

Kajian Kinerja Simpang Tak Bersinyal dan Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan di Jalan Agro, Caturtunggal, Depok, Sleman

Study for Controlling Traffic and the Impact of Exhaust Emissions at the Intersection Unsignalized at the Agro Roads, Caturtunggal, Depok, Sleman.

Windy Devi Sulistiani, Wahyu Widodo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Abstrak. Berkembangnya jumlah pengguna kendaraan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan volume lalu lintas, sehingga menyebabkan permasalahan lalu lintas yang disebut kemacetan seperti pada simpang empat tak bersinyal di kawasan Selokan Mataram, Sleman. Metode yang digunakan untuk mengkaji kinerja simpang dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan pemodelan dengan *software PTV VISSIM 9 Student Version* pada waktu jam puncak (*peak hours*). Hasil kondisi eksisting dengan PKJI 2014 berupa nilai arus lalu lintas total (q_{TOT}) = 3861,7 skr/jam, kapasitas simpang (C) = 2888,961 skr/jam, derajat kejenuhan (DJ) = 1,337, tundaan (T) = 848,219 detik/skr, peluang antrian (PA) = 74 – 155 %. Melihat hasil kondisi eksisting tersebut, dapat dinilai bahwa kinerja simpang belum memenuhi syarat derajat maksimum simpang ($DJ \leq 0,85$). Hasil kondisi eksisting dengan pemodelan *PTV VISSIM 9 Student Version* berupa nilai tingkat pelayanan yaitu $LOS(All) = LOS E$ dan $VehDelay(All) = 36,84$ detik, sehingga tingkat pelayanan simpang dikatakan buruk. Berdasarkan hasil dari kedua metode didapatkan bahwa menggunakan PKJI 2014 kondisi kinerja simpang masih buruk, begitu juga tingkat pelayanan yang dihasilkan dari VISSIM juga buruk, sehingga kondisi eksisting dari kedua metode tersebut masih memerlukan upaya perbaikan. Direncanakan perbaikan dengan 3 alternatif permasalahan lalu lintas, dengan hasil terbaik yaitu pada alternatif 3 berupa menggeser letak median dan rekayasa lalu lintas, yang menghasilkan nilai $DJ = 1,029$ dengan $T = 14,452$ detik/skr dan nilai $LOS(All) = LOS C$ dengan $VehDelay (All) = 16,56$ detik. Hasil emisi gas buang kendaraan kondisi eksisting menunjukkan hasil yang lebih baik dari alternatif 3, hal ini dikarenakan jumlah kendaraan alternatif 3 lebih besar daripada jumlah kendaraan kondisi eksisting.

Kata – kata kunci : kinerja simpang, tingkat pelayanan, PKJI 2014, PTV VISSIM, emisi gas buang kendaraan

Abstract. The growing number of vehicle users is one of the factors that affect the increase in traffic volume, causing traffic problems called congestion such as at unsignalized intersection in the Selokan Mataram area, Sleman. Method used to assess the intersection performance with Highway Capacity Manual Indonesia 2014 and modeling with the *PTV VISSIM 9 Student Version* software at peak hours. Results of existing conditions with PKJI 2014 in the form of total traffic flow value = 3861,7 skr/hour, intersection capacity = 2888,961 skr/hour, degree of saturation = 1,337, delay = 848,219 sec/skr, and the chance of queue = 74 – 155 %. Seeing the results of the existing conditions, it can be assessed that the intersection performance does not meet the maximum degree of intersection ($DJ \leq 0.85$). The results of the existing conditions with *PTV VISSIM 9 Student Version* modeling in the form of service level values are $LOS (All) = LOS E$ and $VehDelay (All) = 36,84$ seconds, so that the intersection service level is said to be bad. Based on the results of the two methods it was found that using PKJI 2014 intersection performance conditions were still poor, as well as the level of service produced from VISSIM was also poor, so that the existing conditions of both methods still needed improvement efforts. Improvements are planned with 3 alternative traffic problems, with the best results, the third alternative is to shift the location of the median and traffic engineering, which produces DJ value = 1,029 with $T = 14,452$ sec/skr and $LOS (All) = LOS C$ value with $VehDelay (All) = 16,56$ seconds. The results of exhaust emissions of existing vehicles show better results than alternative 3, this is because the number of alternative vehicles 3 is greater than the number of existing vehicle conditions.

Keyword : intersection performance, level of service, PKJI 2014, PTV VISSIM, vehicle exhaust emissions

1. Pendahuluan

Kemacetan merupakan permasalahan lalu lintas yang sering dijumpai pada suatu simpang, seperti yang terjadi pada simpang empat tak bersinyal di Jalan Agro, Caturtunggal, Depok, Sleman. Simpang Jalan Agro merupakan simpang yang memiliki pergerakan kendaraan cukup tinggi saat jam tertentu, dengan jenis pergerakan arus lalu lintas berupa memotong (*crossing*). Perilaku pengemudi saling berebut ruang saat memasuki simpang, tidak memberikan jalan terlebih dahulu pada kendaraan yang melintas di jalan mayor. Selain itu kondisi geometrik simpang ini memiliki ruas jalan minor sisi utara yang sempit, tidak sebanding dengan jalan minor sisi selatan dan jalan mayor sisi timur maupun barat yang lebar. Hal ini menyebabkan kendaraan mengalami tundaan dan antrian kendaraan yang cukup tinggi. Permasalahan lalu lintas semacam ini sering disebut dengan kemacetan. Permasalahan yang terjadi pada simpang Jalan Agro diperlukan upaya perbaikan untuk meminimalisir kondisi simpang dari kemacetan. Berdasarkan latar belakang tersebut diharapkan penelitian ini mampu mengkaji kinerja simpang tak bersinyal di Jalan Agro berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 selanjutnya memodelkan dengan *software PTV VISSIM 9 Student Version*, memberikan solusi alternatif permasalahan kemacetan, dan disertai dengan polusi udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang kendaraan.

Baafi, dkk (2018) melakukan penelitian mengenai jenis peningkatan persimpangan yang paling umum di Ghanayaitu dengan pengaturan sinyal lalu lintas. Selain itu tindakan pemasangan jalur belok kiri dibuktikan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan persimpangan tanpa harus diberlakukannya pengaturan sinyal lalu lintas. Dalam penelitiannya digunakan alat simulasi VISSIM yang dikalibrasi menggunakan arus lalu lintas, data delay, rata-rata dan panjang antrian maksimum diperoleh dari rekaman video dua jam dari persimpangan studi kasus selama periode puncak pagi. Didapatkan tingkat pelayanan LOS C memotong titik 25 s / kend sebagai keterlambatan maksimum yang

dapat diterima untuk lalu lintas belok kiri jalan minor.

Frans, dkk (2018) melakukan penelitian sejenis pada simpang tak bersinyal di kompleks kampus Universitas Nusa Cendana, dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Penelitian ini meneliti pada 5 titik simpang dengan hasil nilai derajat kejenuhan (DS) pada simpang 1 dan simpang 2 belum sesuai syarat derajat kejenuhan maksimum ($DS < 0,75$). Simpang 1 dengan $DS = 0,89$ dan simpang 2 dengan $DS = 1,07$. Dilakukan upaya perbaikan yaitu simpang 1 dengan perubahan lebar pada pendekat jalan mayor dan pengalihan arus lalu lintas, sedangkan simpang 2 dengan perubahan lebar pada pendekat jalan mayor dan minor, serta pengalihan arus lalu lintas. Hadijah, dkk (2018) melakukan penelitian mengenai analisis kinerja simpang tidak bersinyal Kota Metro, dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) yaitu sebesar 0,862 smp/jam, maka kinerja simpang masih buruk. Direncanakan rekayasa lalu lintas untuk memaksimalkan nilai derajat kejenuhan. Iduwin, dkk (2018) melakukan penelitian berupa evaluasi kinerja simpang tiga dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Penelitian ini mengamati jam puncak yang ditentukan dalam 1 hari terdapat 2 jam puncak yaitu pagi hari jam 06.00 - 09.00 WIB dan sore hari jam 17.00 - 20.00 WIB. Dari kedua jam puncak tersebut memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) tidak memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum yaitu pagi hari menghasilkan $DS = 0,8$ dan sore hari menghasilkan $DS = 1,07$. Direncanakan alternatif yaitu pelebaran jalan dan pemberian sinyal lalu lintas dengan nilai derajat kejenuhan yang sesuai syarat ketentuan derajat maksimum. Kabi, dkk (2015) juga melakukan penelitian mengenai analisis kinerja simpang tanpa sinyal pada studi kasus simpang tiga ringroad Maumbi, dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis penelitian dengan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,98, artinya tidak memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum. Rorong, dkk (2015) melakukan penelitian mengenai kinerja simpang tak bersinyal di Jalan S.Parman dan

Jalan DI.Panjaitan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,958, sehingga belum memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum. Dilakukan alternatif dengan pemberian rambu lalu lintas dilarang parkir disisi jalan, tetapi dengan alternatif tersebut, hasil nilai DS belum memenuhi syarat yaitu $DS = 0,803$. Saputro, dkk (2017) melakukan penelitian mengenai kajian simpang tiga tak bersinyal menjadi simpang bersinyal di Kariangau KM 5,5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara. Pada penelitian ini menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 2014 untuk menganalisis kinerja simpang dan pemodelan *software PTV VISSIM 9 Student Version* untuk simulasi lalu lintas. Hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan belum memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum, dihasilkan DS sebesar 2,279, maka dilakukan alternatif dengan memodelkan simpang bersinyal menggunakan MKJI didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,756 yang menunjukkan bahwa telah memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum. Sedangkan saat di dimodelkan dalam *software PTV VISSIM 9 Student Version* dapat diketahui keefektivannya dari simpang tak bersinyal diubah menjadi simpang bersinyal.

Ansusanto, dkk (2016) melakukan penelitian mengenai analisis kinerja dan manajemen pada simpang dengan derajat kejenuhan tinggi. Hal yang sama pada penelitian ini yaitu sama menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 untuk menganalisis kinerja simpang. Hasil kinerja simpang penelitian ini menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan (DJ) belum memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum dalam PKJI 2014 ($DJ \leq 0,85$) dengan nilai DJ sebesar 1,37. Untuk memaksimalkan kinerja simpang, direncanakan 3 alternatif, dan dipilihlah alternatif terbaik yaitu manajemen lalu lintas, sehingga nilai DJ telah memenuhi syarat. Intari, dkk (2019) melakukan penelitian mengenai analisis kajian simpang tiga tak bersinyal di simpang tiga Jalan Raya Serang Km 24, dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)

2014. Hasil kinerja simpang kondisi eksisting menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan belum memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum PKJI 2014 dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) sebesar 1,07. Alternatif yang diterapkan ada 2, maka dari itu dipilih alternatif dengan nilai DJ telah sesuai syarat derajat kejenuhan maksimum. Sriharyani, dkk (2017) melakukan analisa arus kendaraan terhadap kinerja simpang tak bersinyal dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 pada simpang tiga pasar punggur Lampung Tengah. Hasil analisis penelitian kondisi eksisting menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,81 yang menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan sudah memenuhi syarat derajat kejenuhan maksimum, sehingga tidak perlu dilakukan upaya perbaikan simpang.

2. Dasar Teori

Karakteristik Simpang

Simpang adalah daerah dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty, dkk 2015). Morlok (1998) menjelaskan simpang berdasarkan cara pengaturannya dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu simpang tak bsinyal dan simpang bersinyal. Simpang Tak Bersinyal (*Unsignalized Intersection*)

- a. Kementerian PU (2014) menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan simpang tak bersinyal merupakan salah satu jenis pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang dengan karakteristik tidak diatur oleh APILL.
- b. Simpang Bersinyal (*Signalized Intersection*)

Risdiyanto (2014) menyebutkan bahwa simpang bersinyal merupakan simpang yang diatur dengan lampu lalu lintas yang dimasuki arus kendaraan secara bergantian. Arus lalu lintas yang cukup tinggi menyebabkan simpang tak bersinyal mengalami kepadatan lalu lintas sehingga tidak memadai lagi.

Kapasitas Sim pang (C)

Kapasitas (C) merupakan arus lalu lintas total maksimum yang memasuki simpang dalam kondisi cuaca dan geometrik yang ada pada saat itu (eksisting), dalam satuan kend/jam atau skr/jam (Kementrian PU, 2014).

Kinerja Sim pang

Suatu persimpangan, kinerja simpang merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap sistem jaringan jalan. Tamin (2008) menyatakan bahwa kinerja persimpangan yang sangat rendah menyebabkan kinerja seluruh sistem jaringan jalan akan menjadi rendah pula. Kinerja simpang ditentukan dengan tiga parameter kinerja yaitu derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan peluang antrian (PA).

a. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat Kejenuhan merupakan semua arus lalu lintas yang masuk simpang dalam satuan skr/jam dibagi dengan kapasitas simpang itu sendiri dalam satuan skr/jam (Kementrian PU, 2014). Simpang yang mempunyai tingkat kinerja maksimum yaitu simpang dengan derajat kejenuhan tidak lebih dari 0,85 pada jam puncak tahun rencana.

b. Tundaan (T)

Kementrian PU, (2014) menyatakan bahwa tundaan (T) adalah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang, dalam satuan detik/skr. Adapun tundaan lalu lintas (TLL) terdiri dari tundaan lalu lintas pada jalan mayor (TLL_{ma}) dan tundaan lalu lintas pada jalan minor (TLL_{mi}).

1. TLL_{ma} adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang melewati jalan mayor dan masuk ke simpang (Kemenrian PU, 2014).

2. TLL_{mi} adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang melewati jalan minor dan masuk ke simpang (Kemenrian PU, 2014).

c. Peluang antrian (PA)

Kementrian PU (2014) menyatakan bahwa peluang antrian merupakan kemungkinan terjadinya antrian

kendaraan yang terdapat di sepanjang pendekat dinyatakan dalam satuan meter. Peluang antrian pada suatu simpang dinyatakan dalam rentang (%). Peluang antrian terdiri dari batas atas peluang antrian dan batas bawah peluang antrian.

Tingkat Pelayanan Sim pang

Level of Service (LOS) merupakan tingkat pelayanan simpang yaitu kemampuan suatu ruas jalan atau persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu (Permenhub, 2006). Istilah tingkat pelayanan dalam pemodelan *PTV VISSIM 9 Student Version* yaitu *Level-of-Service* (LOS). Nilai LOS yang dihasilkan oleh VISSIM terdiri dari LOS (All) dan LOS_{Val(all)}. Nilai LOS_{Val(All)} yaitu singkatan dari *Level-of-Service Value* yang ditentukan dengan skala interval yang berupa angka 1,2,3,4,5, dan 6, dimana angka 1 merupakan tingkat tertinggi dan 6 tingkat terendah. Morlok (1995) menyebutkan bahwa tingkat pelayanan ditentukan dengan skala interval yang terdiri dari 6 tingkat yang terdiri dari huruf A, B, C, D, E, dan F, dimana A merupakan tingkat pelayanan tertinggi dan F merupakan tingkat pelayanan terendah. Skema LOS mengacu pada peraturan *American Highway Capacity Manual* (HCM) 2010. Kriteria tingkat pelayanan pada simpang tak bersinyal ditunjukkan pada Tabel 1.1. Adapula Karakteristik - karakteristik tingkat pelayanan di tunjukkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.1 Kriteria Tingkat Pelayanan Sim pang Tak Bersinyal (*Highway Capacity Manual, 2010*)

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

Tabel 1.2 Karakteristik-karakteristik Tingkat Pelayanan oleh *Highway Capacity Manual* (dalam Morlok, 1995)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik
A	Arus bebas, volume rendah,

	dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.
B	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan luar kota.
C	Arus stabil, kecepatan di kontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan perkotaan
D	Mendekati arus yang tidak stabil, desain rendah.
E	Arus tidak stabil, kecepatan yang rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.
F	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas, banyak berhenti.

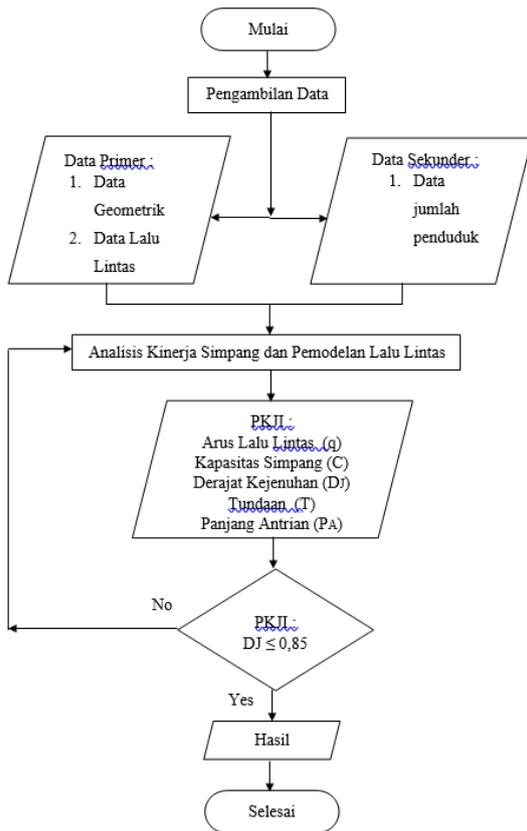
VISSIM juga menghasilkan istilah tundaan dan peluang antrian. *VehDelay(All)* yaitu tundaan kendaraan, dalam satuan detik yang dihasilkan oleh VISSIM. Sedangkan istilah panjang antrian dalam VISSIM yaitu *QLEN* yang merupakan panjang antrian rata-rata, dalam satuan meter.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- a. Tahap Persiapan
 Persiapan yang dilakukan berupa wawancara dengan warga sekitar Jalan Agro mengenai hari dan jam puncak pada saat meningkatnya volume kendaraan di simpang tersebut. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dari warga sehingga dapat ditentukan jadwal dan waktu yang tepat untuk menyiapkan peralatan survei dan penentu hari pelaksanaan survei lalu lintas.
- b. Tahap Survei Lalu Lintas
 Melakukan survei lalu lintas pada waktu yang telah di tetapkan, berupa pengambilan video lalu lintas dengan perekam visual pada simpang sehingga diperoleh data arus lalu lintasnya. Adapun survei kondisi geometrik jalan, kondisi lalu lintas, dan kondisi

- c. Tahap Analisis Data Hasil Survei
 Menganalisis data hasil survei, dilakukan dengan melakukan perhitungan kinerja simpang dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Pada tahapan ini akan menghasilkan kinerja simpang yang sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan dalam PKJI 2014.
- d. Tahap Pemodelan Lalu Lintas dan Memberikan Hasil Emisi Gas Buang Kendaraan
 Melakukan pemodelan lalu lintas berdasarkan data hasil survei lalu lintas yang telah didapatkan dengan menggunakan *software PTV VISSIM 9 Student Version*. Pada pemodelan lalu lintas didapatkan hasil tingkat pelayanan, tundaan, dan peluang antrian. Selain itu dihasilkan nilai emisi gas buang kendaraan tiap lengan simpang.
- e. Tahap Perencanaan Alternatif Permasalahan Lalu Lintas
 Memberikan suatu perencanaan alternatif yang dapat mengatasi permasalahan simpang, sehingga memaksimalkan kinerja lalu lintas. Dari alternatif tersebut dilakukan perhitungan kinerja simpang kembali dengan PKJI 2014 dan memodelkannya dengan *software PTV VISSIM 9 Student Version*.
- f. Pembahasan dan Kesimpulan
 Melakukan pembahasan dari hasil kajian simpang dan pemodelan lalu lintas baik kondisi eksisting maupun alternatifnya, selanjutnya melakukan penarikan kesimpulan .
 Adapun bagan alir (*Flowchart*) pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.1.

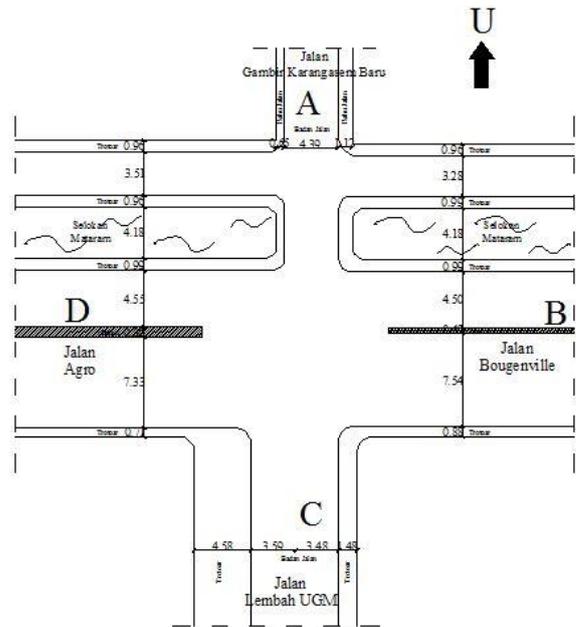


Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian.

4. Hasil Penelitian

Data Geometrik Simpang

Berdasarkan pengamatan geometrik, simpang tersebut terdiri dari empat lengan yaitu Jalan Agro dan Jalan Bougenville merupakan jalan empat lajur dua arah (4/2D) dengan median, sedangkan Jalan Gambir Karangasem Baru dan Jalan Lembah UGM merupakan dua lajur dua arah (2/2UD) tanpa median. Sedangkan berdasarkan pengukuran geometrik simpang lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.2 Sketsa geometrik simpang kondisi eksisting.

Data Volume Lalu Lintas

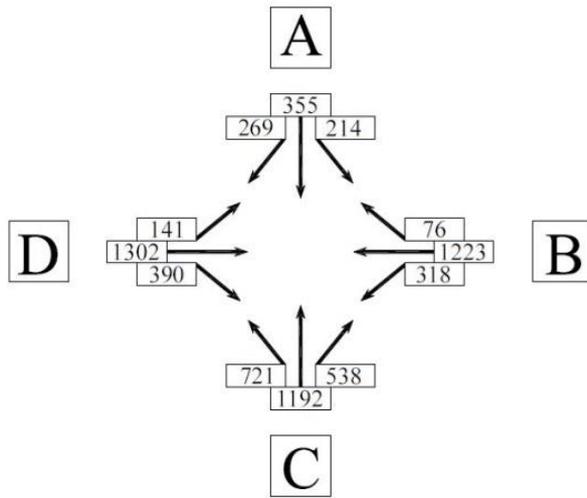
Berdasarkan hasil survei lalu lintas yang telah dilaksanakan pada hari Jumat tanggal 21 Desember 2018 tepatnya saat pukul 13.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB didapatkan data total volume lalu lintas tertinggi dengan total volume lalu lintas sebesar 3861,7 kend/jam pada pukul 16.00 – 17.00 WIB, maka pada pukul tersebut merupakan jam puncak (*peak hours*).

Data Kondisi Lingkungan Simpang

Data populasi penduduk didapatkan dengan merata-ratakan jumlah populasi penduduk Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman dari Biro Pusat Statistik (BPS). Didapatkan rata-rata jumlah populasi penduduk Kota Yogyakarta penduduk Sleman sebesar tahun 2017 = 808122 jiwa.

Kajian PKJI 2014

Pada SIM-I PKJI 2014 didapatkan hasil berdasarkan perhitungan total arus lalu lintas kendaraan bermotor (qKB) pada jalan minor dan mayor. Sketsa total arus lalu lintas kondisi eksisting yang melewati simpang terdapat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.3 Sketsa Arus Lalu Lintas Kondisi Eksisting

a. Perhitungan Lebar Pendekat dan Tipe Simpang.

Perhitungan lebar pendekat menggunakan data geometrik simpang. Didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Lebar pendekat jalan minor :

$$LA = 2,195 \text{ m}$$

$$LC = 3,535 \text{ m}$$

$$LAC = \frac{(2,195 + 3,535)}{2} = 2,865 \text{ m}$$

Lebar pendekat jalan mayor :

$$LB = 7,54 \text{ m}$$

$$LD = 4,55 \text{ m}$$

$$LBD = \frac{(7,54 + 4,55)}{2} = 6,045 \text{ m}$$

Lebar pendekat rata-rata :

$$LRP = \frac{(2,865 + 6,045)}{2} = 4,46 \text{ m}$$

Tipe Simpang pada lokasi merupakan tipe 424 yang artinya simpang terdiri dari 4 lengan simpang, 2 lajur jalan minor, dan 4 lajur jalan mayor.

b. Kapasitas (C)

1. Kapasitas Dasar (C0)

Berdasarkan tipe simpang selanjutnya dilakukan penentuan kapasitas dasar dari Tabel 1.3 sehingga didapatkan nilai Kapasitas Dasar (C0) = 3400 skr/jam.

Tabel 1.3 Kapasitas Dasar Simpang 3 dan Simpang 4

Tipe Simpang	C0, skr/jam
322	2700
324 atau 244	3200
422	2900
424 atau 444	3400

- Faktor Koreksi Lebar Pendekat (FLP)
Berdasarkan kondisi eksisting diketahui lebar pendekat rata-rata simpang (LRP) = 4,46 m, maka nilai FLP dapat dicari dengan persamaan 1.

$$FLP = 0,62 + 0,0740L_{RP} \quad (1)$$

$$= 0,62 + 0,0740 \times 4,46$$

$$= 0,949$$
- Faktor Koreksi Median Jalan Mayor (FM)
Berdasarkan kondisi eksisting diketahui lebar median lengan D = 0,86 m dan lebar median lengan B = 0,49 m, maka tipe median termasuk median sempit, sehingga didapatkan nilai FM = 1,05.
- Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)
Populasi rata-rata penduduk Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta tahun 2017 = 808122 jiwa, sehingga FUK = 0,94.
- Faktor Koreksi Hambatan Samping (FHS)
Simpang Jalan Agro termasuk tipe komersial, sedangkan kriteria hambatan samping yaitu kriteria sedang. Berdasarkan kondisi eksisting diketahui nilai RKTb = 0,00519 kend/jam. Nilai FHS = 0,935 didapatkan dari interpolasi.
- Faktor Koreksi Arus Belok Kiri (FBKi).
Nilai FBKi dapat dicari dengan persamaan 2.

$$FBKi = 0,84 + 1,61 RBKi \quad (2)$$

$$= 0,84 + 1,61 \times 0,2015$$

$$= 1,165$$
- Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (FBKa)
Untuk simpang lengan 4, maka FBKa = 1
- Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (FRMi).
Diketahui nilai Rmi = 0,48574, maka untuk mencari nilai (FRMi) dengan persamaan 3.

$$\begin{aligned}
 FR_{mi} &= 1,11 \times R_{Mi}^2 - 1,11 \times R_M + 1,11(3) \\
 &= 1,11 \times 0,48574^2 - 1,11 \times \\
 &\quad 0,48574 + 1,11 \\
 &= 0,833
 \end{aligned}$$

9. Kapasitas (C)

Perhitungan nilai C dengan persamaan 4.

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times \\
 &\quad F_{BK_a} \times F_{RM_i} \quad (4) \\
 &= 3400 \times 0,949 \times 1,05 \times \\
 &\quad 0,94 \times 0,935 \times 1,165 \times \\
 &\quad 1 \times 0,833 \\
 &= 2888,961 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

c. Kinerja Simpang

1. Derajat Kejenuhan (D_J)

Diketahui q = 3861,7 skr/jam, sehingga nilai Derajat Kejenuhan (D_J) dapat dicari dengan persamaan 5.

$$\begin{aligned}
 D_J &= \frac{q}{c} \quad (5) \\
 D_J &= \frac{3861,7}{2888,961} \\
 &= 1,337
 \end{aligned}$$

2. Tundaan (T)

Tundaan lalu lintas simpang (TLL) digunakan persamaan 6 dengan syarat (D_J > 0,60). Perhitungan nilai TLL sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T_{LL} &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042D_J)} - (1 - D_J)^2 \quad (6) \\
 &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,337)} - (1 - 1,337)^2 \\
 &= 844,219 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

Nilai TG dengan (D_J ≤ 0.85) syarat maka T_G = 4 detik/skr

$$\begin{aligned}
 T &= T_{LL} + T_G \quad (7) \\
 &= 844,219 + 4 \\
 &= 848,219 \text{ detik/sk}
 \end{aligned}$$

3. Peluang Antrian (P_A)

$$\begin{aligned}
 \text{Batas atas } P_A &= 47,71D_J - 24,68D_J^2 + 56,47D_J^2(8) \\
 &= 47,71 \times 1,337 - 24,68 \times 1,337^2 + \\
 &\quad 56,472 \times 1,337^2 \\
 &= 154,550 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Batas bawah } P_A &= 9,02D_J - 20,66D_J^2 + 10,49D_J^2 \\
 &= 9,02 \times 1,337 - 20,66 \times 1,337^2 + \\
 &\quad 10,49 \times 1,337^2 \\
 &= 74,027 \%
 \end{aligned}$$

Kondisi eksisting masih perlu upaya perbaikan, oleh karena itu direncanakan berbagai solusi alternatif. Alternatif 1 berupa penggeseran letak median pada tipe pendekat D. Alternatif 2 berupa penutupan Selokan Mataram untuk dijadikan jalan. Alternatif 3 berupa penggeseran letak median disertai dengan penerapan rekayasa lalu lintas berupa pelarangan BKA pada pendekat B, pelarangan LRS pada pendekat C, dan pelarangan BKA pada pendekat D.

Hasil kajian PKJI 2014 disajikan dalam Tabel 1.4. Penerapan alternatif dari ketiga alternatif tersebut didapatkan arus lalu lintas total (q_{Tot}) yang sama yaitu sebesar 3861,7 skr/jam.

Tabel 1.4 Hasil Kajian PKJI 2014

Kondisi	Kapasitas (C)	Parameter		
		Derajat Kejenuhan (D _J)	Tundaan (T)	Peluang Antrian (P _A)
	skr/jam		detik/skr	%
Eksisting	2888,96	1,337	848,219	74-155
Alternatif 1	3076,93	1,255	62,55	63-129
Alternatif 2	3179,92	1,214	15,92	60-123
Alternatif 3	3749,74	1,029	14,45	29-57

Pemodelan lalu lintas dengan VISSIM

Hasil pemodelan lalu lintas dengan VISSIM didapatkan parameter yang berupa tingkat pelayanan simpang (LOS), tundaan kendaraan (VEHDELAY), dan panjang antrian (QLEN), disajikan dalam Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Hasil Parameter Simpang

Kondisi	LOS (All)	Parameter	
		VEH DELAY (All)	QLEN
		detik	meter
Eksisting	LOS E	36,84	55,35
Alternatif 1	LOS C	24,4	48,79
Alternatif 2	LOS C	21,44	56,69
Alternatif 3	LOS C	16,56	25,47

Adapun hasil dari pemodelan yang berupa emisi gas buang kendaraan dan

konsumsi bahan bakar, disajikan dalam Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Hasil Emisi Gas Buang Kendaraan

Kondisi	Gas Buang Kendaraan		
	Emissions CO	Emissions NOx	Fuel Consumptions
	gram	gram	gal
Eksisting	752,972	146,501	10,772
Alternatif 1	893,081	173,761	12,777
Alternatif 2	713,765	138,873	10,211
Alternatif 3	858,355	167,005	12,28

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Kajian kinerja simpang dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 didapatkan pada kondisi eksisting berupa total volume lalu lintas (q_{Tot}) = 3861,7 kend/jam, adapula kinerja simpang yang didapatkan berupa $D_j = 1,337$, $T = 848,219$ detik/sk, $P_A = 74\% - 155\%$. Sehingga kinerja simpang kondisi eksisting dinilai belum baik karena belum memenuhi syarat derajat kejenuhan ($D_j \leq 0,85$), maka perlu upaya perbaikan.
- Pemodelan dengan *software PTV VISSIM 9 Student Version* didapatkan bahwa simpang Jalan Agro pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa tingkat pelayanan simpang (*LOS (ALL)*) yaitu *LOS E*, tundaan kendaraan (*VehDelay*) sebesar 36,84 detik, dan panjang antrian rata-rata (*QLen*) yang terjadi sejauh 55,35 meter. Sehingga tingkat pelayanan simpang dinilai buruk, maka perlu penerapan alternatif. Sedangkan hasil pemodelan alternatif 3 yaitu berupa tingkat pelayanan yang dikatakan sudah cukup untuk melayani arus lalu lintas dengan nilai *LOS C*, tundaan kendaraan (*VehDelay*) sebesar 16,56 detik, dan panjang antrian rata-rata (*QLen*) yang terjadi sebesar 25,47 meter.

- Solusi alternatif yang digunakan untuk mengurangi masalah kemacetan dipilih alternatif 3 karena nilai derajat kejenuhan telah mencapai 0.846 yaitu sesuai syarat derajat kejenuhan maksimum dalam PKJI 2014, total volume lalu lintas (q_{Tot}) = 3861,7 kend/jam, kapasitas = 3749,748 skr/jam, tundaan = 14,452 detik/skr, dan peluang antrian = 29% - 57%. Hasil nilai D_j pada alternatif 3 belum memenuhi persyaratan, tetapi dipertimbangkan dengan nilai tundaannya yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Sehingga alternatif 3 merupakan kondisi kinerja simpang maksimal dalam penelitian ini.
- Hasil emisi gas buang kendaraan yang dihasilkan dengan pemodelan VISSIM dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi emisi gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan, maka semakin besar pula polusi udara yang terjadi. Kondisi eksisting menghasilkan emisi CO = 752,972 gram, emisi NOx = 146,501 gram, konsumsi bahan bakar = 10,772 gal. Hasil alternatif 3 berupa emisi CO = 858,355 gram, emisi NOx = 167,005 gram, dan konsumsi bahan bakar = 12,28 gal. Emisi gas buang kendaraan yang didapatkan apabila di terapkan alternatif 3 menjadi lebih tinggi, sehingga sangat berdampak buruk pada polusi udara yang terjadi di simpang.

6. Daftar Pustaka

- Ansusanto, J.D., Tangu, S., 2016, Analisis Kinerja dan Manajemen pada Simpang dengan Derajat Kejenuhan Tinggi, *Dinamika Rekayasa*, 12 (2).
- Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Baafi, E.N., Adams, C.A., Osei, K.K., 2018, Volume Waran untuk Jalan Utama dan Kecil Jalur Lalu Lintas Belom Kiri Tidak di Tandai Persimpangan T. Studi Kasus Menggunakan Pemodelan VISSIM.

- BPS, 2018, *Kabupaten Sleman dalam Angka 2018*, Badan Pusat Statistik, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- BPS, 2018, *Kota Yogyakarta dalam Angka 2018*, Badan Pusat Statistik, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Frans, J.H., Bunganaen, W., Banu, M., 2018, Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal pada Kompleks Kampus Universitas Nusa Cendana, *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1).
- Hadijah, I., Bimantara, B.A., 2018, Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal (Studi Kasus : Jalan. AH. Nasution – Jalan Jendral Sudirman - Jalan Ade Irma Suryani - Jalan Imam Bonjol) Kota Metro, *Tapak*, 7(2).
- Iduwin, T., Purnama, D.D., 2018, Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Tiga Jambu Jalan Raya Duri Kosambi), *Jurnal Forum Mekanika*, 7(2).
- Intari, D.E., Kuncoro, H.B.D., Rahmayanti, R., 2019, Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Tiga Jalan Raya Serang Km 24 – Jalan Akses Tol Balaraja Barat Balaraja Kabupaten Tangerang Banten, *Jurnal Fondasi*, 8(1).
- Kabi, M.B.R., Elisabeth, L., James, A.T., 2015, Analisis Kinerja Simpang Tanpa Sinyal (Studi Kasus : Simpang Tiga Ringroad Maumbi), *Jurnal Sipil Statik*, 3(7), 515-530.
- Kementerian PU, 2014, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Morlok, E. K., 1995, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi (terjemahan Ir. Johan K. Naimin)*, Erlangga, Jakarta.
- Morlok, E. K., 1998, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi (terjemahan Ir. Johan K. Naimin)*, Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Meteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan.
- Risdiyanto, 2014, *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas Teori dan Aplikasi*, Leutikaprio Nouvalitera, Yogyakarta.
- Rorong, N., Elisabeth, L., Waani, J., 2015, Analisa Kinerja SimpangTak Bersinyal di Ruas Jalan S.Parman dan Jalan DI.Panjaitan, *Jurnal Sipil Statik*, 3(11).
- Saputro, T.L., Putri, A.P., Suryaningsih, A., Putri Z,S., dan Salahuddin, M., 2018, Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau KM. 5,5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara Menggunakan Permodelan Vissim menjadi Simpang Tak Bersinyal, *Jurnal Teknologi Terpadu* 6(1).
- 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*, 6(2).