



Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal
(Studi Kasus: Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, Bundaran Tugu Tololiu, Tomohon)

Natasha S. F. Pangalila^{#a}, Lucia I. R. Lefrandt^{#b}, Sisca V. Pandey^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^anatashapangalila@gmail.com, ^blucia.lefrandt@unsrat.ac.id, ^csisca.pandey@unsrat.ac.id

Abstrak

Simpang tak bersinyal merupakan bagian vital dari jaringan transportasi di kota – kota besar salah satunya di kota Tomohon, Sulawesi Utara. Terletak di pusat kota yang padat aktivitas, simpang lengan tiga tak bersinyal dengan bundaran di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, Tugu Tololiu Tomohon menghadapi tantangan serius dalam mengelola arus lalu lintas yang semakin kompleks. Masalah utama yang dihadapi adalah kemacetan pada jam-jam sibuk, terutama saat dimulainya aktivitas sekolah dan di sore hingga malam hari karena kunjungan ke tempat hiburan dan pertokoan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang tersebut dengan menggunakan Metode Perhitungan Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan simulasi menggunakan aplikasi PTV VISSIM. Data yang digunakan mencakup data geometrik simpang, data lalu lintas, dan data kapasitas jalan. Survei lapangan dilakukan selama tiga hari pada bulan Desember 2022 untuk memperoleh data lalu lintas dengan interval waktu 15 menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi ada pada hari Sabtu, 3 Desember 2022 pukul 14.00 – 15.00 WITA dengan jumlah volume lalu lintas (Q) sebesar 2943,3 skr/jam, nilai kapasitas (C) sebesar 5783,4 skr/jam, Derajat Kejenuhan (DJ) sebesar 0,508 det/skr, nilai tundaan yang (T) simpang sebesar 13,95 det/skr, nilai peluang antrian (PA) sebesar 11,28 % - 25,27 %, dan tingkat pelayanan simpang (LOS) C.

Kata kunci : Simpang Tiga Tak Bersinyal, PKJI 2014, PTV VISSIM

1. Pendahuluan.

1.1. Latar Belakang

Tomohon adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara. Sebelum tahun 2003, kota Tomohon merupakan salah satu kecamatan yang menjadi bagian dari Kabupaten Minahasa. Karena adanya perkembangan infrastruktur dan ekonomi yang pesat, munculah aspirasi masyarakat untuk meningkatkan status Tomohon dari Kecamatan menjadi kota (BPK Perwakilan Sulawesi Utara, 2012). Dengan statusnya sebagai kota sekarang, kota Tomohon memiliki luas wilayah 147,21 km² dan berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2021, jumlah penduduk di tahun 2020 mencapai 100.587 jiwa, dengan kepadatan 683 jiwa/km².

Perkembangan infrastruktur yang terjadi tidak terlepas dari perkembangan transportasi. Transportasi menjadi suatu hal yang berperan penting bagi kehidupan masyarakat, karena dengan transportasi memungkinkan kita untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain dengan lebih mudah. Dengan kata lain, kegiatan transportasi menjadi media penghubung untuk menunjang aktivitas masyarakat. Pertumbuhan transportasi terjadi karena pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan jumlah penduduk ini membuat peningkatan pula pada jumlah kendaraan dan pengguna jalan. Tak sedikit permasalahan yang terjadi akibat peningkatan ini karena tidak diiringi dengan perkembangan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, hingga membuat arus pergerakan lalu lintas tidak terlaksana secara optimal dari segi kualitas maupun kuantitas. Salah satu bagian yang tak terpisahkan dari transportasi adalah simpang. Simpang terdiri dari dua jenis yaitu simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Simpang adalah simpul pada jaringan jalan dimana dua atau lebih ruas jalan

bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan (Wikipedia). Salah satu simpang yang mengalami titik konflik adalah simpang lengan tiga tak bersinyal dengan bundaran di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, Tugu Tololiu Tomohon. Masalah yang sering terjadi pada simpang ini berdampak pada kendaraan saat melalui simpang, sehingga menyebabkan antrian kendaraan yang panjang. Volume kendaraan yang meningkat pada jam-jam sibuk lalu lintas menyebabkan kemacetan dan mengganggu aksesibilitas pengguna jalan pada simpang ini. Adanya kemacetan karena pergerakan lalu lintas membuat kendaraan harus melambat bahkan berhenti dan menjadikannya sebagai konflik lalu lintas pada lengan simpang.

Masalah lalu lintas yang terjadi harus diselesaikan karena simpang merupakan simpul jaringan transportasi yang membuat permasalahan pada simpang berdampak pada ruas jalan disekitarnya. Mengingat simpang di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi merupakan pusat kota dengan berbagai gedung pertokoan, mini market, cafe, resto, masjid, dan gedung persekolahan, membuat simpang ini menjadi titik kepadatan pengguna jalan pada jam-jam tertentu

Simpang dengan titik konflik membutuhkan pengendalian pergerakan lalu lintas pada simpang. Pergerakan lalu lintas ini dapat dikendalikan dengan berbagai cara. Tujuannya adalah mengurangi titik konflik di persimpangan jalan, mengurangi waktu tundaan, derajat kejenuhan, peluang antrian dan mengoptimalkan arus lalu lintas. Dari kondisi kepadatan simpang lengan tiga tak bersinyal dengan bundaran di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi terlihat memiliki masalah yang cukup kompleks. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kinerja simpang saat ini.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana karakteristik simpang Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon serta Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah ruang lingkup penelitian ini dibatasi di ruas Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, area yang diamati dalam penelitian ini sepanjang 50 m dari masing – masing lengan simpang, serta Pengolahan data menggunakan metode PKJI 2014 dan software PTV VISSIM untuk simulasi lalu lintas.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis karakteristik simpang Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon dan juga menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon menggunakan metode PKJI 2014 dan di simulasikan menggunakan aplikasi PTV Vissim.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah untuk masukan kepada instansi terkait kinerja lalu lintas yang terjadi di simpang Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, Memberikan masukan kepada instansi terkait upaya strategi penanganan simpang untuk meningkatkan pelayanan lalu lintas, serta Sebagai referensi untuk penulis lain guna menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

2. Landasan Teori

2.1. Simpang

Simpang menurut PKJI 2014, merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan–jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Morlok, 1991).

2.2. Jenis – jenis Persimpangan

Menurut Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 dua jenis, yaitu:

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas.

2.3. Bundaran

Bundaran dianggap sebagai jalinan yang berurutan. Bundaran paling efektif jika digunakan persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama. Karena itu bundaran sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua-lajur atau empat-lajur. Kondisi geometrik bundaran digambarkan dalam bentuk gambar sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, dan lebar median serta petunjuk arah untuk tiap lengan persimpangan.

2.4. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik dasar arus lalu lintas digolongkan menjadi dua kategori, yaitu:

1. Makroskopis

Arus lalu lintas secara makroskopis merupakan suatu karakteristik secara keseluruhan dalam suatu lalu lintas yang dapat digambarkan dengan tiga parameter, yaitu:

a. Volume

Volume adalah jumlah sebenarnya dari kendaraan yang diamati atau di perkirakan melalui suatu titik selama rentang waktu tertentu. Volume biasanya dihitung dalam kendaraan per hari atau kendaraan per jam.

b. Kecepatan

Kecepatan didefinisikan sebagai laju pergerakan yang biasanya dinyatakan dalam (km/jam) dan umumnya dibagi tiga jenis yaitu, Kecepatan Setempat (*Spot Speed*), Kecepatan Bergerak (*Running Speed*), dan Kecepatan Perjalanan (*Journey Speed*).

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitasnya atau rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas suatu pendekatan.

2. Mikroskopis

Arus lalu lintas secara mikroskopis merupakan suatu karakteristik secara individual dari kendaraan yang meliputi headway dan spacing.

a. Time Headway

Time headway merupakan salah satu variable dasar yang digunakan untuk menjelaskan pergerakan lalu lintas. Time headway adalah interval waktu antara dua kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan pada jalan raya secara berurutan dalam arus lalu lintas.

b. Spacing

Spacing didefinisikan sebagai jarak antara kendaraan yang berurutan di dalam arus lalu lintas, yang dihitung dari muka kendaraan yang satu dengan muka kendaraan di belakangnya (meter/kendaraan).

2.5. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Analisis simpang tak bersinyal yaitu berupa beberapa pembahasan, penjelasan tentang teori perhitungan dan rumus-rumus berdasarkan PKJI 2014. Tujuan analisis kinerja simpang adalah memperkirakan kapasitas dan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu terkait desain atau eksisting

geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan Simpang.

2.6. PTV Vissim

PTV VISSIM (*Planung Transportasi Verkher-Verkehr in Stadten Simulations Model*) adalah salah satu simulasi profesional yang dapat digunakan untuk pemodelan lalu-lintas. Dengan kelengkapan fitur yang disediakan, pembuatan simulasi menjadi lebih nyata dan mendekati kondisi yang sebenarnya. Melakukan simulasi secara detail dan akurat, VISSIM menciptakan kondisi terbaik untuk menguji skenario lalu-lintas yang berbeda sebelum di lapangan.. Parameter yang dihasilkan berupa *Simulation run*, *Time interval*, *Movement*, *Queue length*, *Queue length max*, *Vehicles*, *Persons (all)*, *Level Of Service Value (LOS V)*, *Vehicles delay (all)*, *Persons delay (all)*.

a. Kalibrasi

Kalibrasi pada Vissim dilakukan dengan mengubah nilai pada parameter - parameter yang terdapat pada *driving behavior*. Proses kalibrasi dilakukan secara trial and error pada parameter – parameter tersebut sehingga perilaku pada Vissim dapat menggambarkan perilaku seperti di lapangan.

b. Validasi

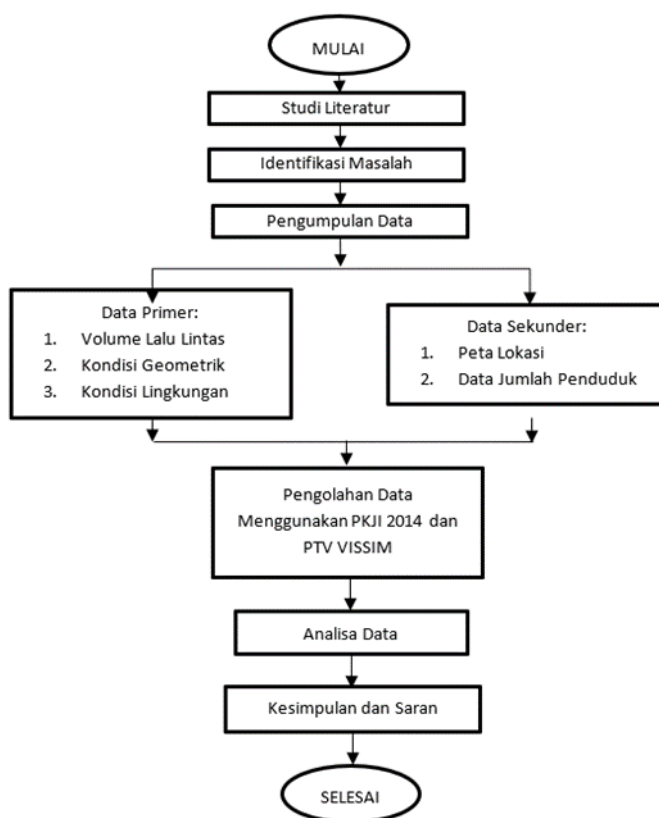
Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume kendaraan yang keluar dengan volume kendaraan yang diinput ke dalam VISSIM. Validasi adalah perbandingan parameter yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi dengan menggunakan VISSIM. Salah satu cara untuk validasi adalah dengan merubah nilai *random seed*.

3. Metode

Lokasi penelitian terletak pada Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi, Kec. Tomohon Tengah, Kota Tomohon. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan penelitian ini dilaksanakan berdasarkan bagan alir pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2022)



Gambar 2. Bagan Alir

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kondisi Geometrik Simpang

Dari hasil survey yang dilakukan di lokasi penelitian maka didapatkan data geometrik simpang Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Geometrik Simpang (Survei Penelitian, 2022)

Nama Jalan/ Pendekat	Lebar Jalan	Lebar Bahu Jalan	Median	Jumlah Lajur	Lebar Lajur
Jl. Raya Tomohon	8	2	-	2	4
Jl. Sam Ratulangi	7	1,3	-	2	3,5

4.2. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas yang akan digunakan dalam perhitungan adalah volume lalu lintas di jam puncak atau volume lalu lintas tertinggi yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tiga hari yaitu *weekend* (Sabtu) dan *weekday* (Kamis dan Jumat). Jenis kendaraan yang diamati yaitu Sepeda Motor (SM), Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KS) yang lalu dikonversi dengan nilai ekr ke skr/jam. Pengambilan data dilakukan selama 14 jam dengan interval 15 menit dari jam 06.00 – 20.00 WITA. Gambar 3, gambar 4 dan gambar 5 merupakan hasil survey volume lalu lintas selama tiga hari penelitian.

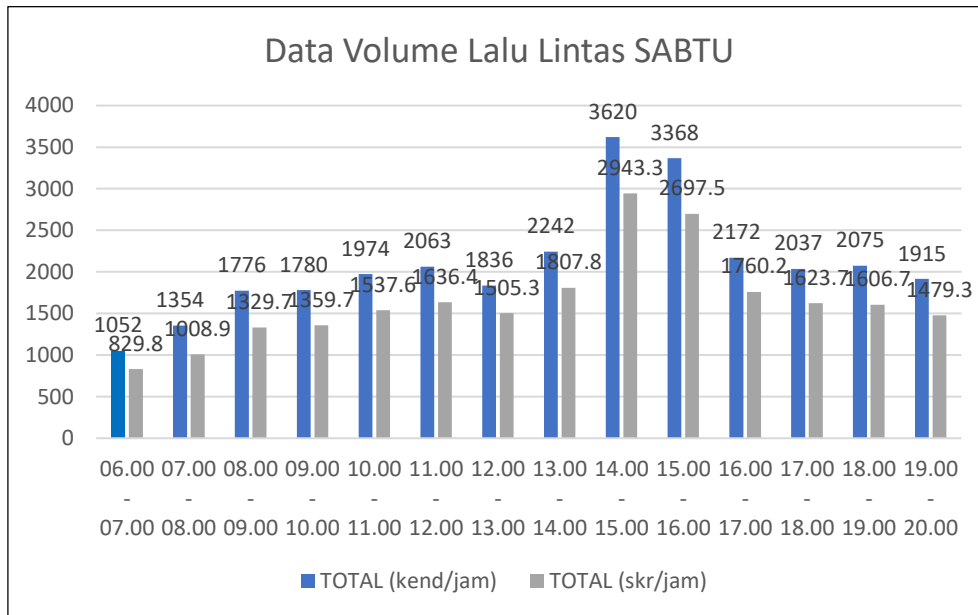
4.3. Kecepatan Arus Lalu Lintas

Data kecepatan arus lalu lintas di jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tiga hari yaitu *weekend* (Sabtu) dan *weekday* (Kamis dan Jumat). Jenis kendaraan yang diamati yaitu Sepeda Motor (SM), Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KS). Pengambilan

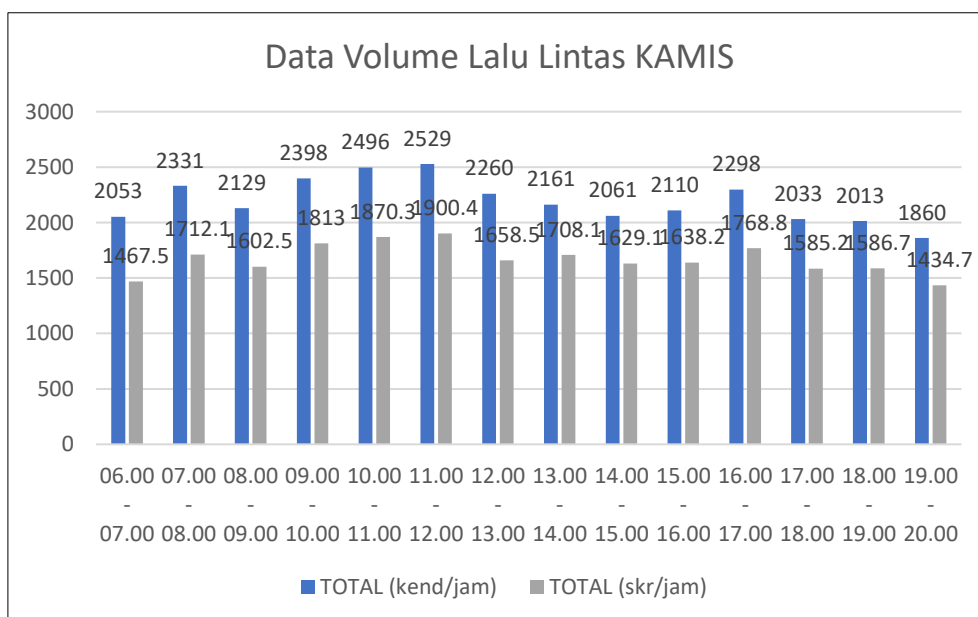
data dilakukan selama 14 jam dengan interval 15 menit dari jam 06.00 – 20.00 WITA. Dari hasil yang didapat pada lokasi penelitian didapat kecepatan rata-rata simpang paling rendah pada jam 06.00 – 07.00 untuk kendaraan sedang (KS) 9.80 km/jam, kendaraan ringan (KR) 21.96 km/jam dan sepeda motor (SM) 27,18 km/jam, dengan rata – rata kecepatan keseluruhan 18.02 km/jam.

4.4. Tipe Lingkungan Simpang

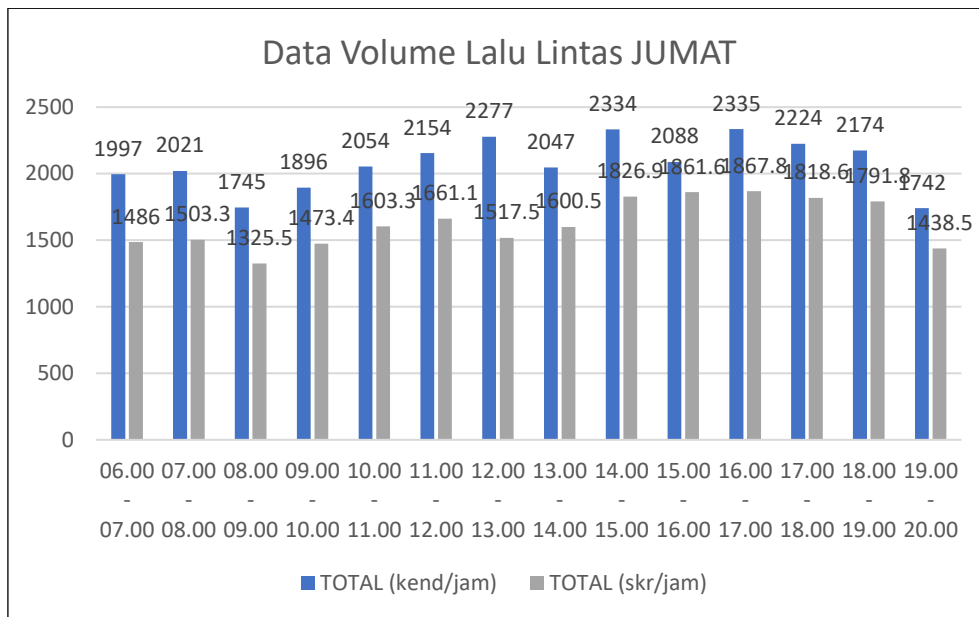
Pada simpang Jl. Raya Tomohon – Jl. Sam Ratulangi kota Tomohon 3 lengan dengan jumlah lajur minor 2 dan jumlah lajur jalan mayor 2 sehingga ditentukan tipe simpang adalah 322. Tipe lingkungan simpang termasuk dalam tipe komersial. Ukuran Kota Tomohon ditentukan dari jumlah penduduk yang berjumlah 100.587 jiwa, dengan demikian maka Kota Tomohon termasuk ukuran kota kecil.



Gambar 3. Data Lalu Lintas Sabtu (Survei Penelitian, 2022)



Gambar 4. Data Lalu Lintas Kamis (Survei Penelitian, 2022)



Gambar 5. Data Lalu Lintas Jumat (Survei Penelitian, 2022)

4.5. Data Hambatan Samping

Data hambatan samping dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tiga hari yaitu weekend (Sabtu) dan weekday (Kamis dan Jumat). Pengambilan data dilakukan selama 14 jam dengan interval 15 menit dari jam 06.00 – 20.00 WITA. Dari hasil yang didapat pada lokasi penelitian didapat total kejadian hambatan samping simpang 284 yang termasuk kelas hambatan samping rendah.

4.6. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Analisis kinerja simpang terbagi menjadi 4 bagian parameter yaitu Kapasitas simpang, Derajat Kejenuhan, Tundaan, dan Peluang Antrian. Analisis kinerja simpang menggunakan data volume jam puncak tertinggi yaitu Sabtu, 3 Desember 2022 pada pukul 14.00 – 15.00 WITA.

1. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{M_i}$$

a. Kapasitas Dasar (C₀)

Berdasarkan Tabel Kapasitas Dasar (C₀) PKJI 2014, tipe simpang yang sesuai dengan simpang yang ditinjau adalah tipe simpang 322 dengan nilai C₀ = 2700 skr/jam.

b. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata (F_{LP})

Perhitungan faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan didapat dengan cara menghitung terlebih dahulu lebar dari pendekatan jalan mayor dan minor.

$$b = 8 \text{ m}$$

$$c = 7 \text{ m}$$

$$d = 8 \text{ m}$$

$$LRP C = \frac{c}{2} = 1,75 \text{ m}$$

$$LRP BD = \frac{(b + (d/2))}{2} = 6 \text{ m}$$

$$LRP = LRP C + LRP BD = 7,75 \text{ m}$$

Berdasarkan tipe simpangnya F_{LP} dihitung dengan menggunakan rumus PKJI 2014 dari persamaan berikut.

$$F_{LP} = 0,7 + (0,0866 \times LRP)$$

$$F_{LP} = 1,37$$

c. Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor (F_M)

Berdasarkan kondisi simpangnya F_M dapat ditentukan dari tabel PKJI 2014, sehingga didapat nilai $F_M = 1$

- d. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})
Berdasarkan jumlah penduduk F_{UK} dapat ditentukan dari tabel PKJI 2014, sehingga didapat nilai $F_{UK} = 0,88$
- e. Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{HS})
Dengan menggunakan variabel dari data kondisi lingkungan dan tabel F_{HS} pada PKJI 2014, maka didapat nilai $F_{HS} = 0,95$
- f. Faktor Koreksi Arus Belok Kiri (F_{BK_i})
Faktor koreksi arus belok kiri dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.
 $FBK_i = 0,84 + 1,61 RBK_i$
 $FBK_i = 0,84 + 1,61 (0,46)$
 $FBK_i = 1,58$
- g. Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (F_{BK_a})
Faktor koreksi arus belok kiri dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.
 $FBK_a = 1,09 - 0,922 RBK_a$
 $FBK_a = 1,09 - 0,922 (0,27)$
 $FBK_a = 1,33$
- h. Faktor Koreksi Rasio Arus Dari Jalan Minor (F_{M_i})
Faktor koreksi arus jalan minor dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.
 $F_{m_i} = 1,19 \times R_{m_i}^2 - 1,19 \times R_{m_i} + 1,19$
 $F_{m_i} = 1,19 \times (0,54)^2 - 1,19 \times (0,54) + 1,19$
 $F_{m_i} = 0,89$

Dapat dihitung kapasitasnya :

$$C = 2700 \times 1,37 \times 1 \times 0,88 \times 0,95 \times 1,56 \times 1,33 \times 0,89 \text{ (skr/jam)}$$

$$C = 5783,4 \text{ skr/jam}$$

2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut,

$$DJ = \frac{q}{C}$$

$$DJ = \frac{2943,3}{5783,4}$$

$$DJ = 0,508$$

3. Tundaan

Tundaan ditentukan dengan:

a. Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan

Dikarenakan nilai $D_j < 0,60$ maka menggunakan persamaan 2.10 dapat diperoleh hasil:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DJ - (1 - DJ) \times 2$$

$$= 2 + 2,68982 \times 0,508 - (1 - 0,508) \times 2$$

$$= 2,38 \text{ det/skr}$$

b. Tundaan Lalu Lintas Bundaran

Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata (DTR) adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk ke dalam bundaran, dapat dihitung menggunakan persamaan dengan rumus:

$$(DTR) = \sum \frac{D_{Total}}{Q_{Masuk}}$$

$$= \frac{2,38}{0,59} = 4,03 \text{ det/skr}$$

c. Tundaan Bundaran

Tundaan bundaran rata-rata (DR) adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran, dapat dihitung menggunakan persamaan dengan hasil:

$$(DR) = DTR + 4$$

$$= 4,03 + 4$$

$$= 8,03 \text{ det/skr}$$

4. Peluang Antrian

Peluang antrian dinyatakan dalam bentuk persen (%). Peluang antrian ditentukan dengan mencari batas atas dan batas bawah dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Batas Atas peluang : } PA = 47,71 DJ - 24,68 DJ^2 + 56,47 DJ^3$$

$$PA = 47,71 (0,508) - 24,68 (0,508)^2 + 56,47 (0,508)^3$$

$$PA = 25,27 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Bawah peluang: } PB &= 9,02 DJ + 20,66 DJ^2 + 10,49 DJ^3 \\ PB &= 9,02 (0,505) + 20,66 (0,508)^2 + 10,49 (0,508)^3 \\ PB &= 11,28 \% \end{aligned}$$

Dengan demikian, peluang antrian yang terjadi pada Simpang ini berada diantara 11,28 % - 25,27 %.

4.7. Pemodelan PTV Vissim

Pada simulasi menggunakan PTV Vissim ini menggunakan data yang telah didapatkan dari hasil survey penelitian berupa data geometrik simpang, data arus lalu lintas jam puncak dan data kecepatan kendaraan. Berikut ini adalah Langkah-langkah untuk menjalankan simulasi pemodelan VISSIM.

1. *Network setting*
2. *Input background image*
3. *Pembuatan Link dan Connector*
4. *Vehicle input, vehicle compositions dan vehicle routes*
5. *Desired speed distributions*
6. *Conflict areas, reduced speed areas dan priority rules*
7. *Nodes, data collection point dan queue counters*
8. *Measurement definition*
9. *Evaluation configuration*
10. *Simulation parameter*
11. *Running*

a. Uji Validasi

Pengujian ini dilakukan untuk menguji tingkat keakuratan data dengan membandingkan data kecepatan pada setiap kendaraan antara kondisi eksisting dan simulasi PTV Vissim. Data pengujian yang diambil yaitu pada jam puncak selama 3 hari penelitian, di hari sabtu pada pukul 14.00 – 15.00 WITA.

- MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\%$$

Tabel 2. Range nilai MAPE

Nilai MAPE (%)	Kesimpulan
<10	Akurat
10 – 20	Baik
20 – 50	Wajar
>50	Tidak Akurat

Tabel 3. Hasil Uji Validasi MAPE Volume Sabtu, 3 Desember 2022 (Hasil Simulasi, 2022)

Hari	Pendekat	Eksisting	Sebelum Kalibrasi		Setelah Kalibrasi	
			Running	MAPE	Running	MAPE
Sabtu	Jalan Raya Tomohon (B)	782	839	7.29	793	1.41
	Jalan Sam Ratulangi (C)	1994	2162	8.43	1962	1.60
	Jalan Raya Tomohon (D)	844	1037	22.87	852	0.95

Tabel 4. Hasil Uji Validasi MAPE Kecepatan Sabtu, 3 Desember 2022 (Hasil Simulasi, 2022)

Lokasi	Jenis Kendaraan	Eksisting	Running	MAPE
Jalan Raya Tomohon (B)	KS	11.68	11.90	1.88
	KR	12.05	13.08	8.55
	SM	14.87	12.82	13.79
Jalan Sam Ratulangi (C)	KS	15.33	13.75	10.31
	KR	21.18	17.54	17.19
	SM	25.74	16.78	34.81
Jalan Raya Tomohon (D)	KS	11.03	13.73	24.48
	KR	9.49	18.14	91.15
	SM	12.24	16.96	38.56

b. Skenario Peningkatan Kinerja Simpang

1. Pemasangan Rambu – rambu lalu lintas

Pemasangan rambu – rambu lalu lintas ini berfungsi untuk meningkatkan kinerja simpang. Alternatif ini juga berfungsi untuk menurunkan nilai antrian yang tinggi.

a. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) Satu Warna

Pemasangan APILL satu warna dengan warna kuning atau lampu hati – hati untuk menyatakan agar pengguna jalan berhati – hati sebelum memasuki simpang. APILL dipasang 1 di tiap – tiap lengan dengan jarak sejauh 100 meter dari simpang sebagai titik 0.

b. Rambu Larangan Parkir dan Berhenti

Rambu larangan parkir dan berhenti dipasang untuk menurunkan nilai antrian yang terjadi akibat hambatan samping, seperti kendaraan yang parkir di sekitar simpang. Rambu – rambu dipasang 1 di tiap – tiap lengan dengan tiang berbentuk huruf F dan dipasang sejauh 50 meter dari simpang sebagai titik 0.

c. Rambu Perintah

Rambu perintah yang dipasang adalah rambu perintah mengikuti arahan yang ditunjukkan saat memasuki bundaran. Rambu – rambu ini dipasang di bagian tengah bundaran dengan jumlah 3 buah menghadap ke arah lengan simpang.

5. Kesimpulan

- Karakteristik simpang tiga tak bersinyal di Jalan Raya Tomohon – Jalan Sam Ratulangi Kota Tomohon didapatkan volume lalu lintas tertinggi (Q) hari Sabtu, 3 Desember 2022 pada pukul 14.00 – 15.00 WITA sebesar 2943,3 skr/jam, dengan tipe simpang yaitu 322 dan memiliki kategori hambatan samping rendah dengan total kejadian 100-299 kejadian per jam
- Hasil analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Raya Tomohon – Jalan Sam Ratulangi Kota Tomohon pada jam puncak di hari Sabtu, 3 Desember 2022 menggunakan metode PKJI 2014 diperoleh nilai volume lalu lintas (Q) sebesar 2943,3 skr/jam, nilai kapasitas (C) sebesar 5783,4 skr/jam, nilai Derajat Kejenuhan (DJ) sebesar 0,508, nilai tundaan simpang (T) sebesar 8,03 dengan tingkat pelayanan B, dan nilai peluang antrian (PA) sebesar 11,28 % - 25,27 %. Hasil tundaan pada simpang yang diperoleh dari software PTV VISSIM bernilai 13,95 det/skr dimana tingkat pelayanannya adalah C. Berdasarkan hasil perbandingan analisis menggunakan metode PKJI 2014 dengan hasil simulasi dari Software PTV VISSIM, dapat disimpulkan bahwa metode PKJI 2014 dengan hasil tingkat pelayanan B lebih efektif dibandingkan hasil simulasi PTV VISSIM dengan hasil tingkat pelayanan C.

Ahmad, M., Lefrandt, L., & Rompis, S. (2023). Analisis kinerja simpang bersinyal Menggunakan Metode PKJI Dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi – Jl. Babe Palar, Kota Manado). *TEKNO*, 67-77.

- Annas, M. F. (2006). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL : STUDI KASUS SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL JALAN SETURAN DAN JALAN BABARSAR.
- Anshorulloh, M. R., Herlina, N., & Raya, G. P. (2021). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN BUNDRAN (STUDI KASUS: BUNDRAN CIBIRU BANDUNG).
- Batu, J. C., Robby, & Silitonga, S. P. (2022). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS: KAWASAN JALAN CEMPAKA KOTA PALANGKARAYA).
- Bawangun, V. (2015). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL UNTUK SIMPANG JALAN W.R. SUPRATMAN DAN JALAN B.W. LAPIAN DI KOTA MANADO.
- Bowersox, C. (1981). Introduction to Transportation.
- Datu, V. V., Lefrandt, L. I., & Rumayar, A. L. (2018). ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN BUNDRAN (STUDI KASUS: BUNDRAN TUGU TOLOLIU TOMOHON).
- Fardiansa, L. J. (2022). EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 DAN SOFTWARE VISSIM 11 DI SIMPANG DIENG KOTA MALANG.
- Febrianda, Y. (n.d.). PEMODELAN LALU LINTAS MENGGUNAKAN PKJI 2014 DAN SOFTWARE VISSIM 9 PADA SIMPANG APILL MADUKISMO, RING ROAD SELATAN, YOGYAKARTA.
- Guswandi, Z., & Junaidi. (2018). Analisis Persimpangan Tidak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 (Studi Kasus: Jalan Sultan Syarif Kasim - Diponegoro).
- Hadihardaja, J. (1997). Sistem Transportasi. Jakarta : Universitas Guru Darma.
- Hobbs, F. D. (1995) Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Yogyakarta: Universitas Press.
- Ir. A. A. Ngr. Jaya Wikrama, M. (2017). STUDI SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Jalan Raya Uluwatu – Jalan Raya Kampus Unud).
- Ir. A. A. Ngr. Jaya Wikrama, M. (2019). Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jalan Raya Canggalu – Jalan Pantai Berawa).
- Juwita, F. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM 0.9 (Studi Kasus Jalan AH Nasution - Jalan Way Pangabuan - Jalan Tanggamus). Jurnal Teknik Sains, 44-50.
- Karels, D. W., Siki, A. W., & Hunggurami, E. (2021). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL PERSIMPANGAN JALAN W.J. LALAMENTIK DAN JALAN AMABI KOTA KUPANG.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)
- Morlok, E. K. (1998). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga: Jakarta.
- Muh. Syafa'at Ekiciputra, Yuliyanti Kadir, dan Frice L. Desei. (2022). ANALISIS KINERJA BUNDRAN (ROUNDABOUT) MENGGUNAKAN METODE PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2014 (Studi Kasus: Bundaran Saronde Kota Gorontalo)
- Nindita, F. A. (2020). ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta). 1-140.
- Prayitno, E. A., Abidin, Z., & Hunda, M. (2019). Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden - Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014.
- Purba, A., Herianto, D., Rahma, F. P., & Putra, S. (2018). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Suprpto - Jalan S.Parman Bandar Lampung. Jurnal Sipil Statik, 621-630.
- Rachmadiyahani, R. (2020). ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL EMPAT LENGAN MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 DAN APLIKASI PTV VISSIM 9.0 (Studi Kasus: Jl. Soekarno Hatta - Jl. Ibrahim Adjie).
- Romadhona, P., Ikhsan, T. N., Prasetyo, D. (2019). Aplikasi Pemodelan Lalu Lintas: PTV VISSIM 9.0.
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. (2015). ANALISA KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DI RUAS JALAN S.PARMAN DAN JALAN DI.PANJAITAN. Jurnal Sipil Statik, 747-758.
- Sibarani, L. T. (2018). ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2014 (Studi Kasus: Jl. Cilik Riwut - Jl. Tidar - Jl. Jaya Wijaya, Kota Sampit, Kalimantan Tengah).
- Simanjuntak, J. O., Simanjuntak, N., & Haref, O. I. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Deli Tua Pamah - Jl. Besar Deli Tua, Sumatera Utara). Jurnal Teknik Sipil 24-37
- Sriharyan, L., & Hadijah, I. (2021). ANALISA KINERJA SIMPANG PASAR UNIT 2 KABUPATEN TULANG BAWANG PROPINSI LAMPUNG DENGAN METODE PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2014.
- Sumina. (n.d.). ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN BUNDRAN (STUDI KASUS SIMPANG GLADAK SURAKARTA).
- Waris, M. (2018). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014.
- Widada, T. (2005). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG TUGA JALAN SOLO KM 13).
- Wikayanti, N., Azwansyah, H., & Kadarini, S. N. (n.d.). PENGGUNAAN SOFTWARE VISSIM UNTUK ANALISIS SIMPANG BERINYAL (STUDI KASUS JALAN SULTAN HAMID II – JALAN GUSTI SITUT MAHMUD – JALAN 28 OKTOBER- JALAN SELAT PANJANG).
- Zulfhazli. (2014). EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL (Studi Kasus Simpang Polantas Cunda dan Simpang Selat Malaka Kota Lhokseumawe)