

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM PADA PERPOTONGAN JALAN PROF. DR. H.B JASSIN DAN JALAN JENDERAL SUDIRMAN

Mohamad Risky Ibrahim¹, Yuliyanti Kadir^{2*}, Frice L. Desei^{3*}

¹Teknik Sipil, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia; ^{2,3} Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Author, Received: 15 Oct. 2022, Revised: 23 Nov. 2022, Accepted: 28 Dec. 2022

ABSTRAK: Persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja lalu lintas dan tingkat pelayanan pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin-Jalan Jenderal Sudirman menggunakan software vissim. Metode analisis yang digunakan adalah mikro-simulasi menggunakan software vissim, dengan melakukan kalibrasi, validasi model simpang secara trial dan error, mempertimbangkan perilaku pengemudi, melakukan uji GEH terhadap volume kendaraan, serta uji chi-square terhadap panjang antrian kendaraan. Berdasarkan hasil mikro-simulasi menggunakan software Vissim kinerja lalu lintas dihari kerja dengan panjang antrian terbesar adalah senilai 38,55 m pada pendekatan Jalan Jenderal Sudirman, serta nilai tundaan terbesar adalah senilai 16,96 det/kend dan rata-rata konsumsi bahan bakar adalah 0,46 liter. Level of Service dengan nilai rata-rata 12,15 det/kend dengan tingkat pelayanan LOS_B. Untuk hari libur dengan panjang antrian terbesar adalah senilai 47,22 m pada pendekatan Jalan Jenderal Sudirman, serta nilai tundaan terbesar adalah senilai 16,00 det/kend dan rata-rata konsumsi bahan bakar adalah 0,60 liter. Level of Service dengan nilai 12,19 det/kend dengan tingkat pelayanan LOS_B yang berarti karakteristik dari simpang tersebut adalah arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.

Kata Kunci: Kinerja Simpang Bersinyal, Vissim, Uji GEH, Uji Chi-Square

1. PENDAHULUAN

Gorontalo merupakan salah satu provinsi di Indonesia, dengan ibu kotanya yaitu Kota Gorontalo. Kota Gorontalo merupakan sebuah kota yang sedang berkembang dengan jumlah penduduk yang terus bertambah. Pada tahun 2019 penduduk di Kota Gorontalo berjumlah 219.399 jiwa (Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo). Peningkatan jumlah penduduk tersebut menyebabkan peningkatan penggunaan moda transportasi dan bertambahnya mobilitas masyarakat yang menimbulkan terjadinya peningkatan panjang antrian dan tundaan pada persimpangan jalan yang menimbulkan terjadinya kemacetan.

Kemacetan lalu lintas harus segera ditangani dengan baik, karena akan berdampak buruk bagi pertumbuhan ekonomi. Sebagai kasus di Kota Gorontalo, terjadi pada simpang tiga bersinyal Jalan Profesor H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman merupakan salah satu simpang bersinyal yang padat dan sering terjadi kemacetan, hal ini dikarenakan bahwa pada jalan tersebut merupakan persimpangan antara jalan nasional dengan jalan perkotaan yang sering dilintasi kendaraan menuju kantor maupun sekolah, dan pada simpang tersebut terdapat banyak bangunan pertokoan, rumah sakit serta rumah penduduk.

Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalu lintas secara mikroskopik dengan software Vissim. Software Vissim dapat memudahkan dalam menganalisis simpang bersinyal maupun tak bersinyal secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk simulasi 2D dan 3D.

2. KAJIAN TERORITIS

2.1 Penelitian Terkait

Pada penelitian ini bertujuan untuk: a) Melihat hasil model simulasi kinerja simpang Tugu Yogyakarta, b) Mengoptimalkan sinyal lampu lalu lintas pada Tugu Yogyakarta, c) Menganalisa perbedaan kondisi antara sebelum dan sesudah dikoordinasi. Khususnya untuk parameter yang tersedia pada Car Following Model dengan tipe Wiedeman 74 yaitu average standstill distance, additive part of safety distance dan multiplicative part of safety distance. Karena parameter tersebut memberikan perubahan besar dalam proses kalibrasi hingga rerata selisih error antara data observasi dengan data sebelum dikalibrasi mencapai 65% untuk volume arus lalu lintas dan 496% untuk panjang antrian [1].

Pengujian ini dilakukan pengujian dengan cara mengambil data eksisting di lapangan yang berupa data volume lalu lintas, geometrik jalan dan waktu siklus. Setelah data eksisting didapatkan kemudian data tersebut diolah menggunakan software VISSIM kemudian software tersebut akan menghasilkan output data eksisting berupa animasi 2D dan 3D, nilai LOS dan nilai tundaan. Setelah dilakukan analisis menggunakan software VISSIM didapatkan rasio belok lurus sebesar 90%, rasio belok kanan sebesar 10% dan nilai tundaan sebesar 50,17 detik/kendaraan dengan tingkat pelayanan D [2].

Penelitian ini bertujuan untuk (a) mensimulasikan kondisi arus lalu lintas dengan perilaku pengemudi, (b) menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi, dan (c) menganalisis fase lalu lintas dan waktu siklus APILL pada simpang. Hasil analisis berupa panjang antrian terbesar terjadi pada pendekat Jl.

A. P. Pettarani selatan jalur lambat sebesar 351,33 m, dan jalur cepat sebesar 327,32 m. Dilanjutkan dengan alternatif lalu lintas pada simpang dengan melakukan perubahan waktu siklus lampu lalu lintas agar dapat menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik [3].

Penelitian ini bertujuan untuk (a) mengetahui proporsi pengguna jalan meliputi kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, dan kendaraan umum di simpang Mirota Kampus saat ini. (b) mengetahui panjang antrian maksimum, minimum, rata-rata, serta tundaan pada kondisi eksisting. (c) membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum, rata-rata serta tundaan dengan menggunakan Software Vissim dan pengamatan langsung di lapangan. Hasil yang diperoleh dari analisis tersebut yaitu bahwa panjang antrian rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi dengan Software Vissim hampir sama, yaitu 60 m dan 61 m. Diketahui juga bahwa terdapat perbedaan yang cukup jauh pada antrian terpanjang dan terpendek yang terjadi berdasarkan pengamatan langsung dan simulasi menggunakan Software Vissim, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrian terpanjang dan 39 m dan 51 m untuk antrian terpendek [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengadaptasikan model komersial yang ada untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas di Indonesia. Dalam hal ini adalah studi kasus pada sebuah simpang di jalan yang ada di kota Solo, tepatnya Jalan Jenderal Sudirman. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Vissim Versi 3.6

untuk membuat model mixed traffic yang kemudian divalidasi dengan data hasil pengamatan di lapangan. Di dalam penelitian ini, Vissim digunakan untuk mensimulasikan lalu lintas yang heterogen, tidak teratur dan komposisi lalu lintasnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan (disebut mixed traffic). Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran Vissim model (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) mendekati hasil observasi [5].

2.2 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah No 34, 2006) [6].

2.3 Persimpangan

Persimpangan dapat didefinisikan sebagai suatu ruang atau tempat pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan yang bertemu atau bersilangan, bervariasi dari persimpangan yang sangat sederhana yang terdiri dari ruang atau tempat pertemuan antara dua ruas jalan sampai dengan persimpangan yang sangat kompleks berupa ruang atau tempat pertemuan beberapa (>2) ruas jalan (Tamir, 2008) [7].

2.4 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal (signalized intersection), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal diantaranya adalah:

1. Tundaan (delay) adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan terdiri dari:
 - a. Tundaan Lalu lintas (DT), yakni waktu menunggu akibat interaksi lalu lintas dengan lalu lintas yang berkonflik.
 - b. Tundaan Geometri (DG), yakni akibat perlambatan dan percepatan kendaraan terganggu dan tak terganggu.
2. Panjang antrian (queue length) adalah panjang antrian kendaraan pada suatu pendekat (meter).

3. Antrian (queue) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan; smp).
4. Fase (phase stage) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
5. Waktu siklus (cycle time) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (detik).
6. Waktu hijau (green time) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).
7. Rasio hijau (green ratio) adalah perbandingan waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat.
8. Waktu merah semua (all red) adalah waktu sinyal merah menyala secara bersamaan pada semua pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik).
9. Waktu antar hijau (inter green time) adalah jumlah antara periode kuning dengan waktu merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik).
10. Waktu hilang (lost time) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (detik).
11. Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
12. Arus jenuh (saturation flow) adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
13. Oversaturated adalah suatu kondisi dimana volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitasnya [8].

2.5 PTV Vissim

Vissim adalah perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi arus lalu lintas secara mikroskopis terkemuka yang dikembangkan oleh PTV Planung Transportasi Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman.

Menurut PTV Group (2015), Vissim dapat digunakan untuk beberapa kasus antara lain:

1. Membuat perbandingan geometrik persimpangan
2. Perencanaan pengembangan lalu lintas
3. Analisis kapasitas
4. Sistem kontrol lalu lintas
5. Operasi sistem sinyal lalu lintas dan studi pengaturan ulang
6. Simulasi transportasi public [9]

Manual kapasitas jalan raya (Highway Capacity Manual) tahun 2010 membagi tingkat pelayanan jalan raya (LOS) menjadi 2 yaitu tingkat pelayanan pada simpang bersinyal dan tidak bersinyal. Tingkat pelayanan pada simpang

bersinyal (signalized intersection level of service) dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1. [10]

Tabel 1. Kriteria Tingkat Pelayanan Jalan Raya

<i>Level of Service</i>	<i>Average Control Delay (second/vehicle)</i>	<i>General Description</i>
1	≤ 10	Free flow
2	$> 10 - 20$	Stable flow (slight delays)
3	$> 20 - 35$	Stable flow (acceptable delays)
4	$> 35 - 55$	Approaching unstable flow (tolerance delay, occasionally wait through more than one signal cycle before proceeding)
5	$> 55 - 80$	Unstable flow (intolerable delay)
6	> 80	Forced flow (congested and queues fail to clear)

2.6 Parameter Mikro-Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim

Parameter mikro-simulasi berbasis Vissim merupakan nilai akan digunakan dalam melakukan proses kalibrasi dan validasi dalam permodelan simulasi lalu lintas yang dilakukan. Pada perangkat lunak Vissim terdapat parameter yang tertanam dalam perangkat lunak Vissim dalam berdasarkan parameter tersebut dipilih beberapa parameter berkendara yang sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen yang ada di Indonesia untuk menghasilkan model yang sesuai dengan kondisi

yang ada di lapangan, parameter berkendara yang dipilih pada permodelan antara lain:

1. Parameter Following
 - a. Look Ahead Distance (min, max) yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke depan dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di depannya.
 - b. Observed Vehicle yaitu banyaknya kendaraan yang dapat diamati oleh pengemudi yang memengaruhi seberapa baik pengemudi ketika ingin melakukan pergerakan atau reaksi.
 - c. Look Back Distance (min, max) yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke belakang dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di belakangnya.
 - d. Average Standstill Distance yaitu rata-rata jarak yang diinginkan antara dua kendaraan.
 - e. Additive Part of Safety Distance yaitu nilai penambah dalam penentuan jarak aman yang diinginkan.
 - f. Mutiplicative Part of Safety Distance yaitu nilai pengali dalam penentuan jarak aman

- yang diinginkan. Nilai yang semakin besar menghasilkan distribusi yang besar.
2. Parameter Lane Change
 - a. Minimum Headway yaitu jarak minimum yang harus tersedia di antara dua kendaraan setelah perpindahan lajur sehingga kendaraan di belakang dapat menyiap.
 - b. Safety Distance Reduction yaitu nilai reduksi jarak aman antar kendaraan didepan dan dibelakang yang memengaruhi sifat agresif kendaraan yang menyiap. Semakin kecil maka perilaku menyiap semakin sering terjadi.
 3. Parameter Lateral
 - a. Desired Position at Free Flow yaitu posisi kendaraan terhadap lajur dalam kondisi arus bebas.
 - b. Overtake at Same Lane yaitu perilaku pengemudi kendaraan agar dapat menyiap baik dari sisi sebelah kanan mau pun sisi sebelah kiri.
 - c. Minimum Lateral Distance yaitu jarak lateral minimum kendaraan pada saat berada di samping kendaraan yang lain. Parameter ini dibagi menjadi dua yaitu jarak lateral kendaraan pada kecepatan 0 km/jam dan 50 km/jam.
 4. Parameter Signal Control
 - a. Behaviour at Red/Amber Signal yaitu perilaku pengendara terhadap sinyal red/amber yang tergantung perilaku regional atau negara.

2.6 Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi

Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan Vissim. Validasi pada Vissim merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi.

Dalam proses kalibrasi model, persamaan Geoffrey E. Haver dapat digunakan. Rumus GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari Chi-squared dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Uji GEH sendiri dapat ditunjukkan dengan persamaan 2.1 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 2.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (1)$$

q = Volume Lalu Lintas

Tabel 2. Penilaian Hasil Uji Statistik GEH (Geoffrey E. Havers)

Nilai	Keterangan
GEH < 0,5	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10,0$	Peringatan: kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 10,0	Ditolak

Metode yang digunakan untuk proses validasi adalah dengan menggunakan rumus dasar Chi- squared. Uji Chi- square dilakukan dengan membandingkan antara mean hasil simulasi dengan mean hasil observasi. Rumus umum Chi- square (χ^2) ditunjukkan pada persamaan 2.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{|O_i - E_i|^2}{E_i} \quad (2)$$

O_i = Data observasi

E_i = Data ekspektasi

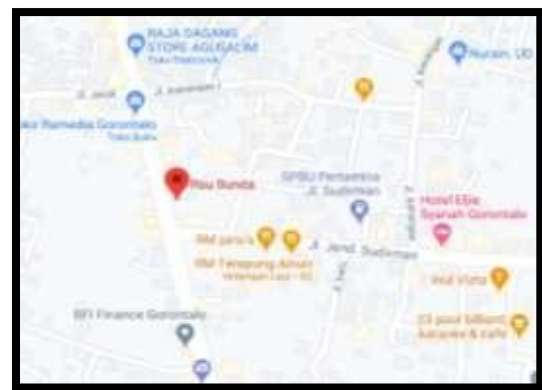
Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji Chi- square sebesar % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila hasil hitung $\leq$ hasil tabel Chi- square.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pada Penelitian ini lokasi berada simpang tiga bersinyal Rumah Sakit Umum Bunda Gorontalo tepatnya di Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman Kota Gorontalo.

Pelaksanaan pengambilan data lalu lintas dilakukan pada hari Senin. Pengambilan data diambil pada jam-jam puncak atau jam sibuk, yaitu: pagi pukul 07:00 sampai 09:00 WIB, siang pukul 12:00 sampai 14:00 WIB, dan sore pukul 16:00 sampai 18:00 WIB. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini proses kebutuhan data yang diperlukan terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

1. Data Primer
Kebutuhan pengumpulan data primer ini berupa observasi atau survey langsung di lapangan menggunakan tenaga surveyor. Dimana setiap surveyor akan ditempatkan pada posisi atau titik yang sudah ditentukan supaya mempermudah dalam pengambilan data dan kemudian akan dicatat ke dalam formulir yang sudah disediakan. Berikut beberapa data primer yang akan diambil pada lokasi studi yaitu:
 - a. Volume lalu lintas
 - b. Volume lalu lintas yang dibutuhkan berupa jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada simpang.
 - c. Data geometrik jalan
 - d. Data geometrik yang dibutuhkan berupa ukuran atau dimensi jalan.
 - e. Waktu siklus (cycle time)
 - f. Waktu siklus adalah tahapan waktu selama satu urutan lengkap dari fase-fase sinyal lalu lintas, dalam satuan (detik).
 - g. Kecepatan kendaraan
 - h. Kebutuhan data kecepatan diambil pada saat kendaraan melewati simpang pada setiap ruasnya.
 - i. Hambatan sampling
 - j. Kebutuhan data hambatan sampling diambil setiap ruas pada simpang tiga RSU Bunda Kota Gorontalo dengan sampel minimal ± 5.00 meter.
2. Data Sekunder
Data sekunder yang dibutuhkan berupa sebuah peta jaringan jalan sesuai dengan lokasi penelitian.

3.3 Tahapan Penelitian

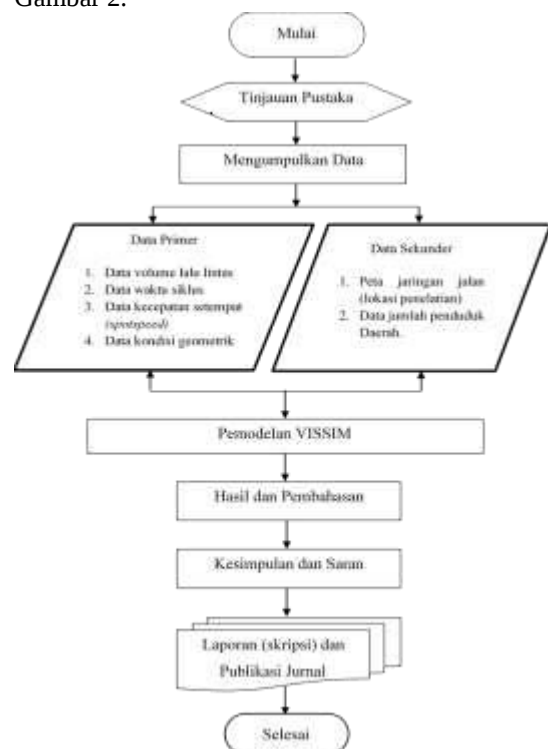
Tahapan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap awal penelitian, pada tahap ini mengumpulkan jurnal-jurnal serta buku-buku sebagai penunjang untuk mencari nilai terhadap variabel-variabel yang dibutuhkan
2. Tahapan pengumpulan data, bertujuan untuk mengumpulkan data primer dan sekunder yang detailnya dijelaskan pada bab 3 point 3.4 yaitu metode pengumpulan data. Untuk memperoleh data primer yaitu dengan cara melakukan survey pada lokasi penelitian yang dibantu oleh tim surveyor.
3. Tahap analisis data, pada tahap ini menggunakan metode analisis data dengan menggunakan aplikasi Vissim. Data-data yang di input ke aplikasi Vissim adalah data volume

lalu lintas pada jam puncak, jumlah jalur dan lajur, kecepatan kendaraan serta data geometrik jalan. Setelah meng-input data-data yang diperlukan, selanjutnya meng-input model kendaraan yang disurvei pada aplikasi Vissim tersebut.

4. Tahap akhir, bertujuan untuk memberikan hasil output dan simulasi dari aplikasi Vissim berupa nilai panjang antrian, tundaan kendaraan, konsumsi bahan bakar dan video simulasi 2D dan 3D.
5. Simpulan dan sara terkait masalah dalam penelitian.

Berikut adalah ringkasan tahapan penelitian yang digambarkan dengan diagram alir ditunjukkan pada Gambar 2.

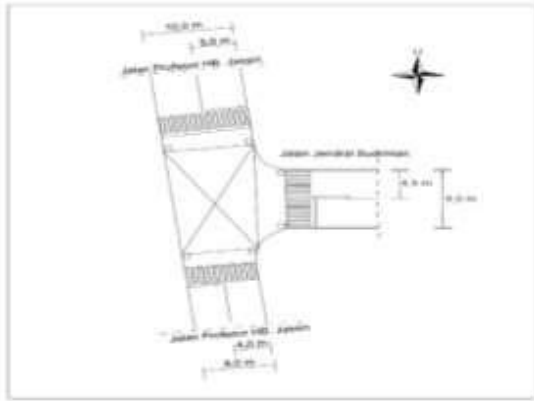


Gambar 2. Tahapan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geometrik Persimpangan

Data geometrik ini memuat dimensi jalan, lajur, median, trotoar pada masing-masing pendekat simpang. Simpang ini merupakan simpang tiga bersinyal yang berada pada simpang tiga Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman. Kondisi geometrik pada simpang ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3. dan Tabel 3.



Gambar 3. Kondisi Geometrik Persimpangan

Sesuai dengan kondisi geometrik simpang tiga lengan bersinyal seperti dalam Gambar 4.1 dijelaskan lebar jalan, lebar masuk, lebar keluar Jalan Prof. H.B Jassin – Jalan Jenderal Sudirman dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kondisi Geometrik Persimpangan

Geometrik Jalan	Jl. Prof. Dr. H.B Jassin (Utara)	Jl. Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan)	Jl. Jend. Sudirman
Lebar Jalan	10 m	8 m	9 m
Lebar Masuk	5 m	4 m	4,5 m
Lebar Keluar	5 m	4 m	4,5 m
Lebar Bahu Jalan	1,20	1,20 m	1,50 m

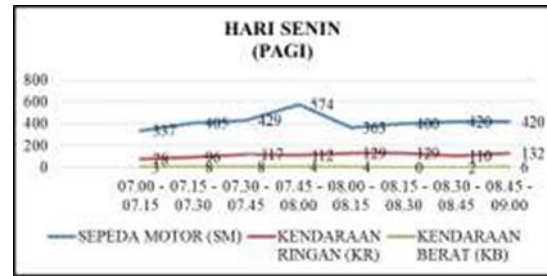
Berdasarkan Tabel 3 pada ketiga pendekat yang ada pada pada ketiga pendekat yang ada pada Jalan Profesor HB. Jassin (U) memiliki lebar pendekat 10 m, lebar masuk 5 m, lebar keluar 5 m, lebar bahu jalan 1,20 m. Jalan Profesor HB. Jassin (S) memiliki lebar pendekat 8 m, lebar masuk 4 m, lebar keluar 4 m, lebar bahu jalan 1,20 m. Jalan Jenderal Sudirman (T) memiliki lebar pendekat 9 m, lebar masuk 4,5 m, lebar keluar 4,5 m, lebar bahu jalan 1,50 m.

4.2 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada masing-masing pendekat simpang menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut. Selengkapnya, volume lalu lintas pada masing-masing pendekat dan arah pergerakan disajikan pada bagian selanjutnya.

1. Hari Senin

Volume lalu lintas pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin - Jenderal Sudirman pagi pada hari senin ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Volume Lalu Lintas Pagi pada Hari Senin

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.2 memperlihatkan volume lalu lintas pagi pada hari senin untuk sepeda motor (SM) 3348 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 903 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 35 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 7.45-8.45.

Volume lalu lintas pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin - Jenderal Sudirman siang pada hari senin ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Volume Lalu Lintas Siang pada Hari Kerja

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3 memperlihatkan volume lalu lintas siang pada hari senin untuk sepeda motor (SM) 3689 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 1469 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 25 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 12.30-13.30.

Volume lalu lintas pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin - Jenderal Sudirman sore pada hari senin ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Volume Lalu Lintas Sore pada Hari Kerja

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.4 memperlihatkan volume lalu lintas sore pada hari

senin untuk sepeda motor (SM) 4516 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 1523 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 52 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 17.00-18.00.

2. Hari Minggu

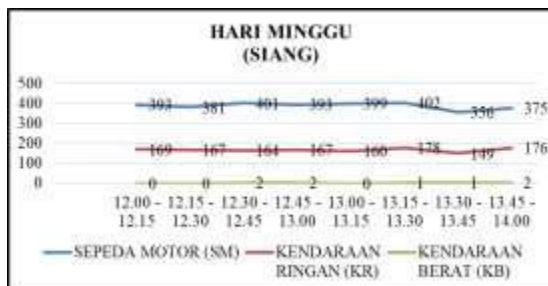
Volume lalu lintas pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin - Jenderal Sudirman sore pada hari minggu ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Volume Lalu Lintas Pagi pada Hari Minggu

Gambar 6 memperlihatkan volume lalu lintas pagi pada hari minggu untuk sepeda motor (SM) 3661 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 1034 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 17 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 07.45-08.45.

Volume lalu lintas Jalan Jenderal Sudirman jam puncak siang pada hari minggu ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Volume Lalu Lintas Siang pada Hari Minggu

Gambar 7 memperlihatkan volume lalu lintas siang pada hari minggu untuk sepeda motor (SM) 3100 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 1330 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 8 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 12.45-13.45.

Volume lalu lintas Jalan Jenderal Sudirman jam puncak sore pada hari minggu ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Volume Lalu Lintas Sore pada Hari Minggu

Gambar 4.7 memperlihatkan volume lalu lintas sore pada hari minggu untuk sepeda motor (SM) 4761 kendaraan/jam, kendaraan ringan (LV) 1459 kendaraan/jam dan kendaraan berat (HV) 5 kendaraan/jam. Jam puncak terdapat pada pukul 16.45-17.45.

4.3 Kalibrasi dan Validasi Pemodelan Simulasi

1. Kalibrasi

Agar hasil sesuai dengan realita di lapangan, maka dilakukannya proses kalibrasi model mikro – simulasi dengan metode trial and error. Nilai parameter perilaku pengemudi (driving behavior) dalam model diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang ada.

Setelah hasil model ter kalibrasi dengan baik, selanjutnya akan dilakukan uji statistik dengan metode Uji Geoffrey E. Havers (GEH) untuk menganalisis ketepatan parameter kalibrasi yang sudah dilakukan sebelumnya. Hasil uji GEH ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Geoffrey E. Havers (GEH) Hari Senin

Vissim		Hasil			Uji GEH			Kes.
		Observasi						
H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman (S)	H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman (U)	H.B Jassin (S)	H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman		
780	498	912	822	513	1.20	1.48	0.67	
684	774	1136	690	780	0.60	0.23	0.22	
756	870	1511	787	872	0.03	1.12	0.07	
					1.83	2.83	0.95	
					Diterima	Diterima	Diterima	

2. Validasi

Setelah melakukan proses kalibrasi selanjutnya dilakukan proses validasi untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya. Acuan validasi ini adalah panjang antrian kendaraan.

Dalam melakukan validasi ini menggunakan metode uji Chi-Square, Dimana nilai probability dari uji Chi- square tersebut akan terlihat. Hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 5. Validasi Panjang Antrian Menggunakan Uji Chi-Square Hari Senin

Hasil								
Vissim			Observasi			Uji GEH		
H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman		H.B Jassin (S)	H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman	H.B Jassin (S)	H.B Jassin (U)	Jend. Sudirman
24.18	36.98	32.06	26.73	34.02	0.29	0.50	0.50	Diterima
27.77	37.66	32.06	26.73	34.02	0.79	0.20	0.61	Diterima
28.23	38.46	32.06	26.73	34.02	1.09	0.29	0.74	Diterima

Syarat model dapat dikategorikan baik adalah nilainya lebih kecil dari 5. Hasil yang diperoleh dari uji GEH dan Chi-square untuk masing-masing pendekatan pada hari kerja dan hari libur telah memenuhi syarat uji GEH dan Chi-square yaitu < 5 sehingga hasil kalibrasi parameter model mikro- simulasi sebelumnya dinyatakan baik.

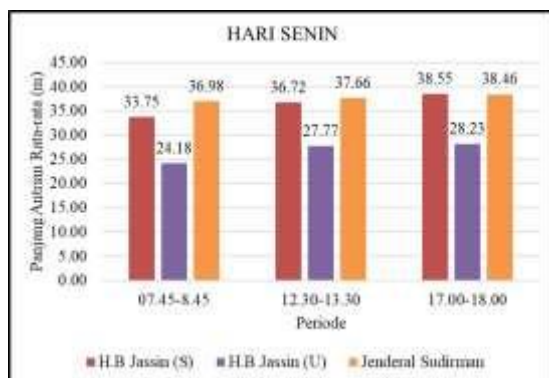
4.4 Analisis Kinerja Hasil Mikro-Simulasi

1. Hasil Output Vissim

Hasil mode mikro-simulasi untuk menganalisis kinerja lalu lintas simpang tiga bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman adalah panjang antrian, tundaan, Level of Service (LOS) dan Fuel Consumption atau penggunaan bahan bakar.

2. Panjang Antrian

Hasil mikro-simulasi kinerja lalu lintas untuk panjang antrian pada hari kerja pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Panjang Antrian Hari Senin

Gambar 9 menunjukkan bahwa setiap kaki Simpang panjang antriannya berbeda-beda. Panjang antrian terbesar terdapat pendekatan Jalan Jenderal Sudirman pada jam puncak sore, panjang antrian untuk pendekatan Jalan Jenderal Sudirman sebesar 38.46 m, pendekatan Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 28.23 m dan pendekatan Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 38.55 m.

Panjang antrian hari minggu untuk hasil mikro- simulasi simpang bersinyal pada Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman ditunjukkan pada Gambar 10.

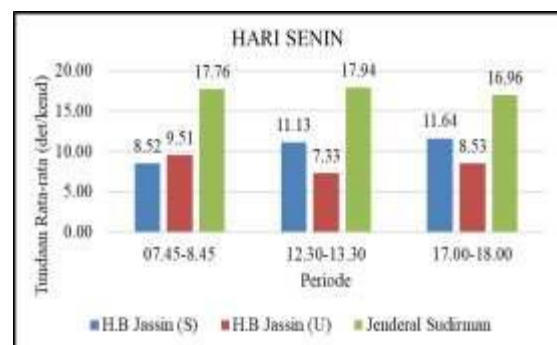


Gambar 10. Panjang Antrian Hari Senin

Gambar 10 menunjukkan bahwa setiap kaki simpang panjang antriannya berbeda-beda. Panjang antrian terbesar masih terjadi pada pendekatan Jalan Jenderal Sudirman pada jam puncak sore Jalan Jenderal Sudirman sebesar 47.22 m, pendekatan Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 27.44 m dan pendekatan Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 41.79 m.

3. Tundaan

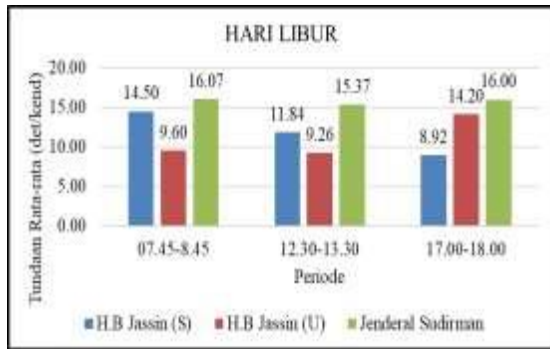
Tidak hanya kinerja panjang antrian yang didapat dari aplikasi Vissim ini. Salah satu kinerja lalu lintas hasil mikro-simulasi yang bisa dinilai yakni tundaan rata- rata tiap kendaraan pada masing-masing pendekatan di simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jend. Sudirman untuk hari kerja yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tundaan Rata-rata Hari Senin

Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai tundaan rata-rata pada tiap pendekatan simpang berbeda-beda. Nilai tundaan tertinggi terjadi pada pendekatan Jalan Jenderal Sudirman. Pada jam puncak sore untuk pendekatan Jalan Jenderal Sudirman sebesar 16.96 det/kend, Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 8.53 det/kend dan pendekatan Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 11.64 det/kend.

Nilai tundaan hari minggu pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman ditunjukkan pada Gambar 12



Gambar 12. Tundaan Rata-rata Hari Minggu

Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai tundaan rata-rata pada tiap pendekat berbeda-beda. Nilai tundaan tertinggi terjadi pada pendekat Jalan Jenderal Sudirman. Pada jam puncak sore untuk pendekat Jalan Jenderal Sudirman sebesar 16.00 det/kend, Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 14.20 det/kend dan pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 8.92 det/kend.

4. Level of Service

Salah satu faktor untuk menentukan kinerja jalan tersebut terdapat kemacetan yaitu dengan mengetahui tingkat pelayanan dari ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal nilainya berdasarkan rata-rata nilai tundaan kendaraan. Hari kerja tingkat pelayanan pada simpang bersinyal Rumah Sakit Bunda Gorontalo untuk setiap ruas jalan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Level of Service (LOS) Hari Senin

Periode	LOS
Pagi	11.93
Siang	12.13
Sore	12.38
Rata-rata	12.15

Tabel 6 memperlihatkan jumlah rata-rata Level of Service (LOS) setiap pendekat. Untuk jam puncak pagi dengan nilai rata-rata yaitu 11.93, jam puncak siang pukul yaitu 12.13, dan jam puncak sore yaitu 12.38 dengan nilai rata-rata yaitu 12.15 kategori tingkat pelayanan B.

Tingkat pelayanan untuk hari kerja (weekday) pada simpang bersinyal Rumah Sakit Bunda Gorontalo untuk setiap ruas jalan ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 7. Level of Service (LOS) Hari Minggu

Periode	LOS
Pagi	12.39
Siang	12.15
Sore	12.04
Rata-rata	12.19

Tabel 7 memperlihatkan jumlah rata-rata Level of Service (LOS) setiap pendekat. Untuk jam puncak pagi dengan nilai rata-rata yaitu 12.39, jam puncak siang pukul yaitu 12.15, dan jam puncak sore yaitu 12.04 nilai rata-rata yaitu 12.19 kategori tingkat pelayanan B.

5. Fuel Consumption (Konsumsi Bahan Bakar)

Salah satu faktor penting pada sarana transportasi adalah bahan bakar minyak (BBM). Hasil output Vissim untuk konsumsi bahan bakar nilainya tidak berdasarkan umur, dimensi, serta kecepatan kendaraan. Sehingga konsumsi BBM pada saat kendaraan berhenti (idle) akibat simpang bersinyal perlu diketahui. Konsumsi bahan bakar kendaraan hari kerja pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8. Konsumsi Bahan Bakar Hari Senin

Periode	H.B Jassin (S)	H.B Jassin (U)	Jenderal Sudirman	RATA-RATA
PAGI	0.330	0.29	0.43	0.35
SIANG	0.51	0.22	0.54	0.42
SORE	0.71	0.28	0.81	0.60
RATA-RATA	0.52	0.27	0.59	0.46

Tabel 8 memperlihatkan nilai rata-rata konsumsi bahan bakar kendaraan yang melewati simpang. Konsumsi bahan bakar kendaraan di Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (S) pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.52 liter/kendaraan, untuk Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (U) pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.27 liter/kendaraan dan Jalan Jenderal Sudirman pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.59 liter/kendaraan.

Konsumsi bahan bakar kendaraan hari minggu pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Konsumsi Bahan Bakar Hari Senin

Periode	H.B Jassin (S)	H.B Jassin (U)	Jenderal Sudirman	RATA-RATA
PAGI	0.493	0.56	0.74	0.60
SIANG	0.45	0.34	0.85	0.54
SORE	0.74	0.61	0.65	0.66
RATA-RATA	0.56	0.50	0.75	0.60

Tabel 9 memperlihatkan nilai rata-rata konsumsi bahan bakar kendaraan yang melewati simpang. Konsumsi bahan bakar kendaraan di Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.56 liter/kendaraan, untuk Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.50 liter/kendaraan dan Jalan Jenderal Sudirman pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan nilai rata-rata 0.75 liter/kendaraan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja lalu lintas kondisi eksisting pada Simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin dan Jalan Jenderal Sudirman berdasarkan hasil mikro-simulasi menggunakan software Vissim menunjukkan bahwa:
 - a. Hari Senin
Volume lalu lintas terbesar terdapat pada jam puncak sore (17.00-18.00). Panjang antrian pada pendekat Jalan Jenderal Sudirman sebesar 38,46 m, pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 28,23 m dan pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 38,55 m. Tundaan kendaraan terbesar terdapat pada pendekat Jalan Jenderal Sudirman sebesar 16.96 det/kend, Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 8.53 det/kend dan pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 11.64 det/kend.
 - b. Hari Minggu
Volume lalu lintas terbesar terdapat pada jam puncak sore (16.45-17.45). Panjang antrian pada pendekat Jalan Jenderal Sudirman sebesar 47,22 m, pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 27,44 m dan pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 41,79 m. Tundaan terbesar terdapat pada pendekat Jalan Jenderal Sudirman sebesar 16.00 det/kend, Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Utara) sebesar 14.20 det/kend dan pendekat Jalan Prof. Dr. H.B Jassin (Selatan) sebesar 8.92 det/kend.
2. Tingkat pelayanan pada simpang bersinyal Jalan Prof. Dr. H.B Jassin – Jalan Jenderal Sudirman dengan APILL pada hari senin dan hari minggu dengan nilai rata-rata 12.15 detik/kendaraan pada hari senin dan 12.19 detik/kendaraan pada hari minggu berada pada LOS_B.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putri, N. H., & Irawan, M. Z. (2015). Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim. The 18th FSTPT International Symposium.
- [2] Syahrul, A. J. (2018). Pemodelan Simpang Bersinyal Akibat Perubahan Fase Dengan Software PTV Vissim pada Simpang Empat Bersinyal Jetis. 2018.
- [3] Ulfah, M. (2017). Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasning Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Rappocini Raya). November, 151.
- [4] Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal. FSTPT International Symposium, 17(August), 338–347.
- [5] Yulianto, B. (2013). Kalibrasi Dan Validasi Mixed Traffic Vissim Model. Media Teknik Sipil, 1–10.
- [6] Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM. 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan
- [7] Tamir, O. Z. (2008). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung: ITB.
- [8] Ulfah, M. (2017). Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasning Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Rappocini Raya). November, 151.
- [9] PTV Group. 2015. PTV Vissim 8 User Manual. Karlsruhe: PTV AG
- [10] Transportation Research Board. 2010. Highway Capacity Manual 2010. Washington D.C.: TRB

Copyright © Composite Journal. All rights reserved, including the making of copies unless permission is obtained from the copyright proprietors.
