



ANALISIS SIMULASI LALU LINTAS BERBASIS BIM PADA DESAIN PERSIMPANGAN JALAN

Dedy Firmansyah, Sapto Nisworo, Robert Johannes K.
Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Corresponding Author: dedy@untidar.ac.id

Abstrak. Simpang Deggung merupakan titik pertemuan antara jalan Nasional, jalan Provinsi dan jalan Kabupaten di Yogyakarta. Hasil perhitungan kondisi eksisting menunjukkan kinerja simpang pendekat utara menunjukkan Derajat Kejenuhan (DJ) sebesar 0,97 dengan panjang antrian 227 meter pada jam sibuk. Untuk itu perlu dilakukan penelitian guna mencari solusi untuk meningkatkan kinerja simpang Deggung dengan menggunakan simpang tidak sebidang tipe intan konvensional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kapasitas dan kinerja simpang Deggung pasca pembangunan underpass tipe Diamond Konvensional. Pengumpulan data lapangan menggunakan metode penghitungan lalu lintas untuk mendapatkan data primer, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Analisis data menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan mikrosimulasi Vissim. Hasil penilaian kinerja simpang tidak sebidang tipe intan konvensional menunjukkan peningkatan kinerja rata-rata menggunakan simpang tidak sebidang menggunakan PKJI 3x lebih baik dan tundaan rata-rata 2x lebih baik dari kondisi sebelumnya, sedangkan peningkatan kinerja simpang menggunakan PTV Simulasi Vissim panjang antrian bertambah 3x lebih baik dan delay rata-rata bertambah 7x lebih baik dari sebelumnya menggunakan simpang tidak sebidang.

Kata Kunci: *Persimpangan, Underpass, Mikrosimulasi, Tindakan, Vissim*

Abstract. *The Deggung Intersection is a meeting point between the National roads, Provincial roads and Regency roads in Yogyakarta. The results of the calculation of the existing conditions indicate that the performance of the north approach intersection shows a Degree of Saturation (DJ) of 0.97 with a queue length of 227 meters during rush hour. For this reason, it is necessary to conduct research to find solutions to improve the performance of the Deggung intersection using conventional diamond type non-level intersections. The purpose of this study was to determine the condition of the capacity and performance of the Deggung intersection after the construction of the Conventional Diamond type underpass. Field data collection uses the traffic counting method to obtain primary data, while secondary data is obtained from related agencies. Data analysis used the 2014 Indonesian Road Capacity Guidelines and Vissim microsimulation. The results of the performance assessment of conventional diamond type non-level intersections show that the average performance improvement using non-level intersections using PKJI is 3x better and the average delay is 2x better than the previous condition, while the increase in intersection performance using PTV Vissim simulations queue length increases 3x more well and the average delay increases 7x better than before using a non-level intersection.*

Keyword: *Intersection, Undepass, Microsimulation, Delay, Vissim*

PENDAHULUAN

Kehadiran BIM (*Building Information Modelling*) memberi angin segar bagi para *Engineer* baik untuk merancang sebuah bangunan gedung maupun Infrastruktur lainnya. BIM memberi berbagai macam kelebihan antara lain menghindarkan ketidaksesuaian atau miss informasi dalam suatu project serta mengintegrasikan antar berbagai platform, mempercepat desain, mengurangi kesalahan perhitungan dan estimasi biaya, komunikasi lebih efektif, mengurangi penggunaan kertas dan lain sebagainya (Castañeda, dkk, 2021).

Di Indonesia penggunaan BIM diatur dalam PP Nomor 16 tahun 2021 serta Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021 tentang Penerapan *Building Information Modelling* Pada

Perencanaan Teknis, Konstruksi Dan Pemeliharaan Jalan Dan Jembatan Di Direktorat Jenderal Bina Marga. Melalui SE ini diharapkan dapat mempercepat penerapan teknologi BIM serta mewujudkan transformasi digital di bidang konstruksi (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2021).

Penerapan BIM dapat mendukung pemodelan digital serta menambahkan faktor pendukung dan fungsional yang disesuaikan dengan kebutuhan termasuk pemodelan di bidang infrastruktur. Pada desain infrastruktur penerapan BIM dapat mengintegrasikan antara prinsip-prinsip konstruksi serta prinsip transportasi (Botte, dkk, 2021).

Peningkatan pertumbuhan kendaraan mempengaruhi kinerja jaringan jalan dan simpang. Semakin besar jumlah kendaraan pada kondisi jalan yang konstan maka kinerja jalan tersebut akan semakin menurun (Permana, dkk., 2018). Data dari Badan Pusat



Statistik (BPS) menunjukkan peningkatan rata-rata pertumbuhan kendaraan di Indonesia 5,9 % (BPS, 2021). Jika tidak dilakukan peningkatan jalan maka kinerja jalan akan semakin menurun seiring dengan peningkatan jumlah volume kendaraan setiap tahunnya.

Pengaturan simpang salah satunya menggunakan alat pengendali insyarat lalu lintas (APILL). Kendaraan yang melewati simpang ini berjalan secara bergilir sesuai dengan waktu siklus yang direncanakan pada setiap lengan simpang. Indikator penilaian kinerja simpang APILL ditentukan berdasarkan hubungan anrata volume lalu lintas dan kapaitas atau biasa disebut derajat kejenuhan. Rasio antara volume dan kapasitas ini tidak lebih dari 0,85 (Direktorat Jenderal Binamarga, 1997)

Beberapa alternatif lainnya dapat digunakan penambahan lajur jalan maupun membuat persimpang menjadi tidak sebidang menjadi hal yang wajib guna memperoleh kinerja jaringan jalan yang lebih maksimal (Saraswati and Gunari, 2021).

Simpang empat Deggung berada di Kabupaten Sleman DI Yogyakarta. Simpang Deggung ini merupakan daerah komersil dan pusat pemerintahan serta titik bertemunya jalan Nasioanal, jalan Provinsi serta Jalan Kabupaten / Kota. Hasil perhitungan indikator penilaian kinerja simpang lalu lintas berdasarkan hasil survei menunjukkan panjang antrian pada lengan simpang utara dan selatan pada jam sibuk masing-masing 227 dan 95 meter.

Di Indonesia perhitungan perencanaan, perancangan serta analisa operasional kapasitas jalan dan simpang di dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997. Seiring perkembangannya MKJI dianggap sudah tidak relevan untuk dapat diterapkan dengan kondisi saat ini. Perbedaan arus lalu lintas dan kondisi jalan pada awal tahun 90an dimana tahun tersebut digunakan untuk survey dan dasar perhitungan MKJI sangat berbeda dengan kondisi saat ini yaitu tahun 2022 (Khayam and Widyastuti, 2021).

Sesuai dengan MKJI nilai EMP untuk kendaraan sepeda motor adalah 0,5 sangat berbeda dengan kondisi saat ini dengan peningkatan sebanyak 90,6% sehingga nilai EMP sepeda motor sebesar 0,1 berdasarkan hasil perhitungan di simpang dengan lalu lintas rendah, sedang dan tinggi (Ramlan, dkk., 2019).

Peninjauan kembali MKJI sesuai dengan hasil penelitian pada jl. Menteri Supeno Kota Yogyakarta juga menunjukkan hasil distribusi headway kedatangan kendaraan dan kecepatan lalu lintas hasil survei dan hasil pemodelan dengan bantuan software Vissim tidak

terdapat perbedaan yang signifikan, perbedaan signifikan terjadi dari perhitungan MKJI dibandingkan kedua model tersebut (Soelistyo Pribadi, Munawar Professor and Malkhamah Professor, 2014).

Selain menggunakan Manual, kinerja simpang dapat menggunakan model simulasi microscopic, salah satunya menggunakan software PTV Vissim. Hasil dari analisis MKJI serta PTV Vissim pada simpang tidak bersinyal tundaan simpang sebesar 84,90 detik/kendaraan, dan derajat kejenuhan sebesar 1,56, sedangkan hasil analisis menggunakan PTV Vissim pada lokasi yang sama memiliki nilai tundaan simpang 56,40 detik/kendaraan dengan derajat kejenuhan 1,29 (Stepanigari *et al.*, 2021).

Berdasarkan hal tersebut diperlukan penelitian untuk menganalisis perbedaan hasil perhitungan kinerja simpang APILL menggunakan MKJI serta microsimulasi PTV Vissim. Selain itu berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini juga ditawarkan pemodelan untuk peningkatan kinerja simpang menggunakan simulasi simpang tak sebidang pada simpang empat Deggung Kabupaten Sleman DI Yogyakarta dimana daerah ini merupakan daerah komersil dan pusat pemerintahan serta titik bertemunya jalan Nasioanal, jalan Provinsi serta Jalan Kabupaten / Kota

KAJIAN PUSTAKA

Perilaku berkendara pengemudi juga mempengaruhi kinerja jaringan jalan maupun simpang. Jarak pandang yang tidak sesuai standar, waktu antrian dan rendahnya kesadaran pengguna kendaraan bermotor untuk memberikan prioritas kepada pengguna jalan lain merupakan suatu penyebab terhambatnya pergerakan lalu lintas dan mengurangi kinerja persimpangan. Mayoritas kendaraan ketika menuju ataupun pada jalan minor menggunakan lajur lawan karena tidak terdapat marka pembagi, hal tersebut menyebabkan terjadinya konflik berupa crossing dan merging (Budiharjo, dkk., 2021).

Berbagai cara dilakukan untuk memperbaiki kinerja simpang, salah satunya menggunakan simpang tak sebidang. Islah, (2017) melakukan studi terhadap simpang tak sebidang jalan sukarno hatta – jalan riau, hasilnya menunjukkan bahwa kinerja simpang tak sebidang lebih baik dari pada penggunaan simpang sebidang. Yani dkk., (1997), juga melakukan evaluasi dan penataan persimpangan POLDA di Pontianak, menyebutkan bahwa simpang POLDA akan mengalami



kemacetan / kinerja yang sangat buruk pada tahun 2030 jika tidak dilakukan perbaikan pada simpang tersebut, untuk melayani kinerja ditahun tersebut direncanakan dengan menggunakan simpang tak sebidang dengan alternatif simpang 3 fase pada konflik yang ada dibawahnya menunjukkan simpang POLDA memiliki kinerja yang baik.

Perubahan pola pergerakan pada simpang akibat penerapan manajemen dua arah pada Flyover juga mempengaruhi kinerja yang lebih baik dari pada hanya satu arah pada simpang Kalibanteng Kota Semarang (Wicaksono, dkk., 2017). Selain itu (Nonreguler *et al.*, 2004) penilaian kinerja simpang tak sebidang pada simpang Urip Simoharjo Kota Makasar memiliki kinerja yang kurang baik pada konflik yang ada dibawah flyover. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan kinerja simpang dengan menggunakan simpang tak sebidang tidak serta merta menyelesaikan permasalahan / memperbaiki kinerja simpang, melainkan harus seluruhnya diperbaiki dengan alternatif penggunaan APILL pada lengan simpang yang masih memiliki titik konflik.

KINERJA SIMPANG BERSINYAL

Analisis kinerja eksisting simpang Deggung sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) untuk simpang bersinyal (Kurniati, 2019) meliputi:

1. Arus Jenuh nyata adalah banyaknya keberangkatan antrian didalam pendekatan kondisi yang di tentukan (smp/jam);

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_{P \times FRT} \times F_{LT}$$

2. Faktor Belok Kanan (FRT) merupakan faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekatan yang ditinjau;

$$FR = 1 + PRT.0,26$$

3. Faktor Belok Kiri (FLT), pengaruh arus belok kiri:

$$FLT = 1 - PLT.0,16$$

4. Rasio Arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekatan.

$$FR = Q / S$$

5. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan persimpangan, kapasitas simpang merupakan kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum persatuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau

$$C = \frac{c}{g}$$

Sedangkan derajat kejenuhan merupakan arus lalu lintas per kapasitas

$$DS = \frac{Q}{c}$$

6. Tundaan, merupakan waktu tambahan yang diperlukan untuk melalui persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui persimpangan. Tundaan pada persimpangan terdiri atas dua komponen yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometric (DG)

$$DJ = DTj + DGj$$

7. Kendaraan Terhenti (NS), Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti

$$DS = 0,9 \frac{NQ}{NC} 3600$$

Jumlah kendaraan terhenti (Nsv):

$$Nsv = Q.NS \text{ (smp/jam)}$$

Laju henti untuk seluruh simpang:

$$NS_{Total} = \frac{\sum Nsv}{Q_{Total}}$$

Simpang tak Sebidang

Simpang tak⁽¹⁾ sebidang dengan atau tanpa fasilitas persilangan jalan tak sebidang (interchange), yaitu jalan berpotongan melalui atas atau bawah. Pertemuan jalan pada jalan-jalan yang lebih penting biasanya berupa pertemuan jalan tak sebidang, karena kebutuhan untuk menyediakan⁽²⁾ gerakan membelok tanpa perpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biasanya mahal. Simpang tak sebidang juga membutuhkan⁽³⁾ daerah yang luas. Selain itu, penempatan dan tata letaknya juga sangat dipengaruhi oleh topografi medan di sekitarnya (Ramlan, dkk., 2019)

$$(4)$$

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu di Simpang Deggung yang merupakan pertemuan empat arah lengan. Lengan sebelah utara adalah Jalan Magelang-Yogyakarta, lengan sebelah Selatan adalah Jalan Yogyakarta-Magelang, lengan sebelah barat adalah Jalan KRT Pringgodingrat, dan lengan sebelah Timur adalah Jalan Gito-Gati, Lokasi Penelitian ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 1. Lokasi Simpang Deggung

Sumber : <https://goo.gl/maps/r4LhkAgT7uUpNJHB9>

Pengumpulan Data

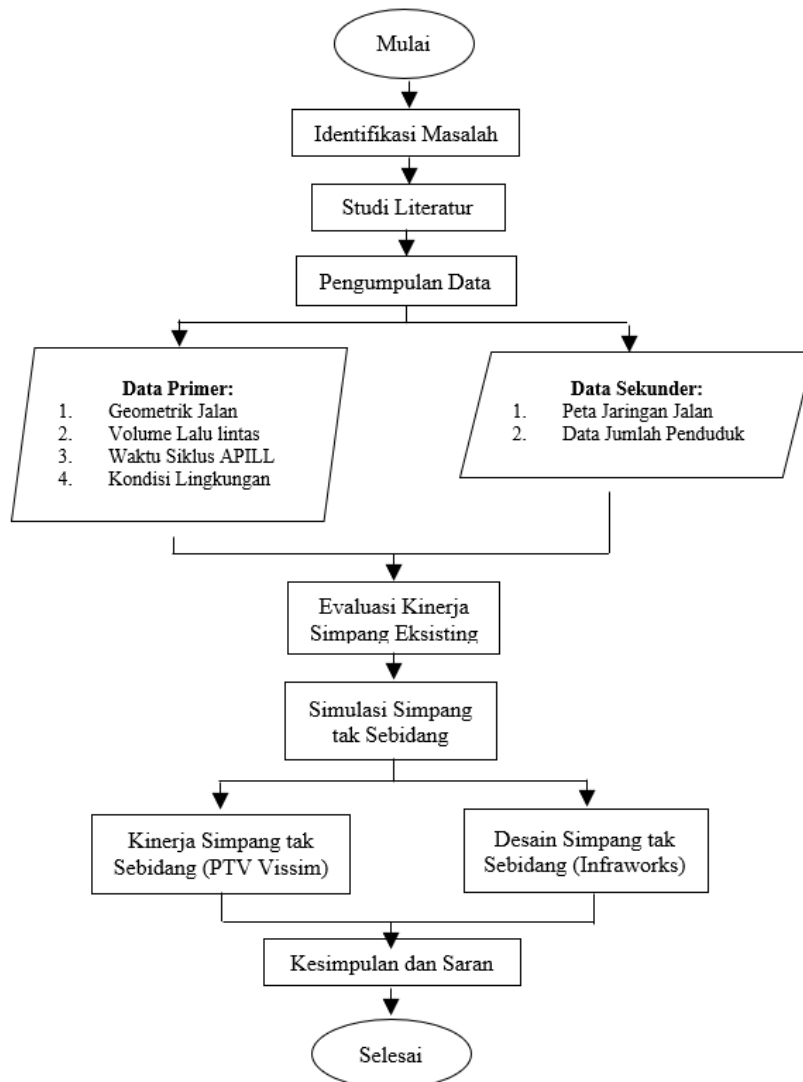
Pengumpulan data diperoleh dari hasil survey lapangan serta menggunakan rekaman CCTV dari Pemda Sleman untuk membantu menghitung pencacahan lalu lintas. Pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder antara lain

1. Data primer
 - a. Data geometrik lalu lintas
 - b. Kondisi lingkungan
 - c. Data Arus lalu lintas
2. Data sekunder
 - a. Data CCTV
 - b. Data jumlah penduduk
 - c. Citra Satelit Lokasi

Metode yang digunakan pada Penelitian ini berdasarkan permasalahan di atas serta dari studi literatur selanjutnya pengumpulan data yang dibutuhkan kemudian dihitung penilaian kinerja simpang menggunakan MKJI dan PTV Vissim. Data arus lalu lintas didapatkan dari hasil analisis

CCTV Pemkab Sleman pada jam puncak yaitu pukul 07.10 – 08.10 WIB. Dari data tersebut dilakukan pengamatan dan pencacahan disetiap kaki simpang. Survei geometri simpang dilakukan dengan mengukur lebar pendekatan tiap lengan simpang masing-masing lajur, lebar median, lebar masuk keluar serta jarak antar simpang. Survei lalu lintas dilakukan untuk mengetahui waktu hijau tiap fase serta data fase eksisting.

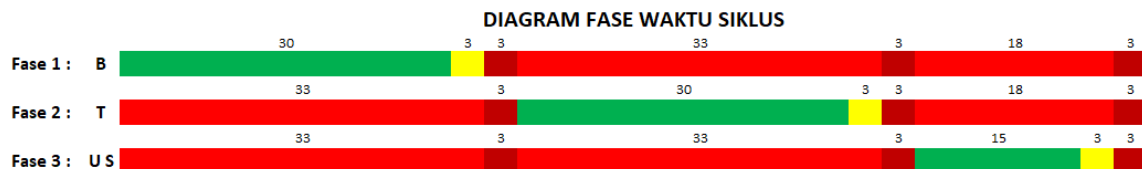
Setelah mendapatkan data dihitung kinerja simpang eksisting sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), selanjutnya dilakukan simulasi untuk simpang tersebut dengan merancang menjadi simpang tak sebidang serta dilakuakn hasil analisis kinerja simpang tak sebidang tersebut menggunakan PTV Vissim serta desain menggunakan Autodesk Infracore. Diagram alir Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei waktu siklus simpang Deggung 93 detik Untuk diagram Fase Siklus dapat dilihat pada terdapat 3 fase pada simpang empat dengan total *circle time* Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Fase Waktu Siklus



Kode Pendekat	Kinerja sebelum perencanaan underpass					Kinerja setelah perencanaan underpass				
	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan Rata-Rata	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan Rata-Rata
	(Q)	(C)	(DJ)	(P)	(T)	(Q)	(C)	(DJ)	(P)	(T)
U	1821.5	1874	0.97	227.20	58.72	308.6	1287.10	0.24	33.22	35.18
S	1070.9	2248	0.48	95.60	47.44	513.4	1287.10	0.40	57.26	36.23
T	538.1	1304	0.41	78.51	57.60	513.3	2002.35	0.26	29.04	15.41
B	495	1017	0.49	77.99	58.47	496.6	1985.81	0.25	27.99	15.00

Penilaian kinerja di suatu simpang dapat dilihat dari hasil perhitungan panjang antrian dan tundaan lalu lintas (Maulana and Nugraha, 2019). Perhitungan tundaan (T) didapat dari penjumlahan tundaan lalu lintas (T_L) dan tundaan geometrik (T_K). Tundaan lalu lintas rata rata dihitung dari akibat pengaruh timbal balik antara

gerakan lainnya. Tundaan geometrik dihitung dari akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran fase simpang dan atau ketika dihentikan oleh lampu merah. Berikut hasil perhitungan kinerja simpang danggung dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kinerja Simpang Danggung

Dari hasil perhitungan kinerja simpang danggung menggunakan MKJI didapatkan *Level of Service* (LOS) menunjukkan nilai E disemua lengan simpang. Hal ini menunjukkan kinerja simpang yang buruk terjadi antrian 227 meter dilengan utara dengan tundaan 58 detik. Setelah

dilakukan perbaikan menggunakan simpang tak sebidang dengan model *conventional diamond* panjang antrian menjadi 33 meter pada pendekat utara.

Hasil perhitungan menggunakan pemodelan PTV Vissim dapat di lihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Perbandingan Analisa dengan PTV Vissim

Kode Pendekat	Hasil sebelum perencanaan underpass		Hasil setelah perencanaan underpass	
	Qstops	Qlenght	Qstops	Qlenght
	U	270	206.69	5
S	115	154.11	8	38.78
T	126	167.01	36	113.09
B	200	169.28	49	58.21

Untuk permodelan 3D Simpang Empat Danggung memakai *software PTV Vissim* dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil perbandingan penilaian kinerja simpang sebidang dan simpang tak sebidang tersebut menunjukkan bahwa penggunaan simpang tak sebidang / underpass memiliki nilai derajat kejenuhan pada pendekat utara sebelumnya 0,97 menjadi 0,24 pada simpang tak sebidang. Selain itu penilaian kinerja pada panjang antrian meningkat 75% dari 227 meter menjadi

33 meter pada pendekat utara.

Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan menggunakan MKJI dan pemodelan *PTV Vissim*, pada perhitungan MKJI nilai panjang antrian pada simpang APILL Danggung pendekat utara memiliki panjang antrian yang lebih besar, hal ini dikarenakan pada MKJI digunakan untuk kinerja ruas dan perencanaan jalan (Winnetou and Munawar, 2015). Untuk pemodelan menggunakan *software PTV Vissim* dilakukan dengan

behavior / perilaku pengemudi yang sudah dikalibrasi sesuai dengan keadaan di Indonesia sesuai dengan penelitian (Irawan, dkk.2015) dilakukan dengan penyesuaian pada:

1. parameter perilaku pengemudi pada arus bebas (*desired position at free flow = any*);
2. parameter perilaku pengemudi pada saat menyiap (*overtake on same lane on left and on right = on*);
3. parameter jarak antar kendaraan pada saat berhenti di lengan simpang *bersinyal (distance standing = 0,2 meter)*;

4. parameter jarak antar kendaraan saat memasuki mulut simpang (*distance driving = 0,4 meter*);
5. rerata jarak antar kendaraan pada saat berhenti (*average standstill distance = 0,6 meter*);
6. faktor penambah jarak aman (*additive part of safety distance = 0,6 meter*);
7. faktor pengali jarak aman (*multiplicative part of safety distance = 1,00*).

Hasil pemodelan desain simpang menggunakan *Software Autodesk Infracore* dapat dilihat pada Gambar 5 Dibawah ini.



Gambar 5. Desain Simpang Tak Sebidang *Conventional Diamond* pada Simpang Deggung

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada simpang Deggung diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. hasil penilaian kinerja simpang Deggung pada kondisi eksisting adalah nilai derajat kejenuhan (v/c ratio) tertinggi ada dipendekat utara dengan nilai 0,97 dengan panjang antrian 227 meter dengan tundaan 58 kendaraan, setelah dilakukan simulasi menggunakan simpang tak sebidang nilai derajat kejenuhan menjadi 0,24 panjang antrian 33,2 meter dengan tundaan 35 kendaraan;
2. rata-rata peningkatan kinerja menggunakan simpang tak sebidang menggunakan PKJI meningkat 3x lipat lebih baik dan tundaan rata-rata meningkat 2x lebih baik dari kondisi sebelumnya sedangkan peningkatan kinerja simpang menggunakan simulasi PTV Vissim panjang antrian meningkat 3x lebih baik dan tundaan rata-rata meningkat 7x lebih baik dari pada sebelum menggunakan simpang tak sebidang.

Berdasarkan kesimpulan terhadap analisis dan pembahasan data pada penelitian ini, maka dapat disampaikan beberapa saran dan rekomendasi sebagai upaya memperbaiki kinerja simpang Deggung,

Kabupaten Sleman dengan menerapkan simpang tak sebidang sebagai berikut:

1. perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kelayakan apakah penggunaan simpang sebidang memiliki manfaat secara ekonomi maupun sosial;
2. perlu dirancang Detail Engineering Design (DED) guna mengetahui besaran RAB jika simpang Deggung dirancang simpang tak sebidang.

DAFTAR PUSTAKA

- Botte, M. *et al.* (2021) 'The Use of Road Microsimulation Software within BIM Environments: A Preliminary Assessment', *Journal of Advanced Transportation*, 2021. doi:10.1155/2021/8871288.
- Budiharjo, A. *et al.* (2021) *Dampak Junction Metering dalam Meningkatkan Kinerja Simpang Menggunakan Piranti Lunak Vissim*, *Media Komunikasi Teknik Sipil*.
- Castañeda, K. *et al.* (2021) 'BIM-based traffic analysis and simulation at road intersection design', *Automation in Construction*, 131(October 2020). doi:10.1016/j.autcon.2021.103911.
- Data *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor* (2021) *Badan Pusat Statistik*. Available at:



- <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis.html>.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2021) 'Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021', (20).
- Direktorat Jenderal Binamarga (1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Irawan, M.Z., Nurjannah, D. and Putri, H. (2015) *KALIBRASI VISSIM UNTUK MIKROSIMULASI ARUS LALU LINTAS TERCAampur PADA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS: SIMPANG TUGU, YOGYAKARTA)* CALIBRATION OF VISSIM FOR MIXED TRAFFIC MICROSIMULATION AT SIGNALIZED INTERSECTION (A CASE OF TUGU INTERSECTION, YOGYAKARTA).
- Islah, M. (2017) 'STUDI KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMI SIMPANG TAK SEBIDANG KOTA PEKANBARU (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Soekarno Hatta – Jl. Riau)', *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), pp. 27–38. doi:10.31849/siklus.v3i1.368.
- Khayam, S. and Widyastuti, H. (2021) 'Studi Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Pada Sepeda Motor Untuk Ruas Jalan 4/2D di Sidoarjo', *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3), p. 239. doi:10.12962/j2579-891x.v19i3.9241.
- Kurniati, N.L.W.R. (2019) 'Optimisasi Kinerja Area Traffic Control System (ATCS) di Kota Balikpapan', *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(2), pp. 155–164. doi:10.25104/jptd.v21i2.1258.
- Maulana, A. and Nugraha, F.A. (2019) 'Studi Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal Jalan Ir. H Juanda-Cikapayang', *Jurnal Teknik Sipil*, 26(2), p. 183. doi:10.5614/jts.2019.26.2.10.
- Nonreguler, P. *et al.* (2004) 'Studi Kinerja Simping Tak Bersinyal Yang Tidak Sebidang Di Kota Makassar: Studi Kasus Simping Jalan Urip Sumoharjo-Jalan Leimena', 4(1), pp. 79–84.
- Permana, S., Wicaksono, A. and Djakfar, L. (2018) 'Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan, Biaya Operasional Kendaraan Dan Biaya Kemacetan Jalan Gatot Subroto Kota Malang', *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 8, pp. 13–24. Available at: <https://www.tatakota.ub.ac.id/index.php/tatakota/article/view/240>.
- Ramlan, R., Irawan, M.Z. and Munawar, A. (2019) 'Revisi Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Untuk', *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-22*, (November), pp. 422–429.
- Saraswati, Z.F. and Gunari, B.F. (2021) 'Analisis Daya Tampung Jaringan Jalan Tidak Sebidang (Studi Kasus: Flyover Teuku Umar, Kota Bandar Lampung)', *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), p. 137. doi:10.33087/jiubj.v21i1.1043.
- Soelistyo Pribadi, O., Munawar Professor, A. and Malkhamah Professor, S. (2014) *ANALISIS KAPASITAS JALAN DENGAN METODE TRAFFIC MICROSIMULATION*.
- Stepanigari, E. *et al.* (2021) 'ANALISIS REDESAIN PENGENDALIAN SIMPANG DENGAN MENGGUNAKAN MKJI 1997 DAN PROGRAM PTV VISSIM (Studi Kasus : Jalan P . M . Noor - Jalan D . I . Panjaitan 1 - Jalan D . I . Panjaitan 2)', 5(November), pp. 6–16.
- Wicaksono, Y.I. *et al.* (2017) 'Perubahan Pola Pergerakan pada Simping Kalibanteng akibat Penerapan Manajemen Dua Arah pada Flyover', 23(1), pp. 48–58.
- Winnetou, I.A. and Munawar, A. (2015) 'Penggunaan Software Vissim Untuk Evaluasi Hitungan MKJI 1997 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan (Studi Kasus: Jalan Affandi, Yogyakarta)', *FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung*, pp. 1–10.
- Yani, A., Sungai, J. and Dalam, R. (1997) 'Evaluasi dan penataan persimpangan polda (jalan ahmad yani – jalan sungai raya dalam) dengan menggunakan simping tak sebidang 1)', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 10, pp. 1–7.