.96	16.515	3.213	3.828	0.236	0	0	
6-101: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @72.8-73: Pangurakan@12.7	LOS_C	1.38	9	32.66	8.057	1.568	1.867	0.115	29.42	0.67	
6-108: Jend. A Yani@42.5-73: Pangurakan@12.7	LOS_C	7.97	55	34.11	51.802	10.079	12.006	0.741	28.56	0.87	
6-250: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @71.7-79: Panembahan Senopati@22.7	LOS_D	18.99	110	49.91	158.947	30.925	36.838	2.274	7.29	2.78	
	6 LOS_C	8.58	841	23	588.017	114.407	136.279	8.412	13.57	0.71	
7-31: Kleringan@36.4-116: Abu Bakar Ali@45.0	LOS_C	32.74	218	21.47	150.219	29.227	34.815	2.149	14.58	0.88	
7-31: Kleringan@36.4-10269: ABA_ABA@19.1	LOS_C	32.74	258	20.11	173.97	33.848	40.319	2.489	13.54	0.88	
7-129: Abu Bakar Ali@14.1-10262: ABA_ABA@28.3	LOS_A	0.18	366	0.94	48.979	9.529	11.351	0.701	0.01	0.01	
7-452: Jl. Abu Bakar Ali@25.3-116: Abu Bakar Ali@45.0	LOS_D	21.1	186	46.6	237.702	46.248	55.09	3.401	35.5	2.35	
7-452: Jl. Abu Bakar Ali@25.3-10269: ABA_ABA@19.1	LOS_E	21.1	32	58.56	47.85	9.31	11.09	0.685	45.38	2.44	
	7 LOS_B	18.01	1060	19.58	653.886	127.223	151.545	9.355	13.89	0.88	
8-87: Jaran Lor@47.7-86: Ps. Kembang@24.6	LOS_B	13.65	199	19.93	143.778	27.974	33.322	2.057	13.36	1.45	
8-89: Ps. Kembang@116.2-88: Jaran Lor@20.7	LOS_B	4.78	87	15.25	58.686	11.418	13.601	0.84	11.63	0.71	
8-269: Jogonegoro@51.6-86: Ps. Kembang@24.6	LOS_B	4.58	127	10.73	75.99	14.785	17.611	1.087	6.78	0.61	
8-269: Jogonegoro@51.6-88: Jaran Lor@20.7	LOS_A	4.58	72	6.39	34.396	6.692	7.972	0.492	3.8	0.39	
	8 LOS_B	7.67	485	14.67	315.476	61.38	73.115	4.513	9.91	0.94	

Lampiran 1. Hasil *node result* kondisi eksisting



Lampiran 2. Hasil *node result* kondisi giratori

MOVEMENT	LOS(ALL)	QLEN	VEHS(ALL)	VEHDELAY(ALL)	EMISSIONSCO	EMISSIONSNOX	EMISSIONSVOC	FUELCONSUMPTION	STOPDELAY(ALL)	STOPS(ALL)
1-1: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @ 27.5-3: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @ 9.8	LOS_B	9.84	220	14.53	99.441	19.348	23.046	1.423	8.89	0.79
1-7: Bhayangkara@45.4-2: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @ 14.0	LOS_B	5.59	63	15.19	37.091	7.217	8.596	0.531	10.61	0.56
1-42: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @ 65.8-2: KH. Ahmad Dahlan (Barat) I @ 14.0	LOS_B	19.77	424	19.43	310.393	60.391	71.936	4.441	11.58	1.1
1-1250: Bhayangkara@45.2-3: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @ 9.8	LOS_A	0.01	80	1.75	24.285	4.725	5.628	0.347	0.12	0.09
	1 LOS_B	8.8	787	15.92	471.779	91.791	109.339	6.749	9.58	0.86
3-94: Jl. Brigjend Katamso@27.4-95: Jl. Sultan Agung@22.9	LOS_D	31.89	30	41.06	25.051	4.874	5.806	0.358	31.26	0.4
3-94: Jl. Brigjend Katamso@27.4-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.9	LOS_D	31.89	62	43.12	55.243	10.748	12.803	0.79	35.28	0.61
3-96: Jl. Sultan Agung@37.8-102: Jl. Panembahan Senopati Barat@24.9	LOS_D	36.31	201	41.62	299.792	58.329	69.48	4.289	29.51	4.62
3-96: Jl. Sultan Agung@37.8-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.9	LOS_D	36.31	176	42.86	248.184	48.288	57.519	3.551	32.22	4.27
3-97: Jl. Sultan Agung@38.0-93: Jl. Brigjend Katamso@16.4	LOS_A	0.28	204	1.74	43.943	8.55	10.184	0.629	0	0
3-98: Jl. Brigjend Katamso@27.3-102: Jl. Panembahan Senopati Barat@24.9	LOS_A	0	31	0.29	6.076	1.182	1.408	0.087	0.01	0.03
3-457: Jl. Panembahan Senopati Barat@90.8-93: Jl. Brigjend Katamso@16.4	LOS_D	14.76	39	36.9	39.413	7.668	9.134	0.564	32.01	0.85
3-457: Jl. Panembahan Senopati Barat@90.8-95: Jl. Sultan Agung@22.9	LOS_D	14.76	149	42.68	172.772	33.615	40.042	2.472	35.52	1.07
3-457: Jl. Panembahan Senopati Barat@90.8-106: Jl. Mayor Suryotomo@16.9	LOS_A	3.95	68	1.97	26.632	5.182	6.172	0.381	0.47	0.1
	3 LOS_C	14.53	960	29.28	920.489	179.094	213.332	13.169	22.19	2.01
4-112: Jl. Juminahan@42.4-41: Suryatmajan@17.6	LOS_C	12.63	53	23.1	36.735	7.147	8.514	0.526	16.86	0.85
4-112: Jl. Juminahan@42.4-118: Jl. Mataram@3.7	LOS_C	12.63	58	21.57	36.907	7.181	8.553	0.528	16.31	0.86
4-145: Suryatmajan@5.6-92: Jl. Juminahan@12.3	LOS_C	5.62	33	28.6	30.535	5.941	7.077	0.437	22.06	1
4-392: Suryatmajan@5.6-118: Jl. Mataram@3.7	LOS_A	0.71	16	0.7	5.352	1.041	1.24	0.077	0	0
4-451: Jl. Mayor Suryotomo@145.0-92: Jl. Juminahan@12.3	LOS_A	10.14	67	4.26	27.383	5.328	6.346	0.392	1.93	0.27
4-451: Jl. Mayor Suryotomo@145.0-118: Jl. Mataram@3.7	LOS_B	10.14	229	11.09	142.764	27.777	33.087	2.042	5.96	0.87
4-10024: MS_SY@0.6-41: Suryatmajan@17.6	LOS_A	8.52	16	3.04	6.81	1.325	1.578	0.097	0.72	0.25
	4 LOS_B	7.52	472	13.36	286.78	55.797	66.464	4.103	8.63	0.74
5-120: Jl. Abu Bakar Ali@55.4-127: Ps. Kembang@27.5	LOS_C	39.16	328	34.32	363.175	70.661	84.169	5.196	21.46	1.73
5-135: Jl. Mataram@65.8-125: Jl. Abu Bakar Ali@14.4	LOS_B	5.62	121	17.53	97.347	18.94	22.561	1.393	13.43	1.4
5-135: Jl. Mataram@65.8-127: Ps. Kembang@27.5	LOS_C	5.62	50	26.13	50.141	9.756	11.621	0.717	17.5	1.7
5-1245@39.1-125: Jl. Abu Bakar Ali@14.4	LOS_B	9.49	206	15.18	139.795	27.199	32.399	2	10.67	0.58
	5 LOS_C	18.09	705	25.26	650.529	126.569	150.766	9.307	16.65	1.34
6-3: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @ 175.9-73: Pangurakan@13.5	LOS_C	65.37	10	27.72	8.49	1.652	1.968	0.121	23.38	0.8
6-3: KH. Ahmad Dahlan (Timur) I @ 175.9-79: Panembahan Senopati@21.0	LOS_E	65.36	155	55.67	250.509	48.74	58.058	3.584	25.29	3.32
6-13: Jend. A Yani@61.7-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @ 14.7	LOS_D	0.84	1	44.46	1.065	0.207	0.247	0.015	36	1
6-74: Pangurakan@25.8-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @ 14.7	LOS_A	2.26	281	4.34	64.142	12.48	14.866	0.918	0.05	0.09
6-75: Pangurakan@26.0-79: Panembahan Senopati@21.0	LOS_E	29.57	108	57.71	124.136	24.152	28.77	1.776	49.28	0.95
6-77: Panembahan Senopati@164.6-252: KH. Ahmad Dahlan (Timur) II @ 14.7	LOS_D	23.1	168	47.39	200.923	39.092	46.566	2.874	36.92	1.13
6-85: Panembahan Senopati@164.6-73: Pangurakan@13.5	LOS_A	0.71	66	5.02	26.767	5.208	6.204	0.383	0	0
6-1239: Jend. A Yani@61.8-73: Pangurakan@13.5	LOS_E	1.33	1	70.31	1.448	0.282	0.336	0.021	58.18	1
6-1240: Jend. A Yani@61.9-79: Panembahan Senopati@21.0	LOS_A	0	1	0	0.329	0.064	0.076	0.005	0	0
	6 LOS_C	20.95	791	31.31	677.96	131.906	157.124	9.699	19.96	1.06
7-129: Abu Bakar Ali@4.6-453: Jl. Abu Bakar Ali@7.5	LOS_A	0.08	169	0.6	21.026	4.091	4.873	0.301	0	0.02
7-452: Jl. Abu Bakar Ali@20.3-116: Abu Bakar Ali@55.7	LOS_C	18.8	239	25.79	197.449	38.416	45.761	2.825	18.18	1.18
7-452: Jl. Abu Bakar Ali@20.3-453: Jl. Abu Bakar Ali@7.5	LOS_C	18.8	30	33.02	30.133	5.863	6.984	0.431	23.14	1.8
7-1251: Kleringan@43.3-116: Abu Bakar Ali@55.7	LOS_C	27.3	149	20.67	107.99	21.011	25.028	1.545	12.69	0.93
7-1251: Kleringan@43.3-453: Jl. Abu Bakar Ali@7.5	LOS_C	27.3	197	24.42	150.149	29.214	34.798	2.148	13.34	1.01
	7 LOS_B	15.39	784	19.32	505.53	98.358	117.161	7.232	12.19	0.86
8-5: Ps. Kembang@19.0-88: Jaran Lor@21.4	LOS_C	27.2	169	27.96	156.867	30.521	36.355	2.244	19.76	1.22
8-1247: Ps. Kembang@19.0-269: Jogonegoro@22.4	LOS_A	0	131	3.41	53.317	10.373	12.357	0.763	0.19	0.11
8-1248: Jaran Lor@46.9-269: Jogonegoro@22.4	LOS_D	31.08	155	36	148.668	28.925	34.455	2.127	21.81	1.62
8-1249: Jaran Lor@47.2-1238: Ps. Kembang@26.5	LOS_A	0.9	229	2.94	66.776	12.992	15.476	0.955	0.03	0.04
	8 LOS_B	14.79	684	16.7	425.554	82.797	98.626	6.088	9.87	0.7

Lampiran 2. Hasil *node result* kondisi giratori

