



## Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean)

Micelly C. Sompie<sup>#a</sup>, Audie L. E. Rumayar<sup>#b</sup>, Sisca V. Pandey<sup>#c</sup>

*Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*  
<sup>a</sup>michelly.sompie@gmail.com; <sup>b</sup>audie\_rumayar@unsrat.ac.id; <sup>c</sup>sisca.pandey@unsrat.ac.id;

### Abstrak

Simpang tiga tak bersinyal merupakan tipe simpang yang paling banyak ditemukan di perkotaan dan seringkali mengalami kemacetan lalu lintas seperti pada simpang Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendean di Kota Manado merupakan simpang yang berada pada area komersil yaitu jalan yang menuju atau dari pusat kota, kawasan pertokoan, perkantoran, dan pendidikan sehingga arus lalu lintasnya sibuk dan berpotensi terjadi kemacetan, antrian dan tundaan. Maka, diperlukan analisis karakteristik simpang dan kinerja simpang tiga tak bersinyal menggunakan metode PKJI 2014, menganalisis kinerja putaran balik dengan metode PPPB 2005, dan simulasi menggunakan aplikasi PTV VISSIM 2014. Data lalu lintas diambil dari hasil survei lapangan selama tiga hari yaitu pada hari Senin 28 November 2022, Rabu 30 November 2022, dan Sabtu 3 Desember 2022. Diambil data volume puncak tertinggi yaitu pada hari Senin. Dari hasil analisis diperoleh derajat kejenuhan yaitu 2,06 det/skr. Hasil analisis kinerja u-turn didapat rasio antrian tertinggi yaitu 1,43 artinya terjadi antrian. Nilai tundaan berdasarkan output dari simulasi aplikasi PTV VISSIM yaitu 93,59 det/skr, sehingga mengakibatkan waktu tunggu yang lama bagi pengguna jalan. Level of service (LOS) simpang tiga tak bersinyal tersebut berada pada level F, artinya performa simpang kurang memadai. Berdasarkan hasil analisis disarankan beberapa solusi alternatif untuk meningkatkan kinerja simpang tiga tak bersinyal, seperti penertiban hambatan samping, pelebaran geometrik jalan, pemasangan kamera untuk memantau perilaku pengemudi dalam mematuhi rambu-rambu lalu lintas.

*Kata kunci: simpang tiga tak bersinyal, PKJI 2014, PTV Vissim*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Transportasi sangat penting untuk manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Transportasi diartikan sebagai perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dalam suatu daerah mengakibatkan peningkatan pergerakan manusia dan barang, sehingga semakin besar pula jumlah kendaraan yang digunakan dalam suatu daerah. Dengan demikian akan menimbulkan konflik lalu lintas yang rumit. Konflik tersebut salah satunya terjadi di persimpangan jalan.

Kota Manado yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara dengan luas wilayah 15.726 hektar dengan jumlah penduduk 453.182 jiwa pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara) mengalami peningkatan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan setiap tahunnya, sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan pengguna lalu lintas. Konflik dari peningkatan pengguna lalu lintas yang sering terjadi yaitu kemacetan, bagian jalan yang menimbulkan permasalahan lalu lintas biasanya terjadi pada persimpangan jalan di Kota Manado.

Dalam penelitian ini secara khusus menampilkan kinerja simpang yang ada di kota Manado dengan menganalisa variabel kinerja persimpangan antara lain; kapasitas jalan, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, dan volume lalu lintas. Lokasi penelitian di persimpangan Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean merupakan simpang tiga tak bersinyal

di Kota Manado, simpang ini merupakan jalan yang menuju atau dari pusat kota, karena kawasan ini termasuk daerah pertokoan, perkantoran, dan pendidikan sehingga arus lalu lintasnya cukup sibuk sehingga pada persimpangan ini berpotensi terjadi kemacetan, antrian dan tundaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dianalisis untuk mengetahui kinerja pada simpang dan juga upaya untuk mengatasi permasalahan pada simpang lengan tiga Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendeau dengan menggunakan metode PKJI 2014 (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014).

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau, bagaimana kinerja u-turn di simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau, serta bagaimana kinerja simpang tak bersinyal di simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau?

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu lokasi penelitian difokuskan pada simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau dan area yang diamati dalam penelitian ini sepanjang 50 m dari masing – masing lengan simpang.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis karakteristik simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau, menganalisis kinerja u-turn di simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau, serta menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di simpang tiga tak bersinyal di Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendeau.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh yaitu dapat dijadikan bahan referensi pengembangan pengetahuan bagi mahasiswa, sebagai bahan pembelajaran dan informasi bagi masyarakat, dan sebagai bahan masukan untuk penetapan sistem lalu lintas demi terciptanya keamanan dan kenyamanan dalam sistem lalu lintas.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Simpang

Simpang jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (AASHTO 2001 dalam C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2003:274). Berdasarkan pengaturan arus lalu lintas pada simpang, simpang berdasarkan sistem pengendalian dibedakan menjadi simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Dan jenis simpang berdasarkan keadaan geometrik dibedakan menjadi persimpangan sebidang dan persimpangan tak sebidang.

### 2.2. Titik Konflik pada Simpang

Menurut Hobbs (1995), arus lalu lintas dari berbagai arah akan bertemu pada suatu titik persimpangan, kondisi tersebut menyebabkan terjadinya konflik antara pengendara dari arah yang berbeda. Konflik antar pengendara dibedakan menjadi dua titik konflik yang meliputi beberapa hal sebagai berikut :

1. Konflik primer, yaitu konflik antara lalu lintas dari arah memotong.
2. Konflik sekunder, yaitu konflik antara arus lalu lintas arah lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.

### 2.3. Karakteristik Simping Tak Bersinyal

Karakteristik menjelaskan ciri arus lalu lintas secara kuantitatif dalam kaitannya dengan kecepatan, besarnya arus dan kepadatan lalu lintas serta hubungannya dengan waktu maupun jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Karakteristik lalu lintas yang di hitung dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Geometrik  
Kondisi geometrik dibuat dalam bentuk sketsa yang memberikan gambaran tentang bentuk simping dan mengenai informasi lebar jalur, bahu dan median.
2. Hambatan Samping  
Hambatan samping adalah kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas.
3. Arus Lalu Lintas  
Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam ( $Q_{kend}$ ), atau skr/jam ( $Q_{skr}$ ), atau skr/hari (LHRT).
4. Kecepatan  
Kecepatan aktual lalu lintas yang dinyatakan dalam km/jam.

### 2.4. Analisis Kinerja U-Turn

Putaran balik adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok 180°. Menurut Tata Cara Perencanaan Pemisah (1990), median atau pemisah tengah didefinisikan sebagai suatu jalur bagian jalan yang terletak di tengah, tidak digunakan untuk lalu lintas kendaraan dan berfungsi memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah serta mengurangi daerah konflik bagi kendaraan yang akan berbelok sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kelancaran lalu lintas di jalan tersebut. Perencanaan lokasi putaran balik harus memperhatikan aspek-aspek perencanaan geometri jalan dan lalu lintas, yaitu :

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. Fungsi Jalan            | 5. Lebar bahu jalan                          |
| 2. Klasifikasi jalan       | 6. Volume lalu lintas per lajur              |
| 3. Lebar median            | 7. Jumlah kendaraan berputar balik per menit |
| 4. Lebar lajur lalu lintas |  |

Menurut Pedoman Perencanaan Putaran Balik (2005) bukaan median direncanakan untuk mengakomodasi kendaraan agar dapat melakukan gerakan putaran balik pada tipe jalan terbagi, serta dapat mengakomodasikan gerakan memotong dan belok kanan. Analisa terhadap *U - Turn* akan menggunakan "Teori Antrian". Menurut Adolf D. May (1990) antrian akan terjadi apabila waktu pelayanan lebih lama dibandingkan dengan waktu kedatangan, atau nilai  $p$  maksimal bernilai 1. Apabila nilai  $p > 1$ , maka di fasilitas tersebut terjadi antrian kendaraan.

### 2.5. Analisis Kinerja Simping

Tujuan analisis kapasitas adalah memperkirakan kapasitas dan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu terkait desain atau eksisting geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan Simping. Prosedur perhitungan kapasitas dan penentuan kinerja lalu lintas simping menurut PKJI 2014 terdapat tiga langkah utama, yaitu:

1. Langkah A: Data Masukan
2. Langkah B: Kapasitas Simping, dan
3. Langkah C: Kinerja Lalu lintas

### 2.6. PTV Vissim

VISSIM merupakan simulasi mikroskopis, berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program ini dapat digunakan untuk

menganalisa operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, tempat perhentian dan lain – lain. (Modul Pembelajaran *Traffic Micro-simulation Program PTV. Vissim 9*, 2017).

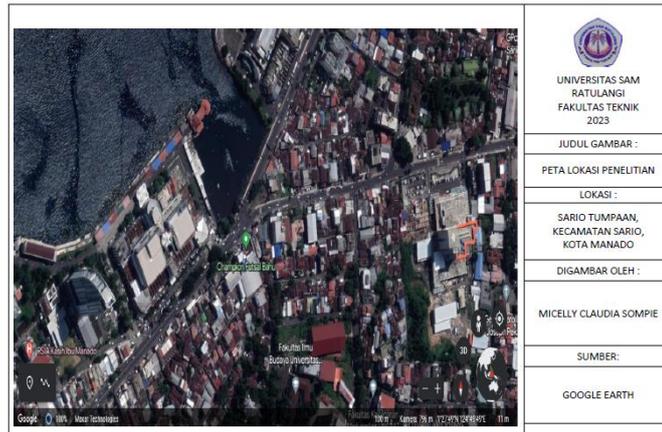
### 1. Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan mengubah nilai pada parameter - parameter yang terdapat pada *driving behavior (trial and error)* sehingga dapat menggambarkan perilaku seperti di lapangan.

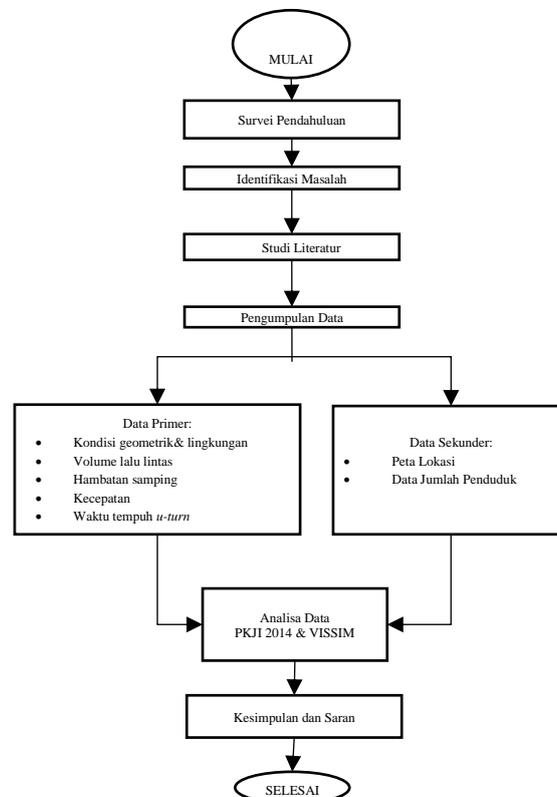
### 2. Validasi

Validasi model dilakukan untuk mengetahui apakah model Vissim dapat menggambarkan kondisi di lapangan atau tidak dengan parameter volume kendaraan, kecepatan dan tundaan. Validasi model pada penelitian ini menggunakan uji statistik GEH dan MAPE.

## 3. Metode Penelitian



**Gambar 1.** Lokasi penelitian (Google Earth, 2022)

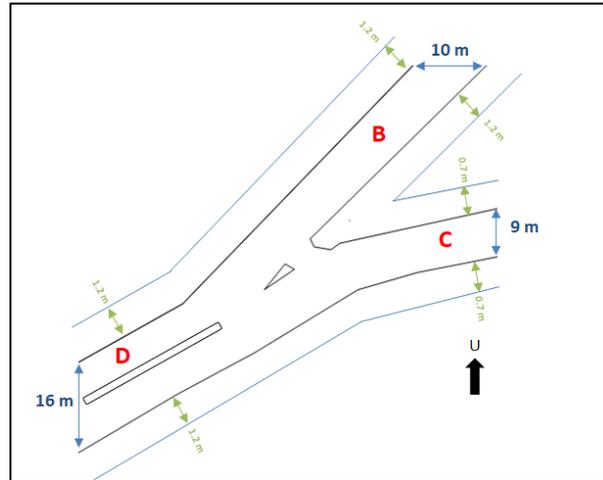


**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Kondisi Geometrik Simpang

Dari hasil survey yang dilakukan di lokasi penelitian maka didapatkan data geometrik simpang Jl Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendean, seperti pada Gambar 3 dan Tabel 1.



**Gambar 3.** Geometrik Simpang

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

Pendekat	Lebar Jalan (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Median (m)	Jumlah Lajur	Lebar Lajur (m)
B	10	1,2	-	4	2,5
D	16	1,2	0,4	4	4
C	9	0,7	-	2	4,5

### 4.2. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas di jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tiga hari yaitu 2 hari kerja (Senin dan Rabu) dan 1 hari libur (Sabtu). Penelitian ini menggunakan data volume tertinggi selama 3 hari penelitian. 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 12 jam dengan interval 15 menit dari jam 07.00 – 19.00 WITA. Berikut ini hasil survey volume lalu lintas pada jam puncak tertinggi pada setiap hari:

Hari Senin, 28 November 2022 Pukul 17.00 – 18.00 WITA = 3870,6 skr/jam

Hari Rabu, 30 November 2022 Pukul 14.00 – 15.00 WITA = 3796,8 skr/jam

Hari Sabtu, 3 Desember 2022 Pukul 12.00 – 13.00 WITA = 3732,2 skr/jam

### 4.3. Kecepatan Arus Lalu Lintas

Pengambilan data kecepatan dilakukan selama 12 jam dengan interval 15 menit dari jam 07.00 – 19.00 WITA. Berikut ini hasil survey kecepatan arus lalu lintas.

**Tabel 2.** Data Kecepatan Arus Lalu Lintas Jl. Bethesda  
(Analisis Data, 2023)

JL. BETHESDA				
KENDARAAN RINGAN				
Hari/Tanggal	Jam	Kecepatan Rata – Rata Tertinggi (Km/Jam)	Jam	Kecepatan Rata – Rata Terendah (Km/Jam)
Senin / 28 November 2022	08.00 – 09.00	25,28	18.00 – 19.00	9,87
Rabu / 30 November 2022	08.00 – 09.00	25,52	18.00 – 19.00	12,30
Sabtu / 3 Desember 2022	07.00 – 08.00	32,10	13.00 – 14.00	13,03
SEPEDA MOTOR				
Senin / 28 November 2022	07.00 – 08.00	32,14	18.00 – 19.00	17,48
Rabu / 30 November 2022	08.00 – 09.00	32,46	15.00 – 16.00	17,24
Sabtu / 3 Desember 2022	07.00 – 08.00	33,14	16.00 – 17.00	18,63

**Tabel 3.** Data Kecepatan Arus Lalu Lintas Jl. Wolter Monginsidi  
(Analisis Data, 2023)

JL. WOLTER MONGINSIDI				
KENDARAAN RINGAN				
Hari/Tanggal	Jam	Kecepatan Rata – Rata Tertinggi (Km/Jam)	Jam	Kecepatan Rata – Rata Terendah (Km/Jam)
Senin / 28 November 2022	08.00 – 09.00	16,25	10.00 – 11.00	12,03
Rabu / 30 November 2022	10.00 – 11.00	22,24	17.00 – 18.00	10,29
Sabtu / 3 Desember 2022	07.00 – 08.00	32,22	16.00 – 17.00	8,66
SEPEDA MOTOR				
Senin / 28 November 2022	13.00 – 14.00	20,81	17.00 – 18.00	15,12
Rabu / 30 November 2022	10.00 – 11.00	29,01	17.00 – 18.00	13,06
Sabtu / 3 Desember 2022	07.00 – 08.00	38,92	16.00 – 17.00	11,85

#### 4.4. Tipe Lingkungan Simpang

Pada simpang Jl. Bethesda – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Piere Tendean terdapat 3 lengan dengan jumlah lajur minor 4 dan jumlah lajur jalan mayor 2 sehingga ditentukan tipe simpang adalah 324. Tipe lingkungan simpang termasuk dalam tipe komersial karena pada lokasi tersebut terdapat kawasan pertokoan, perkantoran, dan pendidikan. Ukuran Kota Manado ditentukan dari jumlah penduduk yang berjumlah 451.916 jiwa, dengan demikian maka Kota Manado dikategorikan sebagai kota kecil.

#### 4.5. Volume U-Turn

Pengambilan data dilakukan selama 12 jam dengan interval 15 menit dari jam 07.00 – 19.00 WITA. Berikut ini hasil survey volume *U – Turn* tertinggi selama 3 hari penelitian:

- Hari Senin, 28 November 2022 volume tertinggi pada pukul 14.00 – 15.00 WITA dengan total 240,4 skr/jam.
- Hari Rabu, 30 November 2022 volume tertinggi pada pukul 17.00 – 18.00 WITA dengan total 181 skr/jam
- Hari Sabtu, 3 Desember 2022 volume tertinggi pada pukul 12.00 – 13.00 WITA dengan total 163,8 skr/jam

#### 4.6. Waktu Tempuh U-Turn

Pengambilan data dilakukan selama 12 jam dengan interval 15 menit dari jam 07.00 – 19.00 WITA. Berikut ini hasil survey waktu tempuh *U – Turn* tertinggi selama 3 hari penelitian.

- Hari Senin, 28 November 2022 waktu tempuh tertinggi pada pukul 18.00 – 19.00 WITA yaitu selama 26,16 detik.
- Hari Rabu, 30 November 2022 waktu tempuh tertinggi pada pukul 15.00 – 16.00 WITA yaitu selama 14,07 detik.

- c. Hari Sabtu, 3 Desember 2022 waktu tempuh tertinggi pada pukul 10.00 – 11.00 WITA yaitu selama 11,26 detik.

#### 4.7. Data Hambatan Samping

Pengambilan data dilakukan selama 12 jam dengan interval 15 menit dari jam 07.00 – 19.00 WITA. Berikut ini hasil survey hambatan samping selama 3 hari penelitian.

**Tabel 4.** Data Hambatan Samping Tertinggi  
(Analisis Data, 2023)

Hari/Tanggal	Waktu	Total	Kelas HS
Senin / 28 November 2022	13.00 – 14.00	737	Tinggi
Rabu / 30 November 2022	14.00 – 15.00	767,7	Tinggi
Sabtu / 3 Desember 2022	18.00 – 19.00	769,5	Tinggi

#### 4.8. Analisis Kinerja Putaran Balik (U-Turn)

Analisis kinerja putaran balik menggunakan data volume *u – turn* tertinggi yaitu pada hari Senin, 28 November 2022 pada pukul 18.00 – 19.00 WITA.

##### 1. Tingkat Pelayanan

$$\mu = \frac{3600}{\text{lama waktu manuver kendaraan U-Turn}} \quad (1)$$

$$\mu = \frac{3600}{26,16} = 137,61$$

##### 2. Rasio Antrian

$$p = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

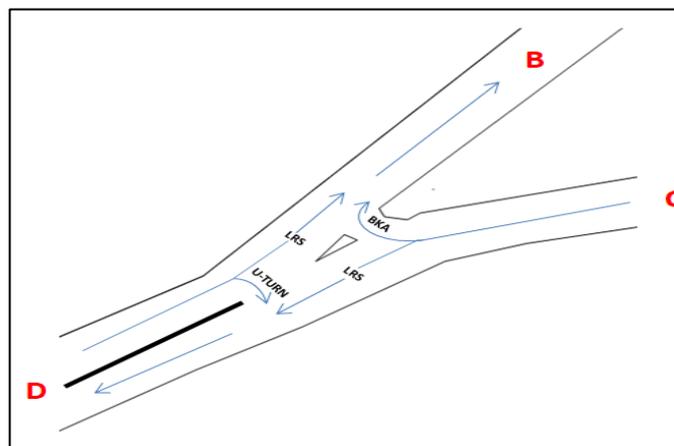
$$p = \frac{196,6}{137,61} = 1,43$$

#### 4.9. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Analisis kinerja simpang menggunakan data volume jam puncak tertinggi yaitu Senin, 28 November 2022 pada pukul 17.00 – 18.00 WITA.

##### 1. Analisis Rasio Belok Samping

Pada simpang ini, Pendekat B (Jl. Piere Tendean) - Pendekat D (Jl. Wolter Monginsidi) merupakan Jalan Mayor, dan Pendekat C (Jl. Bethesda) merupakan Jalan Minor. Berdasarkan hasil survei volume kendaraan di simpang tiga tak bersinyal Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean, diperoleh hasil perhitungan rasio arus belok simpang sebagai berikut:



**Gambar 4.** Arah Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang

- Arus Total Belok Kiri
 
$$Q_{T.Bki} = Q_{B.Bki} + Q_{C.Bki} + Q_{D.Bki} \quad (3)$$

$$Q_{T.Bki} = 0 + 0 + 0$$

$$Q_{T.Bki} = 0 \text{ (Tidak ada arus belok kiri)}$$
  - Arus Total Belok Kanan
 
$$Q_{T.Bka} = Q_{B.Bka} + Q_{C.Bka} + Q_{D.Bka} \quad (4)$$

$$Q_{T.Bka} = 0 + 1033 + 0$$

$$Q_{T.Bka} = 1033$$
  - Rasio Arus Belok Kiri Total
 
$$R_{Bki} = Q_{T.Bki} / Q_T \quad (5)$$

$$R_{Bki} = 0 / 3870,6$$

$$R_{Bki} = 0$$
  - Rasio Arus Belok Kanan Total
 
$$R_{Bka} = Q_{T.Bka} / Q_T \quad (6)$$

$$R_{Bka} = 1033 / 3870,6$$

$$R_{Bka} = 0,1683$$
  - Rasio Arus Jalan Minor
 
$$R_{mi} = Q_{MI} / Q_T \quad (7)$$

$$R_{mi} = 2430,8 / 3870,6$$

$$R_{mi} = 0,628$$
  - Rasio Arus Jalan Mayor
 
$$R_{ma} = Q_{MA} / Q_T \quad (8)$$

$$R_{ma} = 1439,8 / 3870,6$$

$$R_{ma} = 0,372$$
2. Kapasitas Simpang
- Lebar rata – rata pendekat ( $L_{RP}$ ) dan Tipe Simpang
 
$$L_{RP} = (b + c + d) / 3 \quad (9)$$

$$L_{RP} = (10 + 8 + 9) / 3$$

$$L_{RP} = 9 \text{ m}$$
  - Kapasitas Dasar ( $C_0$ )
 

Kapasitas dasar di tentukan berdasarkan tipe simpang. Untuk itu ditentukan kapasitas dasar simpang sebesar 3200 skr/jam
  - Faktor koreksi lebar pendekat
 
$$F_{LP} = 0.62 + 0.0646 \times L_{RP} \quad (10)$$

$$F_{LP} = 0.62 + 0.0646 \times 9$$

$$F_{LP} = 1.2014$$
  - Faktor koreksi penyesuaian median jalan mayor ( $F_M$ )
 

Ditentukan  $F_M$  sebesar 1,05, dikarenakan adanya median < 3 pada jalan mayor (Jl. Wolter Monginsidi).
  - Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{UK}$ )
 

Berdasarkan data jumlah penduduk Kota Manado yang di ambil dari badan pusat statistik Tahun 2020 terdapat 451.916 jiwa, maka ditentukan nilai  $F_{UK}$  sebesar 0.88.
  - Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
 

Kelas tipe lingkungan yaitu daerah komersial, kelas hambatan samping tinggi dan rasio kendaraan tak bermotor 0, maka diambil nilai  $F_{HS}$  yaitu 0,93
  - Faktor koreksi arus belok kiri
 

Pada simpang ini tidak ada arus belok kiri maka  $F_{Bki}$  adalah 1 yang artinya simpang tidak dipengaruhi oleh arus kendaraan yang belok kiri.

$$F_{Bki} = 1 \quad (11)$$
  - Faktor koreksi arus belok kanan
 
$$F_{Bka} = 1,09 + 0,922 R_{Bka} \quad (12)$$

$$F_{Bka} = 1,09 + 0,922 \times 0,1683$$

$$F_{Bka} = 0,93$$
  - Faktor penyesuaian arus minor ( $F_{MI}$ )
 
$$F_{MI} = -0,555 \times R_{MI}^2 + 0,555 \times R_{MI}^3 + 0,69 \quad (13)$$

$$F_{MI} = -0,555 \times (0,63)^2 + 0,555 \times (0,63)^3 + 0,69$$

$$F_{MI} = 0,61$$

- Kapasitas Simpang (C)

$$C = C_o \times FLP \times Fm \times FUK \times FHS \times FBKi \times FBKa \times FRmi \quad (14)$$

$$C = 3200 \times 1,2014 \times 1,05 \times 0,88 \times 0,93 \times 1 \times 0,93 \times 0,61$$

$$C = 1879 \text{ skr /jam}$$

### 3. Analisis Kinerja Simpang

- Derajat Kejenuhan ( $D_j$ )

$$D_j = \frac{Q}{C} \quad (15)$$

$$D_j = \frac{3870,6}{1879}$$

$$D_j = 2,06$$

- Analisis Tundaan

Tundaan Lalu Lintas ( $T_{LL}$ )

$$T_{LL} = \frac{1.0504}{(0.2742 - 0.2042 \times D_j)} - (1 - D_j)^2 \quad (16)$$

$$T_{LL} = \frac{1.0504}{(0.2742 - 0.2042 \times 2,06)} - (1 - 2,06)^2$$

$$T_{LL} = -8,30 \text{ det/skr}$$

Tundaan Lalu lintas mayor

$$T_{LLma} = \frac{1.0503}{(0.3460 - 0.2460 \times D_j)} - (1 - D_j)^{1.8} \quad (17)$$

$$T_{LLma} = \frac{1.0503}{(0.3460 - 0.2460 \times 2,06)} - (1 - 2,06)^{1.8}$$

$$T_{LLma} = -4,632 \text{ det/skr}$$

Tundaan Lalu lintas minor

$$T_{LLmi} = \frac{Q_{tot} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLma}}{Q_{mi}}$$

$$T_{LLmi} = \frac{3870,6 \times (-8,30) - 1439,8 \times (-4,632)}{2430,8}$$

$$T_{LLmi} = -10,473 \text{ det/skr}$$

Tundaan Geometri

$$T_G = 4$$

Tundaan

$$T = T_{LL} + T_G \quad (18)$$

$$T = -8,30 + 4$$

$$T = -4,30 \text{ det/skr}$$

- Peluang Antrian ( $P_A$ )

Batas Bawah

$$P_A = 9.02 \times D_j + 20.66 \times D_j^2 + 10.49 \times D_j^3 \quad (19)$$

$$P_A = 9.02 \times 2,06 + 20.66 \times 2,06^2 + 10.49 \times 2,06^3$$

$$P_A = 197,8\%$$

Batas Atas

$$P_A = 47.7 \times D_j + 24.68 \times D_j^2 + 56.47 \times D_j^3 \quad (20)$$

$$P_A = 47.7 \times 2,06 + 24.68 \times 2,06^2 + 56.47 \times 2,06^3$$

$$P_A = 486,8 \%$$

#### 4.10. 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. *Background*
2. *Pembuatan Link dan Connector*
3. *Vehicle inputs, vehicle compositions dan vehicle routes*
4. *Conflict areas*
5. *Reduced speed areas*
6. *Data collection point dan queue counters*
7. *Measurement definition*
8. *Pedestrian input dan static pedestrian routes*
9. *Parking input dan parking routes*
10. *Evaluation configuration*
11. *Data collection result*
12. *Node result*
13. *Delay result*

### 1. 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 Senin pada pukul 17.00 – 18.00 WITA.

- **GEH (Geoffrey E. Havers)**

$$\sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \quad (21)$$

**Tabel 5.** Range Nilai GEH

Range GEH	Keterangan
<5 %	Kondisi terpenuhi: tidak ada masalah
5 - 10 %	perhatian, mungkin perlu diselidiki lebih lanjut. Bisa dikatakan bahwa pada kondisi ini model error
>10 %	tidak memenuhi persyaratan GEH, menandakan masalah

**Tabel 6.** Hasil Uji Validasi GEH Volume Senin, 28 November 2022  
(Analisis Data, 2023)

Lokasi	Jenis Kendaraan	Volume		
		Eksisting	Running	GEH %
Jalan Bethesda	SM	2967	2942	0,46
Jalan Wolter Monginsidi	KR	4356	4259	1,48

- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)**

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t + F_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (26)$$

**Tabel 7.** Range Nilai MAPE

Range MAPE	Keterangan
<10 %	Kompetensi Model Peramalan Sangat Baik
10 - 20 %	Kompetensi Model Peramalan Baik
20 - 50 %	Kompetensi Model Peramalan Layak
>50 %	Kompetensi Model Peramalan Buruk

**Tabel 8.** Hasil Uji Validasi MAPE Kecepatan Senin  
(Analisis Data, 2023)

Lokasi	Jenis Kendaraan	Eksisting	Running	MAPE
Jalan Bethesda	SM	20.00	11.89	40.53%
	KR	10.08	10.79	7.04%
Jalan Wolter Monginsidi	SM	15.10	15.03	0.44%
	KR	13.40	11.87	11.42%

**Tabel 9.** Hasil Uji Validasi MAPE Kecepatan Rabu  
(Analisis Data, 2023)

Lokasi	Jenis Kendaraan	Eksisting	Running	MAPE
Jalan Bethesda	SM	17.30	11.99	30.72%
	KR	14.10	10.14	28.09%
Jalan Wolter Monginsidi	SM	19.10	11.96	37.38%
	KR	15.50	17.60	13.55%

**Tabel 10.** Hasil Uji Validasi MAPE Kecepatan Sabtu  
(Analisis Data, 2023)

Lokasi	Jenis Kendaraan	Eksisting	Running	MAPE
Jalan Bethesda	SM	23.40	12.44	46.82%
	KR	13.50	10.35	23.36%
Jalan Wolter Monginsidi	SM	18.40	12.77	30.61%
	KR	15.70	17.60	12.10%

## 2. Hasil Simulasi PTV Vissim

Hasil dari simulasi vissim untuk kondisi eksisting, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3 dapat dilihat dibawah ini.

**Tabel 11.** Hasil Simulasi PTV Vissim pada Kondisi Eksisting Jalan  
(Hasil Simulasi, 2023)

No	Lengan Simpang	Tundaan (det/skr)
1	Jl. Bethesda - Jl. Piere Tendean	71.26
2	Jl. Bethesda - Jl. Wolter Monginsidi	89.76
3	Jl. Wolter Monginsidi - Jl. Piere Tendean	100.80
	Simpang	93.59

- Skenario 1: Pelebaran Geometrik

Alternatif ini berfungsi untuk peningkatan kinerja simpang dan untuk mengurangi konflik di simpang.

**Tabel 12.** Skenario Pelebaran Geometrik Jalan  
(Hasil Simulasi, 2023)

No	Lengan Simpang	Tundaan (det/skr)
1	Jl. Bethesda - Jl. Piere Tendean	23.78
2	Jl. Bethesda - Jl. Wolter Monginsidi	34.37
3	Jl. Wolter Monginsidi - Jl. Piere Tendean	28.41
	Simpang	29.41

- Skenario 2: Penertiban Hambatan Samping

Alternatif ini berfungsi untuk peningkatan kinerja simpang dan untuk mengurangi konflik di simpang.

**Tabel 13.** Skenario Pelebaran Geometrik Jalan  
(Hasil Simulasi, 2023)

No	Lengan Simpang	Tundaan (det/skr)
1	Jl. Bethesda - Jl. Piere Tendean	13.04
2	Jl. Bethesda - Jl. Wolter Monginsidi	22.43
3	Jl. Wolter Monginsidi - Jl. Piere Tendean	53.93
Simpang		34.60

- Skenario 3: Penertiban Hambatan Samping & Pelebaran Geometrik  
Alternatif ini berfungsi untuk peningkatan kinerja simpang dan untuk mengurangi konflik di simpang.

**Tabel 14.** Skenario Pelebaran Geometrik Jalan  
(Hasil Simulasi, 2023)

No	Lengan Simpang	Tundaan (det/skr)
1	Jl. Bethesda - Jl. Piere Tendean	15.73
2	Jl. Bethesda - Jl. Wolter Monginsidi	13.81
3	Jl. Wolter Monginsidi - Jl. Piere Tendean	38.79
Simpang		23.84

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data diambil kesimpulan :

1. Karakteristik simpang tiga tak bersinyal di Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean Kota Manado didapatkan volume lalu lintas tertinggi (Q) hari Senin, 28 November 2022 yaitu pada pukul 17.00 – 18.00 WITA sebesar 3870,6 skr/jam, dengan tipe simpang yaitu 324 dan memiliki kategori hambatan samping tinggi dengan total kejadian 500-899 kejadian per jam.
2. Analisis kinerja putaran balik (U-Turn) pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean Kota Manado selama 3 hari penelitian didapat rasio u-turn tertinggi yaitu 1,43 di hari Senin sehingga pada simpang ini terjadi antrian pada putaran balik karena  $> 1,0$ .
3. Hasil analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendean pada jam puncak di hari Senin, 28 November 2022 menggunakan metode PKJI 2014 diperoleh nilai volume lalu lintas (Q) sebesar 3870,6 skr/jam, nilai kapasitas (C) sebesar 1879 skr/jam, nilai Derajat Kejenuhan (DJ) sebesar 2,05, nilai tundaan simpang (T) sebesar -8,30 dan nilai peluang antrian (PA) sebesar 197,81 % - 486,79%. Metode analisis menggunakan PKJI 2014 kurang akurat dalam mengidentifikasi simpang yang nilai derajat kejenuhan  $DJ > 2$  sehingga hasil tundaan yang diperoleh bernilai negatif. Hasil output yang diperoleh dari PTV Vissim setelah kalibrasi, diperoleh nilai tundaan pada simpang yaitu 93,59 det/skr dimana tingkat pelayanannya adalah F.

## Referensi

- Alamsyah, A. A. 2005. *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: Umm Press.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara*. Accessed
- Bahansubu, Fatimah Az-Zahra , Meike M Kumaat, Sisca V Pandey. 2023. "Analisis Pengaruh Hambatan Samping Di Simpang Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Zero Point Kota Manado)." *Tekno* Vol. 21, No. 83: 157-166.
- Datu, Virginia Victoria, Audie L. E. Rumayar, Lucia I. R. Lefrandt. 2018. "Analisis Simpang Tak Bersinyal Dengan Bundaran (Studi Kasus: Bundaran Tugu Tololiu Tomohon)" *Jurnal Sipil Statik* Vol.6 No.6 Juni 2018 (423-430)
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Pedoman Perencanaan Putaran Balik (U-Turn)*
- Deygo Mata, Audie L. E. Rumayar, Sisca V. Pandey. 2021. "Analisa Kinerja Ruas Jalan Stadion Klabat

- Manado” Jurnal Sipil Statik Vol.9 No.4 Juli 2021 (633-644)
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014. Pedomana Kapasitas Jalan Indonesia (Pkji). Jakarta.
- Dolly W. Karels. 2021. “Analisis Kinerja Simpang Takbersinyal Persimpangan Jalan W. J. Lalamentik Dan Jalan Amabi Kota Kupang” Jurnal Teknik Sipil, Vol. 10, No. 1, April 2021
- Efendi, Syarifudin. 2020. Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Empat Bengkel Labuapi Lombok Barat)
- Gapi, Irfan M, Lucia I. R. Lefrandt, Semuel Y. R. Rompis 2022. “Analisa Kinerja Simpang Lengan Tiga Tak Bersinyal Studi Kasus: Simpang Lengan Tiga Jl. Raya Bastiong – Jl. Raya Mangga Dua - Jl. Sweering Mangga Dua Di Kota Ternate” Tekno Vol. 20, No. 80
- Hoobs F. D. 1995. Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas. Yogyakarta: Universitas Press
- Hutabarat, Maulana Irham Mora. 2021. Analisis Kinerja Simpang Lima Lengan Tak Bersinyal Pada Jalan Horas Kota Sibolga
- Khisty, C. J., Dan B. K. Lall. (2003). Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi, Jilid 2. Jakarta: Erlangga
- Kulo, Eko Putranto, Semual Y. R. Rompis, James A. Timboeleng 2017. Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Analisa Gap Acceptance Dan Mkji 1997. Jurnal Sipil Statik. Vol. 5, No. 2, 51-66.
- Kumita, M. Haykal Reza. 2022. Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Berdasarkan Metode Pkji 2014 (Studi Kasus: Simpang Rel Kereta Api Desa Geudong Teungoh Kecamatan Kota Juang Kabupaten Bireuen). Jurnal Rekayasa, Teknik & Teknologi. Vol. 6, No. 1
- Maer, Juliana, Lucia I. R Lefrandt, James A. Timboeleng 2019. Analisis Pengaruh U-Turn Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas di Ruas Jalan Robert Wolter Monginsidi Kota Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.12 (1569-1584)
- Modul Pembelajaran Traffic Micro-Simulation Program Ptv. Vissim 9
- Morlok E. K, 1985, Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta.
- Oglesby Clarkson H. D, Hicks R. Gary. 1988. Teknik Jalan Raya, Edisi Keempat, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta Pusat.
- Otay, Yosua Andre, Lucia I. R. Lefrandt, Sisca V. Pandey. 2020. “Kinerja Simpang Tak Bersinyal Di Kota Manado (Studi Kasus: Jalan Sam Ratulangi, Winangun)” Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.6 November 2020 (867-870)
- Paendong, Adesyafitri Aprilita. 2020. “Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tak Bersinyal Lengan Tiga Jl. Hasanuddin, Jl. Santiago Dan Jl. Pogidon, Tuminting” Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.5 Agustus 2020 (809-822)
- Pratama, Muhammad Daryl Marta. 2019. “Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H. Nasution Dan Jalan Cikadut, Kota Bandung” Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Vol.5 No.2 Juni 2019
- Ranto, Wirani, Audie L. E. Rumayar, James A. Timboeleng. 2020. “Analisa Kinerja Ruas Jalan Menggunakan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Mkji) 1997” Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.1 Januari 2020 (77-82)
- Rorong, Novriyadi, Lintong Elisabeth, Joice E. Waani 2015. “Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Jalan Di. Panjaitan” Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.11 November 2015 (747-758)
- Selter. R. J, 1974. Highway Traffic Analysis And Design, University Of Bradford.
- Simarmata, Wilson R. 2022. Analisis Pengaruh Putaran Balik (U-Turn) Terhadap Kinerja Arus Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Sumantri Brojonegoro Kota Jambi)
- Sraun, Delsiana, Audie L.E. Rumayar, Longdong Jefferson. 2018. Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Tiga Bersinyal Di Manado (Studi Kasus: Persimpangan Jalan R. E. Martadinata) Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.7 Juli 2018 (481-490)