

PEMODELAN LALU LINTAS PADA SIMPANG APILL GIWANGAN RINGROAD SELATAN, BANTUL, YOGYAKARTA

M HARITS ARRABBY

mharitsarr@gmail.com

INTISARI

Perkembangan populasi penduduk di wilayah Yogyakarta pada setiap tahunnya mengalami peningkatan Badan Pusat Statistik (BPS, 2015) mencatat pertambahan jumlah penduduk Yogyakarta pada tahun 2010 sampai 2015 mengalami peningkatan sebesar 1.19 % di kota Yogyakarta ini mengakibatkan timbulnya masalah baik bagi infrastruktur jalan maupun tingkat kemacetan yang terjadi. Salah satunya adalah masalah di simpang APILL Giwangan, sehingga pada jam-jam tertentu besarnya volume kendaraan tidak dapat dilayani oleh jalan raya dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang APILL Giwangan, untuk mengevaluasi kinerja eksisting simpang, dan memberikan alternatif dan solusi guna meningkatkan kinerja simpang APILL Giwangan. Program yang digunakan dalam pemodelan ini adalah VISSIM 9.0 (Student Version).

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh faktor yang mempengaruhi kinerja simpang APILL adalah kondisi geometrik, kondisi lingkungan, volume lalu lintas, arus lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Pada kondisi eksisting diperoleh nilai tundaan rata-rata 499.42 dtk/skr, dengan tingkat pelayanan F. Alternatif solusi yang dapat diberikan adalah : perencanaan siklus baru dengan hasil 142.16 dtk/skr, perencanaan ulang pelebaran jalan dengan hasil 92.42 dtk/skr, dan gabungan adalah 58.56 dtk/skr. Alternatif terbaik yang dapat digunakan adalah gabungan dengan tundaan kurang dari 60 dtk/skr dan tingkat pelayanan E.

Kata Kunci : Pemodelan, Simpang APILL, Tingkat Pelayanan, Tundaan, VISSIM 9.0.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan populasi penduduk di wilayah Yogyakarta pada setiap tahunnya mengalami peningkatan, baik dari penambahan penduduk secara murni ataupun dari adanya masyarakat luar daerah yang pindah ke Yogyakarta untuk tujuan pendidikan maupun bekerja, dari hasil Badan Pusat Statistik (BPS, 2015) menyebutkan penambahan jumlah penduduk pada tahun 2010 sampai 2015 mengalami peningkatan sebesar 1,19 %. Persimpangan APILL Giwangan merupakan salah satu persimpangan yang berada di kota Yogyakarta yang perlu mendapat perhatian mengingat titik permasalahan kemacetan lalu lintas, kemacetan yang cukup parah terjadi di persimpangan ini biasanya terjadi pada ruas jalan bagian utara yaitu pada jalan Imogiri Timur dari arah kota Yogyakarta yang sering terjadi peningkatan volume kendaraan pada sore hari, ruas jalan bagian selatan yaitu pada jalan Imogiri Timur dari arah Imogiri maupun Pleret yang biasanya mengalami peningkatan volume kendaraan pada pagi dan sore hari, dan kemacetan pada Jalan Ringroad Selatan yang berada di persimpangan Giwangan pada pagi dan sore hari, dan mengalami peningkatan volume kendaraan yang cukup tinggi pada libur akhir pekan dan hari-hari libur nasional.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan di atas, maka dapat dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik lalu lintas simpang APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta?
2. Bagaimana kondisi eksisting simpang APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta ?
3. Bagaimana alternatif rekomendasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta.
2. Mengevaluasi kinerja simpang apil Giwangan, Bantul, Yogyakarta.
3. Memberikan model alternatif dan solusi untuk meningkatkan kinerja pada APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa pemecahan masalah lalu lintas di Yogyakarta pada umumnya dan pada ruas persimpangan APILL Giwangan. Manfaat yang dapat di peroleh antara lain :

1. Meningkatkan kinerja simpang APILL, dengan melakukan perbaikan untuk memperlancar arus lalu lintas dan mengurangi kemacetan.
2. Memberikan masukan kepada instansi terkait dalam upaya menyusun strategi manajemen lalu lintas untuk memberikan tingkat pelayanan yang terbaik pada persimpangan tersebut.

E. Batasan Masalah

Batasan-batasan permasalahan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dalam penelitian ini dilakukan pada simpang APILL Giwangan, Bantul, Yogyakarta.
2. Sistem dilakukan dengan metode *traffic counting*.
3. Kendaraan yang ditinjau adalah kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tak bermotor.
4. Lalu lintas yang diperhitungkan dalam penelitian ini pada pukul 06.00- pukul 18.00 WIB.
5. Kinerja simpang dalam penelitian ini meliputi kapasitas jalan, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti, serta tundaan yang terjadi.
6. Analisis kinerja simpang dan pemodelan VISSIM menggunakan

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014).

7. Pemodelan dari hasil akhir analisis menggunakan *software* VISSIM 9.00 Student Version (Kondisi eksisting dan alternatif terbaik).

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pemodelan Transportasi

Model dapat diartikan sebagai suatu realita lingkungan atau dunia yang sebenarnya, termasuk diantaranya:

1. Model fisik (model arsitek, model teknik, wayang golek).
2. Peta dan diagram (graik).
3. Model statistika dan matematika (persamaan) yang menyampaikan data seperti aspek fisik, sosial ekonomi, dan model transportasi.

B. Software VISSIM 9.00

Aplikasi yang digunakan dalam mengolah pemodelan yaitu Program software VISSIM 9.00 :

1. Definisi VISIMM 9.00

Menurut PTV-AG (2016), "*Verkehr Stadten – SIMulationsmodell*" atau yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah perangkat lunak simulasi aliran Mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. Pemodelan ini pertama kali dikembangkan oleh *Planung Transportasi Verkehr AG* (PTV) di Karlsruhe, Jerman. VISSIM dimulai pada tahun 1992 dan saat ini pemimpin pasar global. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi jalan.

C. Transportasi

Menurut Morlok (1981), transportasi berarti kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari satu tempat ke tempat lainnya. Komponen utama dalam transportasi adalah manusia dan barang (yang diangkut), kendaraan (alat angkut), jalan (tempat pergerakan), terminal (simpul sistem transportasi) dan sistem pengoperasian (mengatur 4 komponen lainnya).

D. Simpang (*Intersection*)

Simpang merupakan titik simpul dari jaringan jalan yang mempunyai peranan penting dalam memperlancar transportasi. Selain itu simpang juga merupakan titik temu antar lintasan-lintasan pergerakan dari kendaraan yang berlawanan arah, dimana ruang dan waktu digunakan secara bersamaan yang juga dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

PKJI (2014) mendefinisikan simpang sebagai pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

LANDASAN TEORI

A. Proses Analisis Data

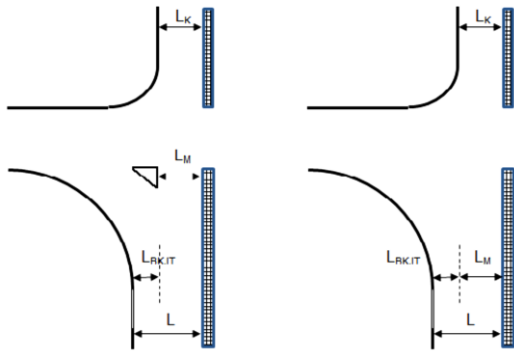
Pada proses analisis data, dari hasil penelitian pada saat pengamatan dilapangan dikumpulkan, selanjutnya akan dilakukan proses analisa perhitungan dengan menggunakan analisa hitungan menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan dibantu dengan aplikasi lain yang mendukung. Adapun data-data yang masuk dan akan dijadikan proses analisa perhitungan, antara lain:

1. Perhitungan lebar efektif

Lebar approach untuk setiap lengan diukur kurang lebih sepuluh meter dari garis henti. Kondisi lingkungan jalan atara lain menggambarkan tipe lingkungan jalan yang dibagi dalam tiga tipe, yaitu: tipe komersial, pemukiman dan akses terbatas.

- a. Lebar efektif *approach*

Perhitungan lebar efektif (L_e) pada tiap *approach* berdasarkan ruas tentang lebar *approach* (L), lebar masuk (L_{MASUK}) dan lebar keluar (L_{KELUAR}).



Gambar 3.1 Penentuan Lebar Approach dan Tanpa Pulau Lalu Lintas

2. Kondisi Arus Lalu Lintas

Data lalu lintas dibagi dalam beberapa tipe kendaraan yaitu kendaraan tidak bermotor (UM), sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Menurut PKJI (2014), kendaraan tidak bermotor dikategorikan sebagai hambatan samping.

Tabel 3.2 Tabel Nilai Kendaraan ringan untuk KS dan SM

Jenis Kendaraan	skr untuk tiap-tiap tipe kendaraan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan ringan (KR)	1,0	1,0
Kendaraan Sedang (KS)	1,8	1,3
Sepeda Motor (SM)	0,2	0,4

3. Kapasitas

Kapasitas simpang bersinyal untuk tiap lengan simpang dihitung dengan menggunakan formula, sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

Keterangan :

C = Kapasitas simpang bersinyal, skr/jam

S = Arus jenuh, skr/jam

H = Total waktu hijau dalam satu siklus, detik

c = waktu siklus, detik

4. Perhitungan Penilaian Arus Jenuh

Arus jenuh (S , skr/jam) yaitu hasil kali antara arus jenuh dasar (S_0) dengan

beberapa faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. Dimana S_0 adalah S pada kondisi lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk S_0 adalah satu. Maka S diformulasikan sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BK\alpha} F_{HS}$$

5. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan (D_j) dapat dihitung dengan persamaan (3.8)

$$D_j = Q/C$$

Keterangan :

Q = Arus lalu lintas (skr/jam)

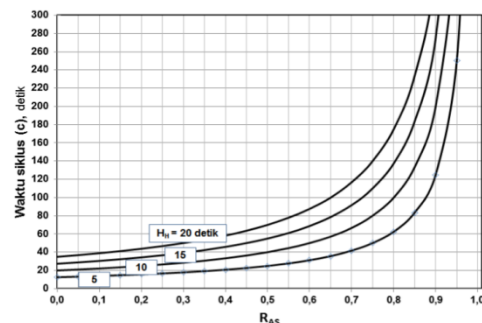
C = Kapasitas simpang APILL, (skr/jam)

6. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

a. Penentuan waktu siklus sebelum penyesuaian, (c_{bp})

Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus (c) untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dibawah ini, rumus ini bertujuan untuk meminimumkan tundaan total. Selain dengan rumus (3.9), nilai (c) juga dapat ditentukan dengan menggunakan gambar (3.8).

$$C = \frac{(1,5x H_H + 5)}{\left(1 - \sum R_{\frac{Q}{S}Kritis}\right)}$$



Gambar 3.8 Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian, (c_{bp})

Tabel 3.4 Waktu siklus yang layak

Tipe Pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan 2 fase	40 – 80
Pengaturan 3 fase	50 – 100
Pengaturan 4 fase	80 – 130

b. Waktu Hijau (H)

Perhitungan waktu hijau (H) untuk tiap fase dijelaskan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{RQ/S_{Kritis}}{\sum i \left(\frac{RQ}{S} \right)_{Kritis} i}$$

7. Arus dengan Arus Jenuh ($R_{Q/S}$)

Perhitungan arus (Q) dengan arus jenuh (S) untuk tiap *approach* dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S}$$

Perbandingan arus kritis ($R_{Q/S}$) yaitu nilai perbandingan tertinggi dalam tiap fase. Jika nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase dijumlahkan, maka akan didapat perbandingan arus simpang.

8. Tingkat Kinerja Simpang APILL

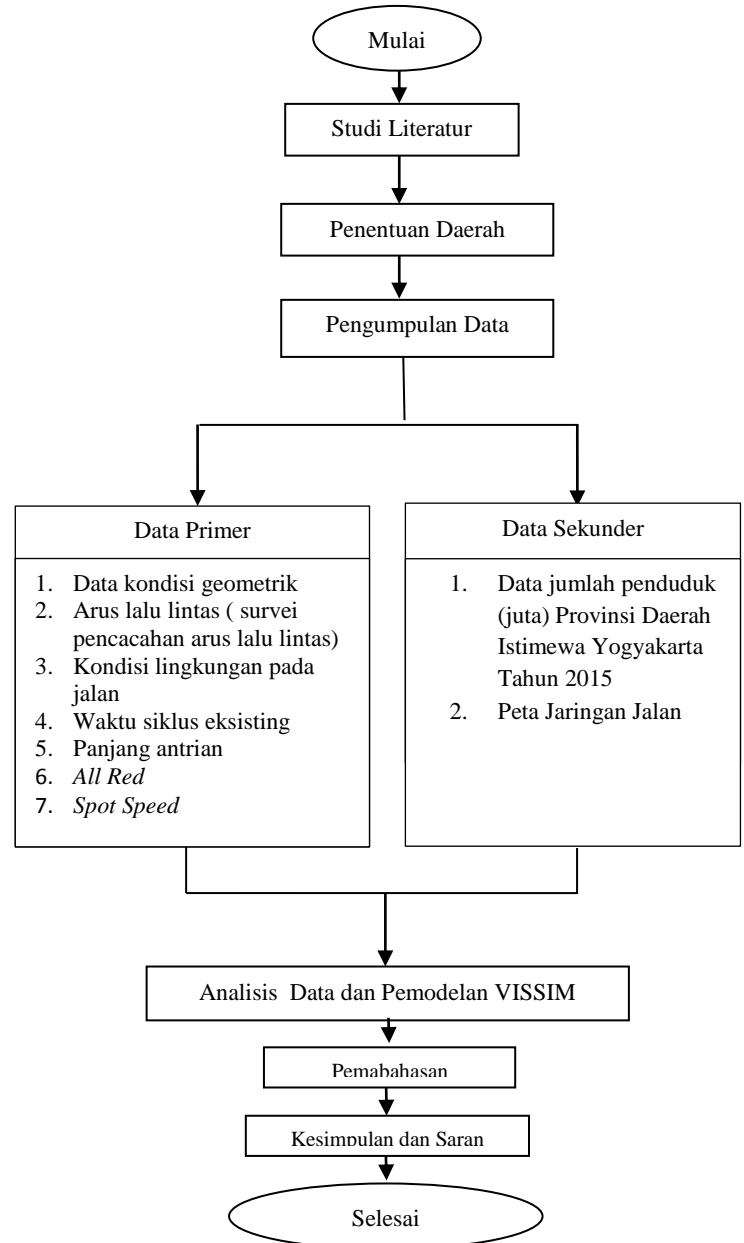
Dari data hasil hitungan sebelumnya maka diketahui tingkat perfomansi suatu simpang, antara lain : panjang antrian kendaraan terhenti dan tundaan. Dalam perhitungan ini beberapa persiapan antara lain persiapan waktu yang semula jam diganti detik dan dihitung nilai perbandingan hijau yang didapat dari perhitungan sebelumnya.

METODOLOGI

A. Kerangka Umum Pendekat

1. Diagram alir proses penelitian.

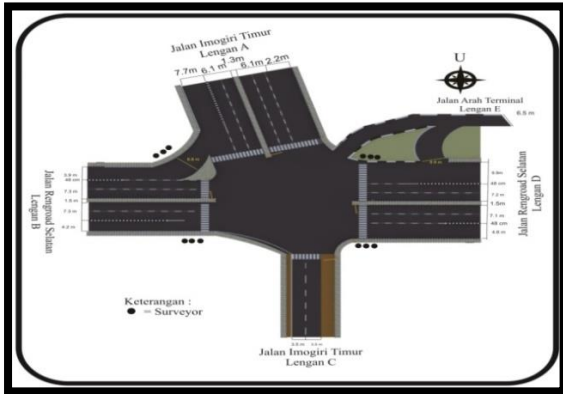
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan dilakukan pemodelan lalulintas dengan sistem komputer. Bagan alir yang menerangkan metodologi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Alir Proses Penelitian

2. Daerah Studi

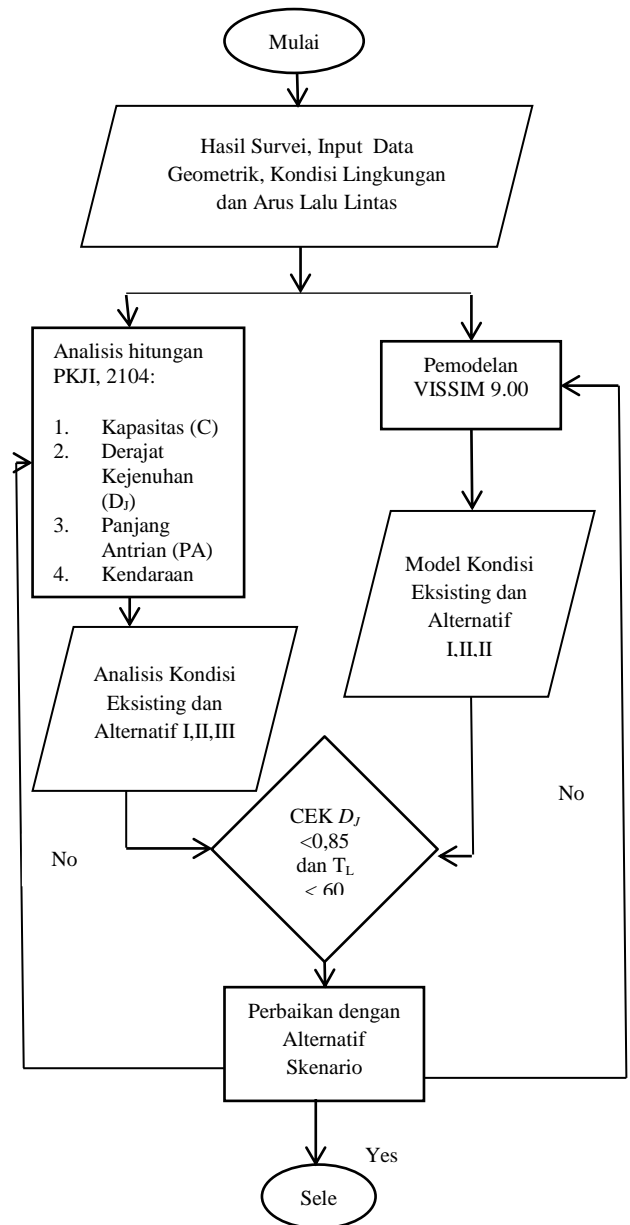
Penelitian pada kasus ini berlokasi di persimpangan APILL Giwangan Yogyakarta, lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Lokasi Penelitian

B. Proses Analisa Data

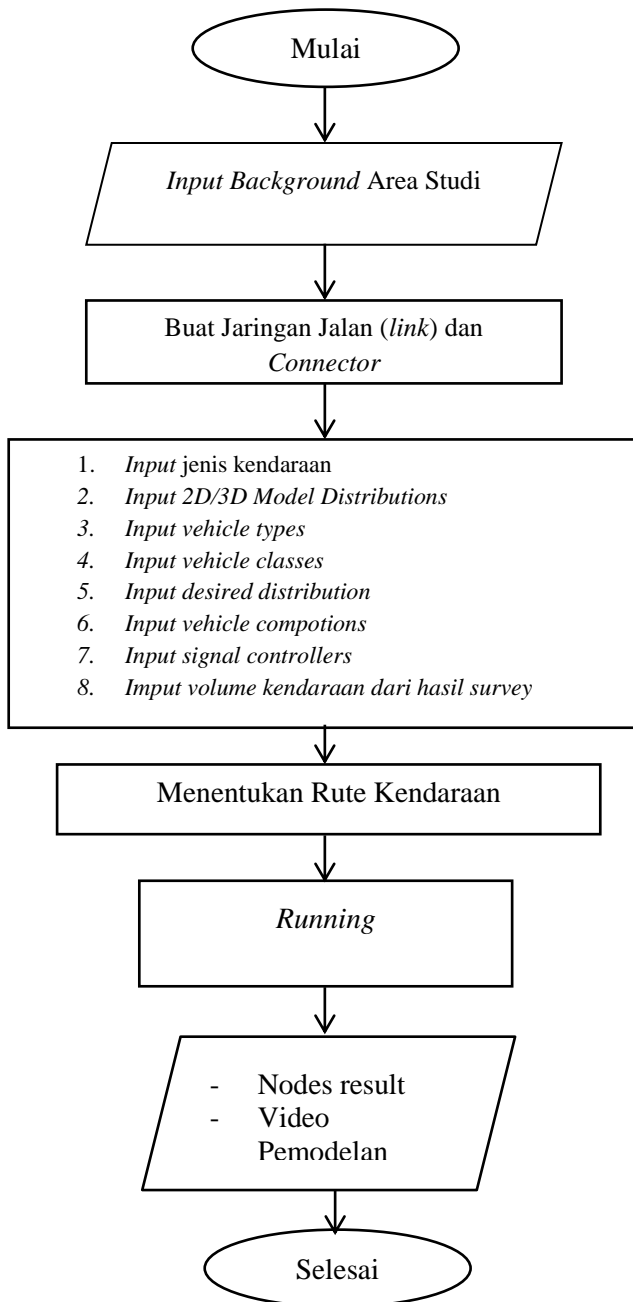
bisa dilihat pada bagan alir di bawah.



Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Analisa Data

C. Proses Pemoelan Menggunakan Software VISSIM

Dalam penelitian ini hasil dari analisa hitungan dimodelkan pada software VISSIM 9.0 (*student version*) proses pemodelan dirangkum pada gambar di bawah.



Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Analisis Data dengan VISSIM 9.00

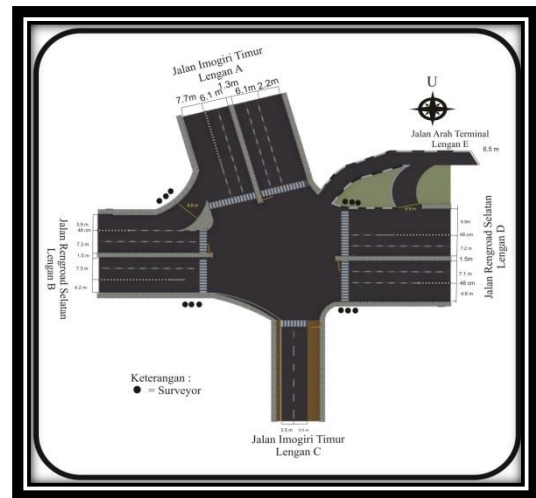
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Masukan

1. Kondisi geometrik dan lingkungan simpang APILL

Hasil survei lapangan pada kondisi penelitain dan geometrik persimpangan Giwangan Ring Road Sealatan dilakukan dengan pengamatan visual dan dilakukan

secara langsung pengukuran geometrik simpang pada lokasi penelitian. Kondisi geometrik simpang didaerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.1.



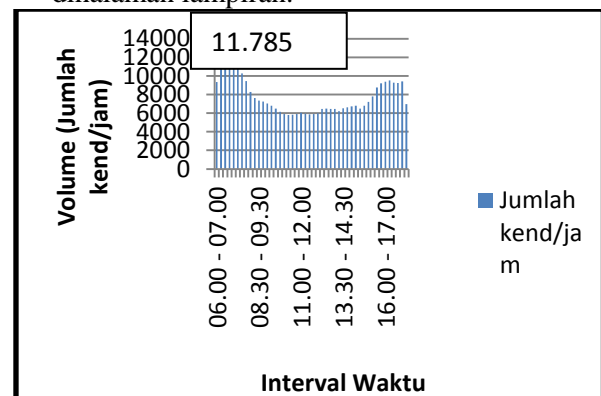
Gambar 5.1 Kondisi geometrik simpang

- a. Lebar lengan A bagian Utara : 8.3 m
- b. Lebar lengan B bagian Barat : 11.2 m
- c. Lebar lengan C bagian Selatan : 4 m
- d. Lebar lengan D bagian Timur : 11.70 m
- e. Lebar lengan E bagian Timur Laut : 6.5 m

B. Data Lalu Lintas

1. Volume jam puncak (VJP)

Volume jam puncak pada jam 06:45-07:45 dengan volume 11.785 kendaraan/jam. Arus lalulintas di wilayah penelitian dirangkum pada gambar 5.4. dan dihalaman lampiran.



Gambar 5.4 Grafik lalu lintas pada penelitian

C. Analisis Data

1. Kondisi Eksisting arus lalu lintas simpang bersinyal
 - a. Arus Jenuh (S)

Nilai Arus Jenih (S) dapat ditentukan dengan mengalikan Arud Jenuh Dasar dengan faktor koreksi/penyesuaian. Faktor penyesuai tersebut yaitu, faktor penyesuaian untuk ukuran kota (F_{UK}), faktor penyesuaian akibat hambatan samping (F_{HS}), faktor penyesuaian akibat kelandaian jalur pendekat (F_G), faktor penyesuaian akibat gangguan kendaraan parkir pada jalur pendekat, faktor penyesuaian akibat lalu lintas belok kanan (R_{BKa}) khusus untuk pendekat tipe (P) dan faktor penyesuaian akibat arus lalu lintas belok kiri (R_{BKl}), dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{Bka} \text{ (skr/jam)}$$

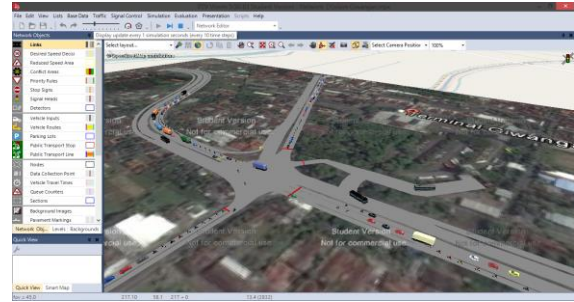
D. Pembahasan

Hasil analisa perhitungan menggunakan rumus Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 bahwa pada kondisi eksisting simpang Giwangan Ringroad Selatan, Bantul, Yogyakarta menunjukkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan pada rumus peraturan PKJI. Kapasitas jalan yang terlalu sedikit dan tidak sebanding dengan volume kendaraan yang menyebabkan meningkatnya derajat kejenuhan, menambah panjang antrian dan tundaan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhan tinggi ($D_j \leq 0.85$), untuk mengurangi atau meminimalisir nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan meningkatkan tingkat pelayanan maka dibutuhkan beberapa alternatif. Antara lain :

E. Pemodelan dengan Menggunakan Software VISSIM 9.00

Pada pembahasan ini ingin mencoba membahas mengenai hasil dari keluaran (*out put*) pemodelan pada program VISSIM 9.00 untuk mengetahui kondisi simpang APILL Giwangan Ring Road Selatan, Bantul, Yogyakarta. Pemodelan VISSIM 9.00 dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Pemodelan VISSIM 9.00

Pada program VISSIM 9.00 terdapat pilihan dalam menjalankan simulasi, yaitu *single simulasi run* dan *multiple simulasi run* dari dua pilihan tersebut yang membedakan pada parameter *random seed*. *Random seed* adalah satu parameter yang disediakan oleh program VISSIM 9.00 sebagai faktor penggerak pemodelan yang diberikan secara acak. Menggunakan nilai *random seed* yang berbeda pada saat menjalankan simulasi akan menyebabkan perbedaan profil dari lalu lintas kendaraan yang akan dimasukkan kedalam jaringan pemodelan sehingga hasil yang di tampilkan pemodelan akan berbeda antara nilai *random seed* yang satu dengan yang lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja pada simpang lima Giwangan RingRoad Selatan, Bantul, Yogyakarta berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonseia (PKJI, 2014), maka dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja simpang ini adalah kondisi geometrik, kondisi lingkungan, volume lalu lintas, arus lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Sehingga volume lalu lintas tinggi sedangkan kapasitas simpang rendah maka akan berpengaruh pada nilai derajat kejenuhan menjadi tinggi yang mengakibatkan tundaan dan panjang antrian yang besar.
2. Volume lalu lintas tertinggi pada simpang APILL Giwangan Ring Road Selatan, Bantul, Yogyakarta terjadi

pada jam kerja dengan jam puncak pagi pada interval jam 06.45 – 07.45 WIB dengan jumlah kendaraan sebesar 11.785 kendaraan/jam, nilai tundaan total sebesar 1893205.1 dtk/skr dan tundaan simpang rata-rata 499.42 dtk/skr sehingga tingkat pelayanan simpang pada kondisi jam puncak masuk dalam kategori F/buruk sekali (> 60 dtk/skr).

3. Hasil analisis dan evaluasi menunjukkan kinerja operasi pada simpang kajian telah melebihi batas dari kondisi yang ditetapkan yaitu nilai derajat kejenuhan (DJ) yang terjadi pada simpang Giwangan Ring Road Selatan, Bantul, Yogyakarta untuk lengan Utara, Selatan, Timur, Barat dan Timur Laut adalah sebesar 0.75, 1.31, 0.95, 0.71 dan 0.32 dtk/skr. Nilai derajat kejenuhan (DJ) pada lengan Utara, Selatan, dan Barat ($DJ > 0.85$). Nilai panjang antrian untuk lengan Selatan 100 meter.
4. Kinerja operasi pada simpang Giwangan RingRoad Selatan, Bantul, Yogyakarta perlu segera diberikan alternatif solusi dan upaya perbaikan manajemen lalu lintas, dalam analisis ini digunakan beberapa alternatif dan didapat alternatif terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang APILL Giwangan RingRoad Selatan, Bantul, Yogyakarta pada alternatif ini menghasilkan nilai derajat kejenuhan (D_j) dan tundaan (T_L) lebih rendah dari kondisi eksisting serta sudah memenuhi standar dari PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) jadi alternatif yang terbaik sebagai berikut :
 - a. Alternatif perubahan waktu siklus baru dan pelebaran jalan pada setiap lengan di simpang Giwangan yaitu didapat nilai derajat kejenuhan (DJ) setiap lengannya sudah sesuai dengan syarat standar $DJ < 0.85$ dtk/skr. Nilai tundaan rata-rata pada lengan Utara, Selatan, Timur, Barat dan Timur Laut sebesar 52, 61, 56, 67 dan 39 dtk/skr, dan

nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 58.56 dtk/skr mengalami penurunan yang cukup signifikan dan tingkat pelayanan menjadi E dari kondisi eksisting.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan peraturan yang lebih baru selain Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) mengingat peraturan harus menyesuaikan dengan kondisi dan teknologi pada saat ini dan perlunya pembaharuan.
2. Perlu segera dilakukan evaluasi kinerja simpang oleh instansi terkait mengingat kondisi simpang yang sangat padat sering terjadi tundaan yang cukup besar khususnya pada lengan Selatan.
3. Perlu dilakukan survey lalu lintas yang lebih akurat dengan tidak hanya survey 1 hari kerja, seperti dilakukan dalam survey saat hari libur atau survey selama satu minggu penuh, sehingga data lalu lintas yang didapatkan lebih merepresentasikan kondisi lalu lintas yang sebenarnya.
4. Untuk lebih meningkatkan tingkat pelayanan pada simpang perlu dilakukan sebuah skenario atau alternative yang sudah disarankan pada simpang tersebut sehingga tingkat pelayanan simpang Giwangan jauh lebih baik dan bekerja lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, (2016), *Kependudukan dan Ketenagakerjaan*. Badan Pusat Statistik D.I. Yogyakarta.
- Dephub. 2006. *Undang – Undang RI Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan* . Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Dephub. 2009. *Undang – Undang RI Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*.

- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Dephub. 2015. *Undang – Undang RI Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonseia (PKJI)*. Jakarta.
- Haryadi, Deka Bayunagoro. 2016. *Pemodelan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan Di Yogyakarta (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Pingit Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Hobbs, F.D, 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Penerbit Gadjah Mada. University Press, Yogyakarta.
- Liliani , T. (2002). *Catatan Kuliah Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung: ITB.
- Munawar, Ahmad. 2004. *Manjemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Morlok, E.K., 1998, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Oglesby, Clarkson. H. 1999. *Teknik Jalan Raya*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- PTV Group. (2016). *PTV Vissim 9.0 User Manual*. Germany.
- Rohman, Anas Miftachur. 2016. *Pengaruh Karakteristik Parkir dan Kebutuhan Luas Parkir Terhadap Kinerja Terminal Giwangan sebagai Terminal Bus Tipe A*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Sukirman, S, 1994, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sukarto, Haryono. 2006. *Transportasi Perkotaan dan Lingkungan*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan. Banten.
- Setijadji, Aries. 2006. *Studi Kemacetan Lalu Lintas Jalan Kaligawe Kota Semarang*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tamin, Ofyar Z. (1997). “Perencanaan dan Pemodelan Transportasi”, Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Utomo, Irwan Rifki. 2016. *Pemodelan Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan di Yogyakarta (Studi kasus : Simpang Bersinyal Ring Road Utara, Monumen Jogja Kembali, Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.
- Widarto, Pipit Candra. 2016. *Analisis simpang bersinyal menggunakan software Vissim (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta)*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Sipil UMY.