

Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal dan Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan di Jalan Selokan Mataram, Depok, Sleman

Analysis of the Performance Unsignalized Intersections and The Impact of Exhaust Emissions Vehicle at Selokan Mataram Road, Depok, Sleman

Ryandika Adi Kumara, Wahyu Widodo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Permasalahan lalu lintas merupakan suatu hal yang sering terjadi dalam lingkup transportasi terutama kemacetan maupun pencemaran lingkungan di wilayah Kabupaten Sleman yang disebabkan semakin meningkatnya mobilitas penduduk yang tidak berimbang dengan perkembangan sarana dan prasarana lalu lintas. Oleh karena itu, dalam memecahkan permasalahan ini perlu dilakukan penerapan manajemen lalu lintas sebagai solusi alternatif pada simpang tak bersinyal. Metode dalam pengambilan data yang digunakan dengan *traffic counting* yaitu perhitungan jumlah kendaraan masuk atau keluar simpang untuk tiap pendekatan. Data diolah menjadi suatu analisis menggunakan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan *software PTV VISSIM 9 Student Version* yang menghasilkan nilai kinerja suatu persimpangan. Hasil analisis dari PKJI 2014 didapatkan nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian dengan memenuhi syarat ($D_j \leq 0,85$) sedangkan hasil analisis dari *VISSIM 9.0* didapatkan setelah memodelkan simulasi arus lalu lintas kendaraan dan ditampilkan nilai tundaan, panjang antrian, tingkat pelayanan, bahkan emisi gas buang kendaraan dengan memenuhi syarat ($LOS < LOS E$). Analisis dari kedua acuan tersebut memiliki hasil yang berbeda karena karakteristik sistem perhitungan tidak sama sehingga menarik untuk dipaparkan. Kondisi eksisting memiliki kinerja lalu lintas terburuk yaitu derajat kejenuhan 1,15 dengan tingkat pelayanan E, maka dibuat alternatif guna meningkatkan kinerja simpang yaitu alternatif pertama (pendekat C menjadi satu arah), alternatif kedua (pendekat D menjadi satu arah), serta alternatif ketiga (penggabungan pendekat D menjadi satu arah dan pengurangan dimensi trotoar). Semua kondisi akan menampilkan nilai besaran emisi gas buang kendaraan berupa senyawa CO dan NO_x serta jumlah bahan bakar yang dikeluarkan.

Kata – kata kunci: simpang tak bersinyal, kinerja simpang, PKJI 2014, *VISSIM 9.0*, emisi gas buang

Abstract. Traffic problems are things that often occur in the scope of transportation, especially congestion and environmental pollution in the Sleman Regency due to increasing mobility of people who are not balanced with the development of traffic facilities and infrastructure. Therefore, in solving this problem, it is necessary to implement traffic management as an alternative solution to unsignalized intersections. The method in collecting data used with traffic counting is the calculation of the number of vehicles entering or exiting intersections for each approach. Results of the analysis from PKJI 2014 obtained the degree of saturation, delay, and queuing opportunity by fulfilling the requirements ($DJ \leq 0,85$) while the analysis results from *VISSIM 9.0* were obtained after modeling the simulation of vehicle traffic flow and displayed the value of delay, queue length, level of service, even vehicle exhaust emissions by meeting the requirements ($LOS < LOS E$). Analysis of the two references has different results because the characteristics of the calculation system are not the same so it is interesting to compare and explain. Existing conditions have the worst traffic performance, namely the degree of saturation of 1,15 with the level of service E, then an alternative is made to improve the performance of intersections namely the first alternative (approach C to one direction), second alternative (approach D to one direction), and third alternative (merger of approach D into one direction and reduction of sidewalk dimensions). All conditions will display the value of the amount of vehicle exhaust emissions in the form of CO and NO_x compounds and the amount of fuel released.

Keywords: unsignalized intersection, intersection performance, PKJI 2014, *VISSIM 9.0*, exhaust emissions

1. Pendahuluan

Kabupaten Sleman merupakan salah satu wilayah yang memiliki perkembangan penduduk dan kendaraan yang cukup pesat dengan permasalahan lalu lintas yang cukup banyak disebabkan semakin meningkatnya mobilitas penduduk yang tidak berimbang dengan perkembangan sarana dan prasarana lalu lintas. Meningkatnya kendaraan juga akan berdampak pada pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan menghasilkan polusi udara secara bebas permasalahan lalu lintas terutama pada persimpangan yang memiliki peningkatan volume lalu lintas tiap tahunnya terutama pada saat lalu lintas di jam sibuk. Faktor lokasi simpang juga berpengaruh terhadap tingkat volume kendaraan yang melintas terutama di wilayah Jalan Selokan Mataram. Oleh karena itu, cara paling efektif dalam pemecahannya dengan menerapkan perencanaan manajemen lalu lintas perlu menggunakan data yang akurat dan dianalisis sebaik mungkin.

Ansusanto dkk (2016) dan Sriharyani dkk (2016) menjelaskan analisis kinerja lalu lintas pada simpang tak bersinyal menggunakan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Kedua penelitian tersebut berlokasi di Condongcatur, Sleman dan Pasar Punggur, Lampung Tengah memiliki penilaian kinerja lalu lintas yang berbeda untuk nilai kinerja lalu lintas simpangnya. Jika belum memenuhi syarat ($D_f \leq 0,85$) maka dilakukan solusi alternatif permasalahan lalu lintas hingga hasil yang maksimal. Bimaputra dkk. (2017) melakukan kinerja lalu lintas pada beberapa simpang kawasan Jalan Pahlawan, Bandung menggunakan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dengan hasil kinerja simpang tersebut rata – rata buruk atau belum memenuhi persyaratan maksimum operasional simpang. Menggunakan dua acuan dalam analisis kinerja simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk evaluasi waktu siklus dan *VISSIM 8.0* untuk menganalisis ruas jalan pada pendekat simpang (Misdalena, 2019). Berlokasi pada simpang bersinyal di *Flyover* Jakabaring, Palembang menunjukkan tingkat pelayanan

yang sangat buruk (F), maka tidak dapat memenuhi syarat berdasarkan HCM 2010.

Budi dkk (2014) menganalisis kinerja simpang tak bersinyal berlokasi di simpang Mengkreg, Kabupaten Jombang dengan hasil belum memenuhi syarat maksimum sehingga dilakukan solusi permasalahan lalu lintas dengan metode SWOT. Dari metode tersebut akan didapatkan referensi beberapa alternatif permasalahan lalu lintas. Penelitian dari Bawangun dkk (2015), Listiana dkk (2017), dan Wardhana dkk (2016) menjelaskan analisis kinerja lalu lintas simpang tak bersinyal menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Penelitian – penelitian tersebut secara berurutan berlokasi di simpang Jalan B.W. Lopian, Kota Manado, simpang Laladon, Bogor, dan simpang Jalan Veteran, Lamongan dengan penilaian kinerja simpang yang dapat dikatakan buruk karena belum memenuhi persyaratan ($DS \leq 0,75$) akibat kapasitas simpang (C) tidak dapat menampung arus lalu lintas total (q_{TOT}) yang besar. Berbeda dengan hasil penelitian analisis kinerja simpang tak bersinyal pada kawasan Pangkalan Bun, oleh Trissiyana dkk (2016) menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan hasil kinerja simpang yang dapat dinilai baik, maka tidak diperlukan alternatif solusi permasalahan lalu lintas. Guler dkk. (2016) menjelaskan untuk memperkirakan kapasitas dan penundaan kendaraan di persimpangan multimoda tanpa kontrol pada lima simpang tak bersinyal di kota Zurich, Swiss dengan metodologi untuk secara sistematis mengevaluasi penundaan rata-rata yang diharapkan menggunakan formula. Hasilnya menunjukkan bahwa dapat memprediksi keterlambatan aliran kendaraan yang berbeda dalam 4 s/kend.

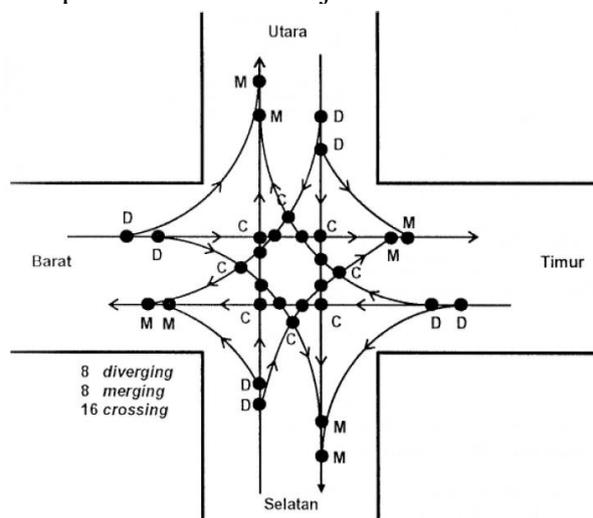
Dalam tugas akhir ini, penelitian dilakukan dengan meninjau simpang tak bersinyal berlokasi di Jalan Selokan Mataram dengan Jalan Wahid Hasyim dan menganalisis kinerja simpang dengan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan hasil pemodelan simulasi arus lalu lintas menggunakan perangkat lunak *VISSIM 9.0* serta akan menampilkan nilai dampak emisi gas buang kendaraan dari

simulasi sekaligus jumlah bahan bakar yang dikeluarkan tiap kendaraan. Berdasarkan hasil analisis kedua acuan tersebut dievaluasi dan dicari solusi alternatif permasalahan lalu lintas agar memenuhi syarat operasional persimpangan dan kemudian dibandingkan kedua hasil analisis yang menjadi tujuan dalam penelitian ini.

2. Dasar Teori

Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) (Bina Marga, 1997). Simpang jenis ini banyak terdapat di wilayah perkotaan terutama pada jalan minor dan pergerakan membelok relatif kecil. Simpang tak bersinyal banyak dipakai pada volume lalu lintas yang rendah, dengan pergerakan kendaraan pada simpang tak bersinyal cukup rumit seperti pada Gambar 1. Munawar (2004) menyebutkan terdapat beberapa penanganan umum simpang tak bersinyal yang dapat dilakukan antara lain perbaikan secara geometrik ruas jalan bertujuan mengurangi tundaan dan meningkatkan kapasitas jalan, serta pemberlakuan manajemen lalu lintas.



Gambar 1. Pergerakan simpang tak bersinyal (Risdiyanto, 2014)

Analisis Simpang Metode PKJI 2014

Kementerian PU (2014) menjelaskan bahwa ada tiga data yang perlu ditetapkan untuk melakukan analisis perhitungan kinerja simpang, yaitu data geometrik simpang yang

didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan, data lalu lintas yang didapatkan dari arus lalu lintas yang melewati persimpangan tiap jenis kendaraan dalam periode waktu tertentu kemudian direkapitulasi menggunakan formulir dalam PKJI 2014, dan data lingkungan simpang yang didapatkan dari pengamatan serta studi literatur berupa populasi penduduk, ukuran kota, tipe lingkungan, hambatan samping.

Kapasitas merupakan arus lalu lintas total maksimum yang masuk ke simpang yang dapat dipertahakan selama waktu paling sedikit satu jam dalam kondisi cuaca dan geometrik yang ada pada saat itu (eksisting), dalam satuan kend/jam atau skr/jam. Perhitungan kapasitas simpang berguna untuk mengetahui total arus yang masuk dari seluruh lengan simpang dengan cara perkalian antara kapasitas dasar (C_0) sebagai kapasitas pada kondisi ideal dengan faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya.

Kinerja lalu lintas simpang didapat dari penilaian yang bertujuan untuk memperoleh kinerja lalu lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaan sehingga memungkinkan dilakukan perubahan desain simpang berupa geometrik jalan dan pengaturan sistem lalu lintas (Ansusanto dkk., 2016). Terdapat tiga parameter dalam menentukannya yaitu derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan peluang antrian (P_A). Menentukan penilaian kinerja simpang mengacu pada nilai derajat kejenuhan (D_j) dengan standar $D_j \leq 0,85$. Jika nilai D_j melampaui 0,85, maka perlu dilakukan desain ulang pada simpang untuk meningkatkan pelayanan operasional simpang berupa penambahan lebar pendekat atau manajemen lalu lintas.

Alternatif Permasalahan Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah pengorganisasian, perencanaan, pemberian arah, dan pemantauan keadaan pergerakan lalu lintas, termasuk pejalan kaki, pesepeda, dan semua tipe kendaraan ditunjukkan oleh Underwood (dalam Risdiyanto, 2014). manajemen lalu lintas akan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi, baik saat ini

maupun di masa mendatang, dengan mengefisienkan pergerakan orang/kendaraan dan mengidentifikasi perbaikan – perbaikan yang diperlukan di bidang teknik lalu lintas, angkutan umum, perundang – undangan, *road pricing* dan operasional dari sistem transportasi yang ada.

VISSIM

VISSIM merupakan simulasi mikroskopis berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan (Haryadi dkk, 2017). Pengertian lainnya *VISSIM* adalah alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas yang bertujuan untuk rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis yang disajikan secara visual. Hasil analisis dalam perangkat lunak *PTV VISSIM 9 Student Version* menampilkan parameter – parameter kinerja persimpangan salah satunya panjang antrian rata – rata (*QLen*), tingkat pelayanan (*LOS*), tundaan kendaraan (*VehDelay*). Tingkat pelayanan atau *level of service* (*LOS*) adalah kemampuan suatu ruas jalan atau persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu (Permenhub, 2006). Penetapan tingkat pelayanan bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan atau persimpangan dengan kriteria oleh TRB (2010) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria tingkat pelayanan

<i>Level of Service</i>	<i>Average Control Delay (second/vehicle)</i>
A	0 – 10
B	> 10 – 15
C	> 15 – 25
D	> 25 – 35
E	> 35 – 50
F	> 50

Sumber : HCM 2010

Emisi Gas Buang

PP (1999) menyebutkan pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia maka berdampak pada mutu udara yang turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya sebagai salah satu komponen yang dibutuhkan

untuk kehidupan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. Pencemaran udara disebabkan dari pembakaran/emisi gas buang kendaraan bergabung udara ambien/udara bebas sehingga asap dari kendaraan menyebar secara bebas yang akan merusak lingkungan bahkan dapat membahayakan kesehatan manusia. Arti dari emisi itu sendiri adalah zat, energi, atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara bebas baik mempunyai potensi sebagai unsur pencemar atau tidak. Hasil analisis emisi gas buang dari *software PTV VISSIM 9 Student Version* didapatkan kadar polutan karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x). Polutan tersebut merupakan senyawa yang memiliki dampak buruk bagi kesehatan manusia seperti gangguan pernafasan, melemahkan sistem pertahanan tubuh, memperlambat refleks bahkan dapat menimbulkan kematian.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara sistematis dan berurutan guna hasil sesuai yang diharapkan, maka diuraikan dalam beberapa tahapan seperti dibawah ini.

a) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan agar menambah pemahaman mengenai isi dari penelitian serta meminimalisir kesalahan dalam pelaksanaannya dan mencari referensi yang berguna dalam penelitian ini.

b) Pengumpulan Data

Melaksanakan survei lalu lintas secara langsung maupun tidak langsung yang mencakup dalam penelitian berupa data kondisi geometrik, kondisi lalu lintas, kondisi lingkungan serta data lokasi dan populasi penduduk yang berlokasi di simpang tak bersinyal Jalan Selokan Mataram dengan Jalan Wahid Hasyim, Condongcatur, Sleman untuk dua hari penelitian.

c) Analisis dan Pemodelan

Melakukan analisis perhitungan menggunakan hasil rekapitulasi survei lalu lintas dengan acuan PKJI 2014 dan pemodelan simulasi lalu lintas menggunakan *software PTV VISSIM 9*

Student Version serta data diolah hingga didapatkan hasil analisis kinerja simpang. Analisis *VISSIM* juga memberikan hasil dampak emisi gas buang kendaraan.

d) Perencanaan Alternatif

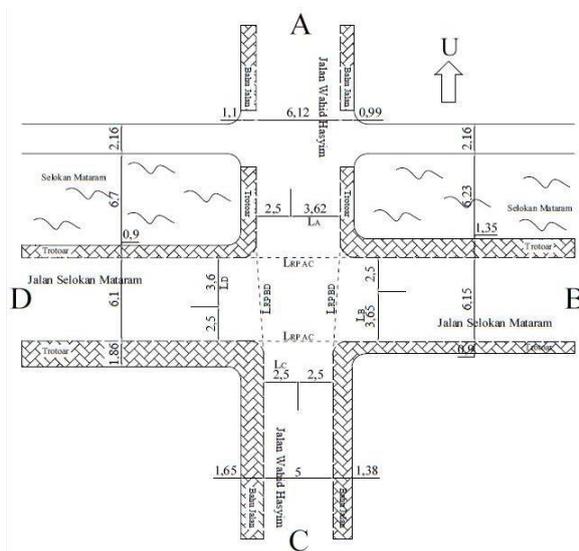
Jika kinerja simpang belum memenuhi kriteria yang ditentukan, maka rencanakan berbagai macam alternatif pemecahan masalah lalu lintas kemudian analisis data menggunakan PKJI 2014 dan memodelkannya ke dalam *software PTV VISSIM 9 Student Version*.

e) Pembahasan dan Penarikan Kesimpulan

Jika pengolahan data analisis kinerja simpang telah memenuhi kriteria tersebut sudah mencapai hasil yang diinginkan, maka dilakukan pembahasan atas hasil – hasil dalam penelitian ini salah satunya membandingkan hasil analisis dari kedua acuan yaitu PKJI 2014 dan *VISSIM 9.0*. Dari semua pembahasan tersebut ditarik kesimpulan dan disusun dalam laporan tugas akhir.

4. Hasil dan Pembahasan

Data Simpang



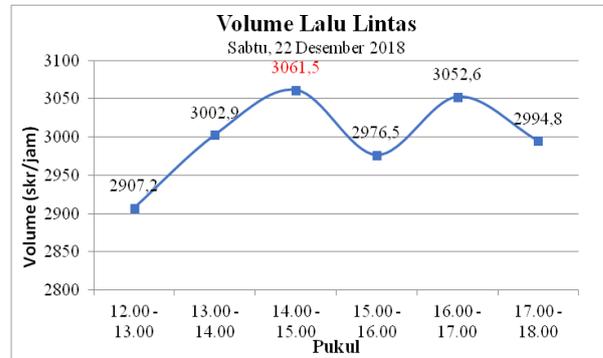
Gambar 2. Geometrik simpang Selokan Mataram

Analisis Kinerja Simpang PKJI 2014

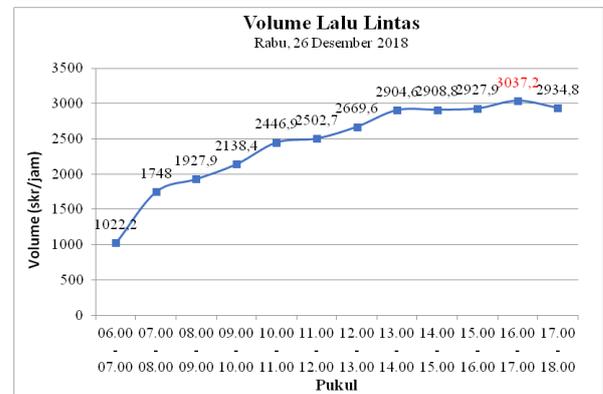
Tahap – tahap analisis kinerja simpang tak bersinyal untuk kondisi eksisting sebagai berikut :

a) Penentuan jam puncak

Analisis dilakukan untuk dua hari penelitian dengan penentuan jam puncak ditentukan dari volume lalu lintas (skr/jam) yang dirangkum dalam grafik fluktuasi Gambar 3. dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik fluktuasi hari pertama



Gambar 4. Grafik fluktuasi hari kedua

Oleh karena itu, didapatkan jam puncak untuk hari pertama pukul 14.00 – 15.00 dan hari kedua pukul 16.00 – 17.00.

b) Penginputan data masukan

Data masukan yang diinput dalam proses analisis sebagai berikut :

- 1) Data geometrik simpang Selokan Mataram seperti pada Gambar 2. dan diketahui untuk simpang ini memiliki tipe simpang 422.
- 2) Data lalu lintas menggunakan data jam puncak dari pengumpulan data dengan metode *traffic counting* di lapangan.
- 3) Data lingkungan berdasarkan pengamatan bahwa simpang ini terletak pada lingkungan komersial dengan hambatan samping dinilai sedang.

c) Perhitungan kapasitas

Mencari nilai kapasitas simpang (C) menggunakan persamaan 1 dan hasil yang

didapatkan untuk dua hari penelitian ditampilkan pada Tabel 2.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \quad (1)$$

Tabel 2. Nilai Kapasitas Simpang

Nilai	Hari pertama	Hari kedua
C_0 (skr/jam)	2900	2900
F_{LP}	0,989	0,989
F_M	1,00	1,00
F_{UK}	0,94	0,94
F_{HS}	0,938	0,936
F_{BK_i}	1,156	1,168
F_{BK_a}	1	1
$F_{R_{mi}}$	0,910	0,914
C (skr/jam)	2661,991	2696,253

d) Penetapan Kinerja Lalu Lintas

Parameter yang digunakan dalam menetapkan kinerja lalu lintas simpang diperhitungkan sebagai berikut :

1) Derajat kejenuhan (D_J), dihitung menggunakan persamaan 2 dengan hasil pada Tabel 3.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (2)$$

Tabel 3. Nilai Derajat Kejenuhan

Nilai	Hari pertama	Hari kedua
D_J	1,150	1,126

2) Tundaan (T), dibagi menjadi dua yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometrik (T_G) yang dihitung menggunakan persamaan dalam Tabel 4. Oleh karena itu, didapatkan nilai – nilai tundaan yang dijelaskan dalam Tabel 5.

Tabel 4. Persamaan Nilai – Nilai Tundaan

Nilai	Persamaan
T (det/skr)	$T = T_{LL} + T_G$
T_{LL} (det/skr)	$D_J \leq 60: T_{LL} = 2 + 8,2078D_J - (1 - D_J)^2$ $D_J > 60: T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042D_J)} - (1 - D_J)^2$
$T_{LL_{ma}}$ (det/skr)	$D_J \leq 60: T_{LL_{ma}} = 1,8 + 5,8234D_J - (1 - D_J)^2$ $D_J > 60: T_{LL_{ma}} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460D_J)} - (1 - D_J)^2$
$T_{LL_{mi}}$ (det/skr)	$T_{LL_{mi}} = \frac{q_{TOT} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LL_{ma}}}{q_{mi}}$

$$T_G \quad D_J < 1: T_G = (1 - D_J) \times \{6R_B + 3(1 - R_B)\} + 4D_J$$

$$D_J < 1: T_G = 4$$

Tabel 5. Nilai Tundaan

Nilai	Hari pertama	Hari kedua
T (det/skr)	30,669	27,760
T_{LL} (det/skr)	26,669	23,760
$T_{LL_{ma}}$ (det/skr)	16,617	15,221
$T_{LL_{mi}}$ (det/skr)	43,104	38,592
T_G (det/skr)	4	4

3) Peluang antrian (P_A), didapatkan nilai batas atas dan batas bawah yang dihitung menggunakan persamaan 3. dan 4. dengan hasil pada Tabel 6.

Batas atas :

$$P_A = 47,71D_J - 24,68D_J^2 + 56,47D_J^2 \quad (3)$$

Batas bawah :

$$P_A = 9,02D_J - 20,66D_J^2 + 10,49D_J^2 \quad (4)$$

Tabel 6. Nilai Peluang Antrian

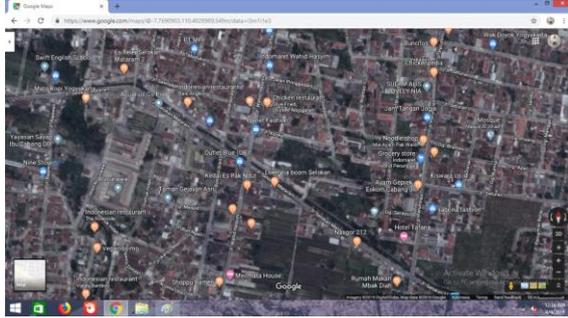
P_A	Hari pertama	Hari kedua
Batas atas	108,128	103,142
Batas bawah	53,658	51,370

4) Penilaian kinerja lalu lintas simpang, diketahui hasil analisis kinerja simpang untuk dua hari penelitian mengacu pada nilai (D_J) dengan standar $\leq 0,85$, maka dapat dinilai bahwa simpang Jalan Selokan Mataram dengan Jalan Wahid Hasyim belum layak dalam memenuhi pelayanan operasional suatu persimpangan.

Pemodelan dan Simulasi VISSIM 9.0

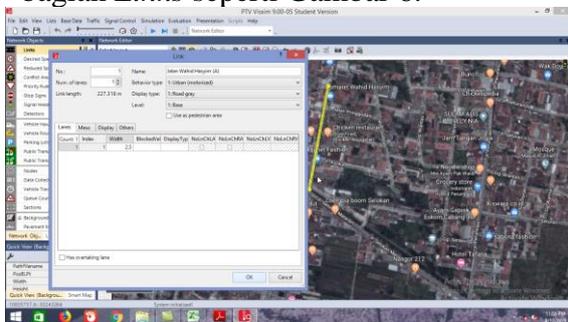
Pemodelan menggunakan software PTV VISSIM 9 Student Version dilakukan dalam beberapa tahapan pengerjaan menggunakan data – data input yang telah disiapkan dengan output berupa hasil analisis kinerja simpang. Data yang diperlukan antara lain peta satelit lokasi, geometrik simpang, tipe kendaraan, batas kecepatan kendaraan, serta volume arus lalu lintas. Tahapan pemodelan dijelaskan seperti di bawah ini :

a) *Input background* menggunakan peta satelit lokasi simpang Selokan Mataram pada Gambar 5.



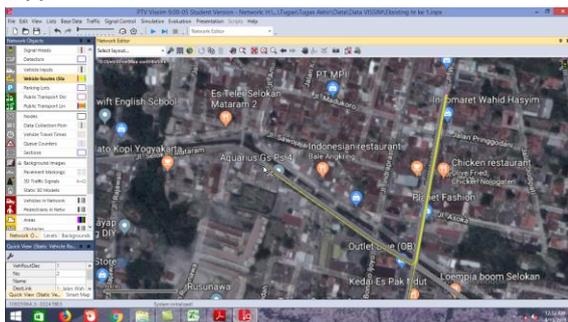
Gambar 5. *Input background*

b) Membuat jaringan jalan sesuai dengan data geometrik jalan yang ada dengan klik bagian *Links* seperti Gambar 6.



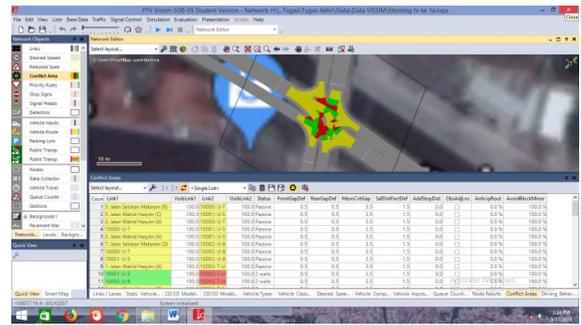
Gambar 6. Membuat jaringan jalan

c) Membuat rute kendaraan berdasarkan pergerakan yang terjadi pada simpang menggunakan *Vehicle Routes* pada Gambar 7.



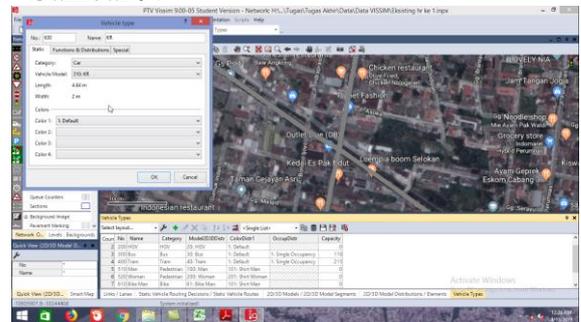
Gambar 7. Membuat rute kendaraan

d) *Conflict area* mengontrol kendaraan agar tidak saling bertabrakan di dalam simulasinya dengan prioritas arus tertentu seperti Gambar 8.



Gambar 8. Mengatur *conflict area*

e) Menentukan dan menambahkan model jenis kendaraan ke dalam simulasi berdasarkan klasifikasi tipe kendaraan. Kemudian mengatur model kendaraan menggunakan beberapa fitur yaitu *Vehicle Types*, *Vehicle Classes*, *Vehicle Compositions* seperti pada Gambar 9.



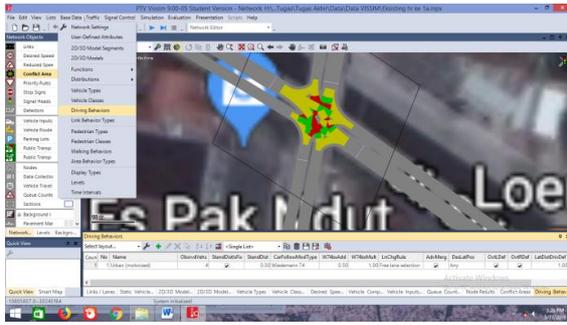
Gambar 9. Memasukkan model kendaraan

f) Mengisi *Vehicle Input* guna memasukkan volume arus lalu lintas kendaraan yang telah didapatkan seperti Gambar 10.

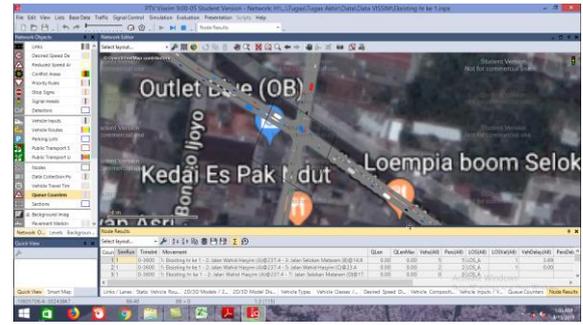


Gambar 10. Input volume arus lalu lintas

g) Mengatur perilaku pengemudi dalam simulasi dengan *Driving Behaviours* pada Gambar 11.



Gambar 11. Mengatur perilaku pengemudi



Gambar 12. Proses simulasi

h) Menentukan area analisis dengan menggunakan membuat *Node* lalu memulai proses simulasi dengan fitur *Simulations* seperti Gambar 12.

Setelah pemodelan dilakukan, akan menampilkan hasil analisis kinerja simpang dari simulasi untuk dua hari penelitian pada Tabel 7. dan Tabel 8. Oleh karena itu, kinerja simpang untuk kondisi eksisting dari hasil simulasi VISSIM 9.0 dinilai buruk karena belum memenuhi syarat ($LOS < LOS E$).

Tabel 7. Hasil Analisis Hari Pertama

MOVEMENT	QLEN	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	VEHDELAY (ALL)
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Selokan Mataram (B)	12,14	42	LOS_B	11,13
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	20	27	LOS_B	13,8
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Selokan Mataram (D)	20,29	29	LOS_D	29,83
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	168,9	42	LOS_F	132,05
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	155,7	34	LOS_F	126,62
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Selokan Mataram (D)	155,7	28	LOS_F	106,25
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	153,7	62	LOS_F	59,25
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Selokan Mataram (B)	152,8	50	LOS_F	66,28
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Selokan Mataram (D)	140	49	LOS_F	57,98
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	0,84	89	LOS_A	3,55
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Selokan Mataram (B)	0,84	76	LOS_A	4,33
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	2,72	80	LOS_A	7,59
Hasil	82,71	608	LOS_E	42,13

Tabel 8. Hasil Analisis Hari Kedua

MOVEMENT	QLEN	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	VEHDELAY (ALL)
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Selokan Mataram (B)	17,95	39	LOS_C	16,41
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	33,19	26	LOS_C	22,31
Jalan Wahid Hasyim (A) ke Jalan Selokan Mataram (D)	32,26	22	LOS_E	43,64
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	52,34	98	LOS_E	43,5
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	36,97	80	LOS_D	32,13
Jalan Selokan Mataram (B) ke Jalan Selokan Mataram (D)	36,97	70	LOS_D	33,22
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	165	26	LOS_F	210,33
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Selokan Mataram (B)	164,1	22	LOS_F	241,02
Jalan Wahid Hasyim (C) ke Jalan Selokan Mataram (D)	139,4	17	LOS_F	283,29
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Wahid Hasyim (A)	2,34	100	LOS_A	6,49
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Selokan Mataram (B)	2,34	90	LOS_A	6,92
Jalan Selokan Mataram (D) ke Jalan Wahid Hasyim (C)	7,68	87	LOS_B	11,67
Hasil	65,12	677	LOS_E	43,15

Alternatif Permasalahan Lalu Lintas

Melihat hasil analisis kondisi eksisting kinerja lalu lintas pada persimpangan Jalan Selokan Mataram dengan Jalan Wahid Hasyim dari kedua acuan memiliki penilaian buruk. Oleh karena itu, perlu dilakukan penerapan alternatif permasalahan lalu lintas supaya meningkatkan kinerja simpang dalam menampung volume lalu lintas kendaraan yang melintas dalam kondisi volume tinggi dengan cara sebagai berikut :

a) Alternatif 1

Rekayasa lalu lintas pergerakan kendaraan di pendekatan C atau lengan selatan (Jalan Wahid Hasyim) dialihkan menjadi satu arah menuju utara. Hasil analisis kinerja lalu lintas simpang berdasarkan PKJI 2014 dan VISSIM 9.0 pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Alternatif 1

Acuan	Nilai	Hari pertama	Hari kedua
PKJI 2014	D _J	1,070	1,065
	T (det/skr)	22,838	22,537
	P _A (%)	46-92	46-91
	LOS	LOS_E	LOS_E
VISSIM 9.0	VEHDELAY (detik)	37,120	41,250
	QLEN (meter)	61,490	63,220

b) Alternatif 2

Rekayasa lalu lintas pergerakan kendaraan di pendekatan D atau lengan barat (Jalan Selokan Mataram) dialihkan menjadi satu arah menuju timur. Hasil analisis kinerja lalu lintas simpang berdasarkan PKJI 2014 dan VISSIM 9.0 pada Tabel 10.

Tabel 12. Hasil Emisi Gas Buang

Kondisi	Hari Pertama			Hari Kedua		
	Emissions CO (gr)	Emissions NOx (gr)	Fuel Consumptions (gal)	Emissions CO (gr)	Emissions NOx (gr)	Fuel Consumptions (gal)
Eksisting	905,676	176,212	12,957	964,372	187,632	13,796
Alternatif 1	1010,049	196,519	14,45	1078,661	209,868	15,431
Alternatif 2	780,966	151,948	11,173	634,581	123,466	9,078
Alternatif 3	981,556	190,975	14,042	808,122	157,231	11,561

Tabel 10. Hasil Analisis Alternatif 2

Acuan	Nilai	Hari pertama	Hari kedua
PKJI 2014	D _J	0,862	0,870
	T (det/skr)	10,689	10,866
	P _A (%)	30-59	30-60
	LOS	LOS_D	LOS_C
VISSIM 9.0	VEHDELAY (detik)	30,130	20,560
	QLEN (meter)	41,230	27,640

c) Alternatif 3

Penggabungan antara mengurangi lebar trotoar pada jalan mayor dengan rekayasa lalu lintas pergerakan kendaraan di pendekatan D (Jalan Selokan Mataram) dialihkan menjadi satu arah menuju timur seperti alternatif kedua. Hasil analisis kinerja lalu lintas simpang berdasarkan PKJI 2014 dan VISSIM 9.0 pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Alternatif 3

Acuan	Nilai	Hari pertama	Hari kedua
PKJI 2014	D _J	0,841	0,849
	T (det/skr)	10,232	10,391
	P _A (%)	28-56	29-57
	LOS	LOS_E	LOS_D
VISSIM 9.0	VEHDELAY (detik)	37,480	28,070
	QLEN (meter)	46,410	37,990

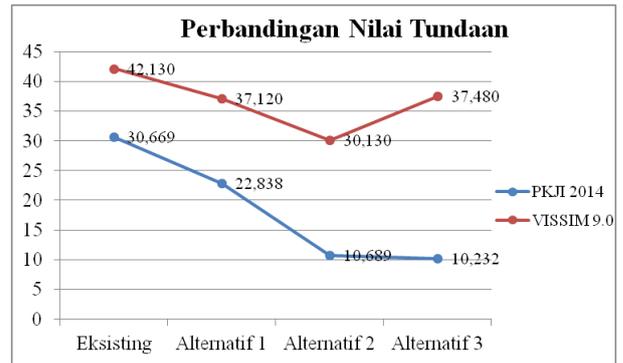
Analisis Emisi Gas Buang

Besaran nilai dampak emisi gas buang kendaraan didapatkan dari analisis simulasi pemodelan simulasi lalu lintas VISSIM 9.0 untuk tiap kondisi dalam dua hari penelitian dijelaskan pada Tabel 12.

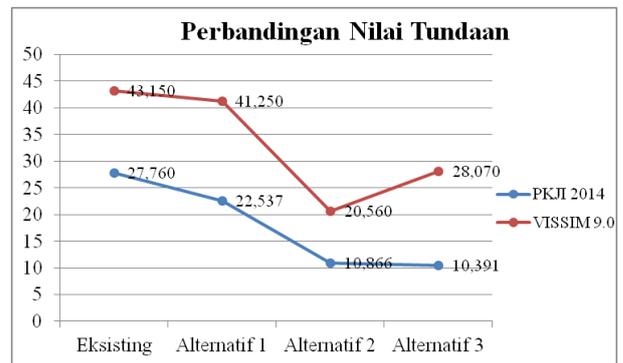
Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa alternatif 1 menghasilkan nilai senyawa dari emisi gas buang kendaraan terburuk dan menghasilkan konsumsi bahan bakar terbanyak dari aktivitas lalu lintas kendaraan.

Perbandingan Analisis PKJI 2014 dengan VISSIM 9.0

Analisis perhitungan dalam penelitian ini menggunakan dua acuan dengan hasil yang berbeda dalam tiap kondisi yang sama untuk perbandingan penilaian kinerja simpang dua hari penelitian. Perhitungan yang dibandingkan adalah analisis kinerja lalu lintas simpang yang ditampilkan pada Tabel 13. dan Tabel 14. Oleh karena itu, dari hasil analisis tersebut menunjukkan perbedaan karakteristik analisis perhitungan yang dapat diproses dari kedua acuan tersebut dilihat dari tundaan dalam grafik di Gambar 13. dan Gambar 14.



Gambar 13. Perbandingan tundaan hari pertama



Gambar 14. Perbandingan tundaan hari kedua

Tabel 13. Perbandingan Kinerja Simpang Hari Pertama

Kondisi	PKJI 2014			LOS	VISSIM 9.0	
	D _J	T (det/skr)	P _A (%)		VEHDELAY (detik)	QLEN (meter)
Eksisting	1,150	30,669	54-108	LOS_E	42,130	82,710
Alternatif 1	1,070	22,838	46-92	LOS_E	37,120	61,490
Alternatif 2	0,862	10,689	30-59	LOS_D	30,130	41,230
Alternatif 3	0,841	10,232	28-56	LOS_E	37,480	46,410

Tabel 14. Perbandingan Kinerja Simpang Hari Kedua

Kondisi	PKJI 2014			LOS	VISSIM 9.0	
	D _J	T (det/skr)	P _A (%)		VEHDELAY (detik)	QLEN (meter)
Eksisting	1,126	27,760	51-103	LOS_E	43,150	65,120
Alternatif 1	1,065	22,537	46-91	LOS_E	41,250	63,220
Alternatif 2	0,870	10,866	30-60	LOS_C	20,560	27,640
Alternatif 3	0,849	10,391	29-57	LOS_D	28,070	37,990

5. Kesimpulan

Berdasarkan data, hasil analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan pada simpang tak bersinyal antara Jalan Selokan Mataram dengan Jalan Wahid Hasyim, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Analisis kinerja simpang tak bersinyal menggunakan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 menunjukkan hasil kurang baik dengan nilai D_j sebesar 1,15 dan 1,13 secara berurutan untuk hari pertama serta hari kedua karena belum memenuhi sasaran ($D_j \leq 0,85$).
- b) Pemodelan simulasi simpang tak bersinyal menggunakan *software PTV VISSIM 9 Student Version* memiliki tingkat pelayanan (*LOS*) E atau buruk, panjang antrian rata – rata (*QLEN*) sebesar ± 42 meter dan tundaan kendaraan (*VEHDELAY*) ± 73 detik yang dirangkum untuk dua hari penelitian.
- c) Solusi permasalahan kinerja lalu lintas simpang tak bersinyal Jalan Selokan Mataram disajikan tiga alternatif. Berdasarkan PKJI 2014 alternatif yang paling maksimal adalah alternatif ketiga dengan nilai D_j sebesar 0,84 dan 0,85 secara berurutan untuk hari pertama serta hari kedua. Berdasarkan *VISSIM 9.0* alternatif yang paling maksimal adalah alternatif kedua dengan tingkat pelayanan (*LOS*) D dan C secara berurutan untuk hari pertama serta hari kedua.
- d) Hasil analisis emisi gas buang untuk tiap kondisi dapat dijelaskan bahwa semakin buruk kinerja lalu lintas pada suatu persimpangan maka semakin besar besaran dampak emisi gas buang kendaraan yang dikeluarkan baik senyawa CO, senyawa NO_x serta jumlah bahan bakar yang dikeluarkan.
- e) Perbandingan hasil analisis kinerja lalu lintas simpang menggunakan kedua acuan tersebut dapat dijelaskan bahwa cara kerja analisis PKJI 2014 lebih menunjukkan tidak memperhitungkan seberapa banyak arus lalu lintas yang keluar masuk simpang yang diperhitungkan secara keseluruhan kinerja simpang. Sedangkan cara kerja analisis

VISSIM 9.0 lebih memperhitungkan arus lalu lintas yang keluar masuk simpang.

6. Daftar Pustaka

- Ansusanto, J.D., Tanggu, S., 2016, Analisis Kinerja dan Manajemen pada Simpang dengan Derajat Kejenuhan Tinggi, *Dinamika Rekayasa*, 12, 79-86.
- Bawangun, V., Sendow, T.K., Elisabeth, L., 2015, Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal untuk Simpang Jalan W.R. Supratman dan Jalan B.W. Lopian di Kota Manado, *Jurnal Sipil Statik*, 3, 422-434.
- Bimaputra, A., Bemby, W.G.W., Wahyudi, K., Wicaksono, Y.I., 2017, Analisis Kinerja dan Ruas Jalan di Kawasan Pahlawan, Kota Bandung, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6, 45-55.
- Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Budi, M., Wicaksono, A., Anwar, R.M., 2014, Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Raya Mengkreg Kabupaten Jombang, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8, 174-180.
- Guler, S.I., Menendez, M., 2016, Methodology for Estimating Capacity and Vehicle at Unsignalized Multimodal Intersections, *International Journal of Transportation Science and Technology*, 5, 257-267.
- Haryadi, D., Tajudin, I., Muchlisin., 2017, *Modul Pembelajaran Traffic Micro-Simulation Program PTV VISSIM 9*, Laboratorium Transportasi dan Jalan Jurusan Teknik Sipil UMY, Yogyakarta.
- Kementrian PU, 2014, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*, Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Listiana, N., Sudiby, T., 2017, Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga – Bubulak Bogor, Jawa Barat, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan (JSIL)*, 2, 9-18.
- Misdalena, F., 2019, Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program *Microsimulator VISSIM 8.00*, *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7, 35-41.

- Munawar, A., 2004, *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekasaya Lalu Lintas di Jalan.
- Peraturan Pemerintahan Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Risdiyanto, 2014, *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas, Teori dan Aplikasi*, Leutikaprio Nouvalitera, Yogyakarta.
- Sriharyani, L., Hidayat, M, N., 2017, Analisa Arus Kendaraan Terhadap Kinerja Simpang Tak Bersinyal dengan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (Studi Kasus Simpang Tiga Pasar Punggur, Lampung Tengah), *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi)*, 6, 134-139.
- TRB, 2010, *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Trissiyana., Setiawan, E., Mardiana., 2016, Kinerja Simpang Tidak Bersinyal pada Persimpangan Jalan Pakunegara – Jalan Udan Said – Jalan Ahmad Yani – Jalan Padat Karya Gaya Baru di Pangkalan Bun, *Juristek*, 5, 148-152.
- Wardhana, D.R.W., Hartantyo, S.D., 2016, Analisa Persimpangan Tak Bersinyal pada Persimpangan Tiga Lengan, *Jurnal Civilla*, 1, 68-75.