



Analisis Kinerja Persimpangan Lengan Tiga Tak Bersinyal Di Kota Manado

Ramdaniyah K. Noh^{#a}, Lucia I. R. Lefrandt^{#b}, Samuel Y. R. Rompis^{#c}
Meike M. Kumaat^{#d}, Sisca V. Pandey^{#e}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aramdaniyahnoh021@student.unsrat.ac.id, ^blucia.lefrandt@unsrat.ac.id, ^csemrompis@unsrat.ac.id
^dmeikekumaat@unsrat.ac.id, ^esisca.pandey@unsrat.ac.id

Abstrak

Persimpangan tak bersinyal merupakan persimpangan yang tidak menggunakan APILL atau lampu lalu lintas dan terdapat potensi terjadinya kemacetan pada jam-jam sibuk karena volume kendaraan yang tidak sejalan dengan kapasitas persimpangan dan lokasi persimpangan yang strategis, seperti yang terjadi pada persimpangan lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13 di kota Manado. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik simpang, kinerja, tundaan dan peluang antrian yang terjadi. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan simulasi menggunakan software SUMO. Pengambilan data dilakukan selama tiga hari yaitu pada hari Senin 04 Mei 2026, Jumat 08 Mei 2026 dan hari Sabtu 09 Mei 2026. Berdasarkan hasil pengamatan, didapat data jam puncak yaitu pada hari Jumat 08 Mei 2026 jam 17.00-18.00 WITA yang merupakan volume lalu lintas tertinggi. Hasil analisis didapatkan volume total arus lalu lintas (q_{KB}) sebesar 2855 smp/jam dan berdasarkan metode PKJI 2023 didapat nilai kapasitas (C) sebesar 3162 smp/jam, derajat kejenuhan (D_j) sebesar 0,90 (Tingkat Pelayanan E), tundaan (T) sebesar 15,67 det/kend dan peluang antrian 32,72% - 64,54%. Analisis menggunakan SUMO menghasilkan tundaan rata-rata sebesar 25,900 det/kend. Peningkatan kinerja persimpangan berdasarkan analisis skenario, dapat dilakukan dengan mempertahankan keberadaan median sementara dan melakukan pelebaran ruas jalan pada jalan minor.

Kata kunci: persimpangan tak bersinyal, PKJI 2023, SUMO, tundaan, peluang antrian

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota Manado merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Utara yang memiliki penduduk sebanyak 464.810 jiwa dengan jumlah penduduk usia produktif mencapai 311.040 jiwa atau setara dengan 66,92% dari total penduduk Kota Manado, tingginya jumlah penduduk usia produktif ini diikuti dengan peningkatan signifikan dalam kepemilikan kendaraan bermotor di Kota Manado dengan jumlah kendaraan bermotor mencapai 449.679 unit (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara, 2024). Besarnya jumlah kendaraan tersebut merepresentasikan potensi terhadap kepadatan dari pergerakan lalu lintas yang terjadi, khususnya pada jam-jam sibuk di wilayah perkotaan yang merupakan pusat aktivitas ekonomi dan pemerintahan. Kondisi ini menyebabkan terjadinya kemacetan di beberapa titik persimpangan jalan di wilayah Kota Manado yang terjadi karena tingginya volume kendaraan yang tidak sejalan dengan kapasitas yang tersedia di persimpangan, sehingga menurunkan kinerja jalan dan menimbulkan antrian panjang.

Salah satu persimpangan yang terdampak yaitu persimpangan di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13. Persimpangan ini merupakan simpang lengan tiga tak bersinyal yang terletak di Kecamatan Sario, Kota Manado. Tiga ruas jalan yang bertemu pada persimpangan ini adalah dari arah Timur Laut Jalan Piere Tendeau, Tenggara Jalan Ahmad Yani 13, dan Barat Daya

Jalan Piere Tendeau. Lokasi persimpangan tersebut strategis karena merupakan akses penghubung ke beberapa tempat seperti hotel Boulevard, KOEL (cafe & bakery), Alfamart dari arah jalan Ahmad Yani 13 dan The harvest Cakes, Mantos (Manado Town Square) yang merupakan mall terbesar di Manado dan beberapa pertokoan di Jalan Piere Tendeau, sehingga pada persimpangan tersebut volume kendaraan cenderung tinggi terutama pada jam-jam sibuk. Selain itu, adanya aktivitas yang terjadi di sekitar simpang seperti parkir liar di badan jalan, aktivitas kendaraan keluar masuk dari lahan samping, serta pergerakan pejalan kaki di sekitar persimpangan juga memengaruhi kinerja lalu lintas simpang. Aktivitas tersebut meningkatkan nilai hambatan samping yang dapat menyebabkan tingkat pelayanan simpang menurun, sehingga menyebabkan terjadinya antrian panjang kendaraan, tundaan dan perlambatan arus lalu lintas yang mengindikasikan kemacetan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis kinerja persimpangan secara komprehensif untuk mengetahui kinerja persimpangan, sehingga menjadi dasar dari mitigasi yang dapat dilakukan terkait permasalahan pada lokasi tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja eksisting simpang tak bersinyal Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13, serta menjadi dasar dalam menentukan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kemacetan dan meningkatkan kinerja simpang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari simpang lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13?
2. Bagaimana kinerja dari simpang lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13 berdasarkan metode PKJI 2023 dan simulasi SUMO?
3. Berapa lama waktu tundaan dan peluang antrian yang terjadi pada persimpangan Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13?

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu simpang tak bersinyal yaitu persimpangan lengan tiga di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13.
2. Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari survei yang dilakukan di lokasi penelitian.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis karakteristik simpang lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13.
2. Menganalisis kinerja simpang lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13 dengan metode PKJI 2023 dan simulasi SUMO.
3. Menganalisis waktu tundaan kendaraan dan peluang antrian yang terjadi di persimpangan Jalan Piere Tendeau dan Jalan Ahmad Yani 13.

2. Landasan Teori

2.1. Persimpangan

Persimpangan merupakan pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan yang berbentuk simpang dan berperan sebagai tempat distribusi pergerakan lalu lintas, dimana kendaraan dapat melakukan manuver seperti bergerak lurus maupun berbelok sesuai dengan tujuan perjalanan.

2.2. Persimpangan Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal merupakan persimpangan yang tidak menggunakan APILL atau lampu lalu lintas. Sehingga pengaturan lalu lintas bergantung pada aturan prioritas dan perilaku pengemudi, dan dalam analisisnya digunakan berbagai faktor koreksi yang mencerminkan karakteristik geometri dan arus lalu lintas di lapangan.

2.3. *Karakteristik Lalu Lintas*

Menurut (Hobbs, 1995) karakteristik dari lalu lintas digambarkan berdasarkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan yang merupakan elemen utama arus lalu lintas.

2.4. *Klasifikasi Kendaraan*

Berdasarkan PKJI 2023, diklasifikasikan kendaraan menjadi 5 jenis kendaraan yaitu seperti Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB) dan Truk Berat (TB). Namun pada jaringan jalan perkotaan untuk Bus Besar (BB) dan Truk Besar (TB) biasanya sangat sedikit dan umumnya digunakan saat malam hari atau Ketika lalu lintas sedang sepi. Oleh karena itu, dalam menghitung kapasitas kendaraan tersebut dianggap tidak ada, apabila ada maka termasuk sebagai Kendaraan Sedang (KS).

2.5. *Karakteristik Geometrik*

Karakteristik geometrik mencakup aspek-aspek yang berkaitan erat dengan geometri persimpangan, identifikasi jalan utama dan jalan minor, penentuan pendekatan menggunakan alfabet (A, B, C, D), jenis median, lebar pendekat, lebar rata-rata seluruh pendekat, serta jumlah jalur dan arah jalan.

2.6. *Analisis Kinerja Simbang Tak Bersinyal Metode PKJI 2023*

Metode PKJI 2023 menyediakan serangkaian langkah analisis kinerja untuk persimpangan tak bersinyal, diawali dengan data masukan yang berisi data kondisi geometrik, kondisi arus lalu lintas dan kondisi lingkungan, dilanjutkan dengan perhitungan kapasitas simbang, dan diakhiri dengan menghitung perilaku lalu lintas kemudian menilai kinerja dari persimpangan berdasarkan parameter dari perilaku lalu lintas tersebut yaitu Derajat Kejenuhan (DJ), Tundaan (D) dan Peluang Antrian (Pa).

2.7. *Tingkat Pelayanan (Level of Service)*

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015, Tingkat pelayanan adalah indikator yang penting saat mengevaluasi kinerja dari lalu lintas di persimpangan dan jalan raya. Tingkat pelayanan tersebut menggambarkan bagaimana kualitas dari pelayanan yang diberikan kepada pengguna jalan, berdasarkan parameter seperti derajat kejenuhan, kecepatan tempuh dan tundaan yang terjadi serta memberikan gambaran mengenai kualitas dari arus lalu lintas.

2.8. *Simulation of Urban Mobility (SUMO)*

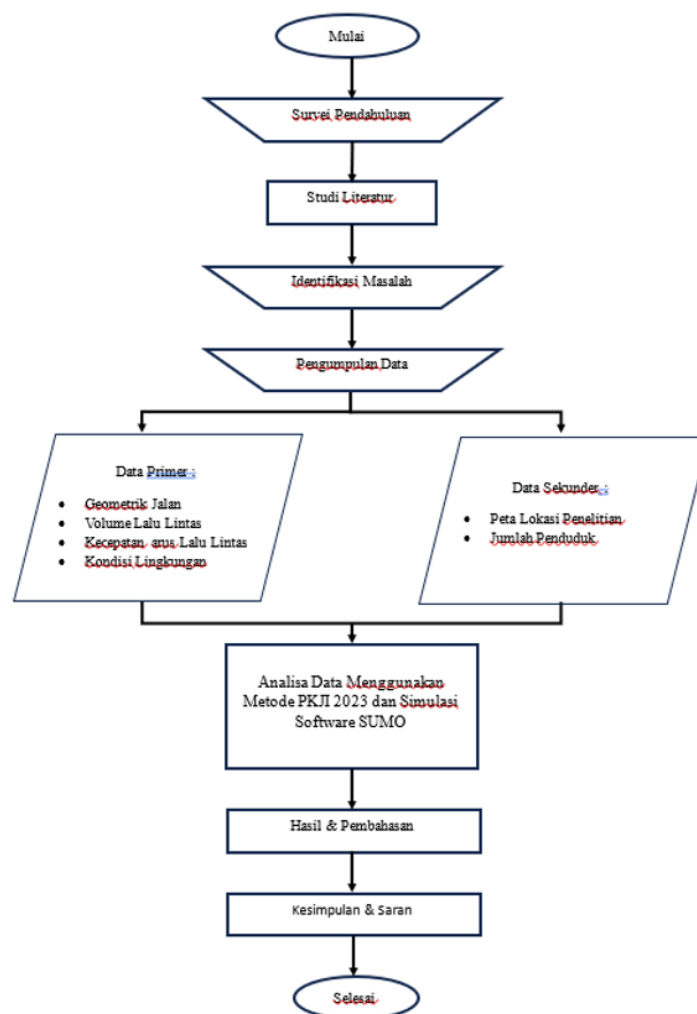
SUMO merupakan perangkat lunak simulasi yang berfungsi untuk menirukan pergerakan lalu lintas jalan secara mikroskopik (Krajzewicz, 2014). Melalui pemodelan SUMO, dimungkinkan untuk memvisualisasikan dan menganalisis dinamika serta berbagai kebijakan lalu lintas dan beberapa aspek yang dapat dimodelkan yaitu jaringan jalan, rute kendaraan, perilaku kendaraan, sinyal lalu lintas dan interaksi dengan linku

3. **Metode**

Lokasi penelitian terletak pada persimpangan lengan tiga tak bersinyal di Jalan Piere Tendean dan Jalan Ahmad Yani 13, Kecamatan Sario Kota Manado, Sulawesi Utara yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan penelitian ini dilaksanakan berdasarkan bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2026)



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dari survey selama tiga hari yaitu pada hari Senin, Jumat dan Sabtu di lokasi penelitian selama 13 jam dari jam 07.00-20.00 WITA dengan interval 15 menit dan jenis kendaraan yang diamati yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP) dan Kendaraan Sedang (KS). Berdasarkan hasil survey, didapatkan sampel data volume lalu lintas tertinggi yang telah diubah ke Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) terjadi di hari Jumat, 08 Mei 2026 pada jam 17.00-18.00 WITA yaitu sebesar 2855 SMP/Jam.

4.2. Kondisi Geometrik Simpang

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lokasi penelitian yaitu persimpangan di Jalan Piere Tendean – Jalan Ahmad Yani 13 – Jalan Piere Tendean didapatkan Jalan Piere Tendean (Lengan D) memiliki empat lajur dengan lebar jalan 13,26 m, bahu jalan kiri 0,87 m dan kanan 0,72 m. Jalan Ahmad Yani 13 (Lengan C) memiliki dua lajur dengan lebar jalan 6,32 m, bahu jalan kiri 0,9 m dan kanan 0,66 m. Jalan Piere Tendean (Lengan B) memiliki empat lajur dengan lebar jalan 13,26 m, bahu jalan kiri 0,87 m dan kanan 1,37 m serta terdapat median sementara didepan Mall Mantos dengan lebar 0,48 m.

4.3. Kecepatan dan Kepadatan Arus Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan selama tiga hari di lokasi penelitian dengan mengambil sampel data volume lalu lintas dan kecepatan 10 kendaraan Mobil Penumpang (MP) interval 15 menit, yang dihitung sepanjang 50 Meter dari simpangan yang arah lurus dan belok kanan. Didapatkan data rata-rata kecepatan dan rata-rata kepadatan pada jam puncak di hari Jumat, 08 Mei 2026 jam 17.00-18.00 WITA yaitu untuk arah lurus kecepatan 16,67 km/jam dengan kepadatan 121,93 smp/km dan belok kanan 7,35 km/jam dengan kepadatan 111,95 smp/km.

4.4. Kondisi Lingkungan

Untuk data kondisi lingkungan persimpangan terbagi menjadi menjadi empat bagian yaitu tipe simpang, tipe lingkungan, ukuran kota dan hambatan sampling.

- Tipe Simpang
Persimpangan yang diteliti berdasarkan pengamatan bertipe 324. Hal itu, karena jumlah lengan persimpangan berjumlah 3 dengan jumlah lajur pada jalan minor yaitu 2 dan jalan mayor berjumlah 4.
- Tipe Lingkungan
Dari hasil pengamatan didapat tipe lingkungan sekitar simpang termasuk tipe komersial karena lokasi yang terletak di pusat pembelanjaan dan dekat dengan perkantoran.
- Ukuran Kota
Untuk ukuran Kota Manado dilihat dari jumlah penduduk, berdasarkan BPS Kota Manado tahun 2025, jumlah penduduk 462,658 ribu jiwa, yang menunjukkan Kota Manado berada diantara 0,1-0,5 juta jiwa sehingga dikategorikan kecil.
- Hambatan Sampling
Hasil perhitungan hambatan sampling yang dilakukan di lokasi penelitian didapat nilai frekuensi tertinggi terjadi pada hari sabtu dengan jumlah sebesar 566. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dan disesuaikan dengan kategori hambatan sampling yang terjadi di persimpangan, maka hambatan sampling di lokasi penelitian termasuk kategori tinggi.

4.5. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Analisis kinerja dari simpang tak bersinyal yang diteliti menggunakan data volume tertinggi yaitu pada hari Jumat, 08 Mei 2026 jam 17.00-18.00 WITA.

1. Kapasitas Simpang

Perhitungan kapasitas simpang jalan satu arah dan hanya terdapat lurus dan belok kanan pergerakan lalu lintasnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKa} \times F_{Rmi}$$

- Kapasitas Dasar (C_0)

Untuk tipe simpang 324, berdasarkan Tabel Kapasitas Dasar (C_0) PKJI 2023 memiliki nilai $C_0 = 3200$ smp/jam.

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

Untuk menentukan F_{LP} simpang perhitungannya dilihat dari rata-rata lebar pendekatnya (L_{RP}) dan tipe simpang.

$$L_{RP} = \frac{(L_{RP\ BD} + L_{RP\ C})}{2}$$

$$L_{RP} = \frac{(13,26 + 6,32)}{2}$$

$$L_{RP} = 9,79 \text{ m}$$

Berdasarkan tipe simpang 324, maka perhitungan F_{LP} sebagai berikut:

$$F_{LP} = 0,62 + 0,0646 L_{RP} = 1,25243$$

- Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor (F_M)

Berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian, terdapat adanya median sementara di Jalan mayor di depan Mall Mantod dengan lebar sebesar 0,48 m. Sehingga berdasarkan tabel PKJI 2023, maka nilai F_M sebesar 1,05

- Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Mengacu pada jumlah penduduk kemudian ditentukan dari tabel PKJI 2023, maka didapat nilai F_{UK} sebesar 0,88

- Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{HS})

Berdasarkan variabel dari data kondisi lingkungan dan tabel F_{HS} 2023, yang mana tipe tipe lingkungan di persimpangan jalan termasuk dalam kategori komersial dan hambatan samping kategori tinggi dengan Rasio Kendaraan Tak (R_{KTB}) sebesar 0,004 maka nilai F_{HS} sebesar 0,93

- Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (F_{BKa})

Nilai R_{BKa} dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$R_{BKa} = \frac{q_{T.BKa}}{q_{KB}} = \frac{823}{2855} = 0,288266$$

Untuk simpang 3, maka nilai F_{BKa} sebagai berikut.

$$F_{BKa} = 1,09 - 0,992 R_{BKa} = 0,90$$

- Faktor Koreksi Rasio Arus Dari Jalan Minor (F_{mi})

Nilai Faktor Rasio Arus dari Jalan Minor (F_{mi}) berdasarkan hasil perhitungan dari nilai rasio jalan minor (R_{mi}) dan tipe simpang.

$$R_{mi} = \frac{q_{mi}}{q_{KB}} = \frac{823}{2855} = 0,288266$$

Untuk tipe simpang 324, maka nilai F_{mi} sebagai berikut.

$$F_{mi} = 16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$$

$$F_{mi} = 16,6 \times 0,288266^4 - 33,3 \times 0,288266^3 + 25,3 \times 0,288266^2 - 8,6 \times 0,288266 + 1,95$$

$$F_{mi} = 1,02$$

Nilai Kapasitas Simpang (C) yaitu sebagai berikut:

$$C = 3200 \times 1,25243 \times 1,05 \times 0,88 \times 0,93 \times 0,90 \times 1,02$$

$$C = 3162 \text{ smp/jam}$$

2. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat Kejenuhan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

$$D_j = \frac{2855}{3162} = 0,90$$

3. Tundaan

Tundaan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T = T_{LL} + T_G$$

Dimana, T_{LL} merupakan tundaan lalu lintas yang terjadi ketika semua kendaraan yang bergerak masuk ke simpang dari semua arah, berdasarkan nilai D_j lebih dari 0,60 maka nilai T_{LL} dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_j)} - (1 - D_j)^2 = 11,69$$

Kemudian untuk nilai T_G merupakan tundaan geometrik rata-rata dari semua simpang, mengacu pada nilai D_j kurang dari 1, maka nilai T_G dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T_G = (1 - D_j) \times (6 R_B + 3 (1 - R_B)) + 4 D_j = 3,99 \text{ detik/smp}$$

Sehingga nilai T simpang yaitu

$$T = 11,69 + 3,99$$

$$T = 15,67 \text{ det/kend}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapat nilai tundaan simpang yaitu 15,67 det/kend.

4. Peluang Antrian

Peluang antrian dinyatakan dalam bentuk persen (%), nilai tersebut diperoleh dengan menghitung nilai batas atas dan batas bawah, dengan menggunakan persamaan berikut.

- Batas Atas Peluang Antrian:

$$P_A = 47,7 (0,80) - 24,68 (0,90)^2 + 56,47 (0,90)^3$$

$$P_A = 32,72 \%$$

- Batas Bawah Peluang Antrian:

$$P_A = 9,02 (0,90) + 20,66 (0,90)^2 + 10,49 (0,90)^3$$

$$P_A = 64,54 \%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapat peluang antrian yang terjadi pada simpang yaitu berada diantara 32,72% - 64,54%.

Dilakukan dua skenario untuk melihat pengaruhnya terhadap kinerja persimpangan, yaitu sebagai berikut:

a. Kinerja persimpangan tanpa menggunakan median

Digunakan lebar pendekatan dan volume lalu lintas untuk jalan mayor sebanyak 3 lajur saja, hal itu karena posisi median sementara yang terletak di salah satu lajur jalan mayor. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kinerja Lalu Lintas Skenario Tanpa Menggunakan Median

Kapasitas	Kinerja lalu lintas							Kapasitas
dasar	Lebar rata-	Median	Ukuran	Hambatan	Belok kiri	Belok	Rasio	C
C0	rata	jalan	kota	samping		kanan	minor/	
	pendekat	mayor					Total	
SMP/jam	FLP	FM	FUK	FHS	FBKi	FBKa	FRmi	SMP/jam
						[18]	[19]	[20]
3200	1,168777	1	0,88	0,93	1	1,02	0,9	2810
Arus lalu	Kinerja lalu lintas							
lintas	Derajat	Tundaan	Tundaan	Tundaan	Peluang			
total	kejenuhan	lalu lintas	geometrik	simpang	antrian			
q TOT		simpang	simpang					
SMP/jam	Dj	TLL	TG	T=TLL+TG				
2630,6	0,94	12,65	3,99	16,64	35,16	69,37		

b. Kinerja persimpangan pelebaran ruas di jalan minor

Skenario pelebaran ruas jalan pada jalan minor yaitu dengan menambahkan satu lajur jalan, jadi yang awalnya ruas jalan minor hanya terdapat 2 lajur menjadi 3 lajur sehingga lebar jalan bertambah. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kinerja Lalu Lintas Skenario Pelebaran Ruas Jalan Minor

Kapasitas	Kinerja lalu lintas							Kapasitas
dasar	Lebar rata-	Median	Ukuran	Hambatan	Belok kiri	Belok	Rasio	C
C0	rata	jalan	kota	samping		kanan	minor/	
	pendekat	mayor					Total	
SMP/jam	Flp	FM	FUK	FHS	FBKi	FBKa	FRmi	SMP/jam
3200	1,378921	1,05	0,88	0,93	1	0,9	1,02	3481
Arus lalu	Kinerja lalu lintas							
lintas	Derajat	Tundaan	Tundaan	Tundaan	Peluang			
total	kejuhan	lalu lintas	geometrik	simpang	antrian			
q TOT		simpang	simpang					
SMP/jam	DJ	T _{LL}	T _G	T=T _{LL} +T _G				
2855	0,82	9,81	3,98	13,79	27,08			53,69

4.6. Simulation Of Urban Mobility (SUMO)

Simulasi dengan menggunakan software SUMO yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kondisi eksisting dan skenario (tanpa menggunakan median dan pelebaran ruas jalan minor). Berikut ini merupakan output hasil tundaan dari simulasi SUMO yang dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 3 sd Tabel 5.

Tabel 3. Hasil Simulasi SUMO Kondisi Eksisting

No	Jaringan Jalan	Tundaan (det/kend)
1	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan D)	1,9448
2	Jl. Ahmad Yani 13 - Jl. Piere Tendeau (Lengan C)	75,1767
3	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan B)	1,9448
Rata-Rata Simpang		25,900

Tabel 4. Hasil Simulasi SUMO Skenario Tanpa Median

No	Jaringan Jalan	Tundaan (det/kend)
1	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan D)	0,3590
2	Jl. Ahmad Yani 13 - Jl. Piere Tendeau (Lengan C)	87,675
3	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan B)	0,488
Rata-Rata Simpang		34,158

Tabel 5. Hasil Simulasi SUMO Skenario Pelebaran Ruas Jalan Minor

No	Jaringan Jalan	Tundaan (det/kend)
1	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan D)	1,9816
2	Jl. Ahmad Yani 13 - Jl. Piere Tendeau (Lengan C)	51,5539
3	Jl. Piere Tendeau - Jl. Piere Tendeau (Lengan B)	0,5475
Rata-Rata Simpang		18,0277

5. Kesimpulan

Hasil analisis yang telah dilakukan di lokasi penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Persimpangan tak bersinyal tersebut memiliki karakteristik berupa volume lalu lintas tertinggi pada jam puncak yaitu sebesar 2885 smp/jam yang terjadi pada jam 17.00-18.00 WITA. Persimpangan ini juga memiliki geometrik simpang yang terdiri dari tiga ruas jalan dengan kode tipe simpang yaitu 324 yang terdiri dari 3 lengan simpang, 4 lajur di jalan mayor dan 2 lajur di jalan minor serta merupakan jalan satu arah dengan hambatan samping yang termasuk tinggi.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja persimpangan tak bersinyal di Jalan Piere Tendeau dan Ahmad Yani 13 pada jam puncak di hari jumat jam 17.00-18.00 WITA, berada pada

tingkat pelayanan (LOS) E dengan derajat kejenuhan sebesar 0,90. Berdasarkan hasil analisis menggunakan PKJI 2023 menghasilkan nilai peluang antrian sebesar 32,72% - 64,54% dengan tundaan 15,67 det/kend yang mana analisis dengan menggunakan SUMO, menghasilkan tundaan rata-rata sebesar 25,900 detik/kend.

3. Analisis kondisi eksisting dan skenario menunjukkan adanya pengaruh dari penempatan median yang ada di jalan dan pelebaran ruas jalan minor terhadap kinerja persimpangan, hal itu dapat terlihat dari adanya penurunan kinerja yang ditandai dengan meningkatnya DJ pada skenario tanpa median yang sejalan dengan meningkatnya tundaan yang terjadi di persimpangan tersebut, yang mengindikasikan kinerja simpangnya lebih baik dalam kondisi eksisting atau dengan menggunakan median sementara. Sedangkan untuk skenario pelebaran ruas jalan minor terjadi penurunan nilai derajat kejenuhan yang sejalan dengan tundaan yang ikut turun juga. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kinerja persimpangan ketika terdapat median dan dilakukan pelebaran ruas jalan minor pada di persimpangan.

Referensi

- Afni, D. N., Juwita, F., Prikurnia, A. K., & Putri, I. Y. (2023). Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani—Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI 2023. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 8(2), 135–142. <https://doi.org/10.24967/teksis.v8i2.2706>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara. (2024). Jumlah kendaraan bermotor menurut kabupaten/kota dan jenis kendaraan di Provinsi Sulawesi Utara (unit), 2024.
- Badan Pusat Statistik Kota Manado. (2024). Kota Manado dalam Angka 2024.
- Bolosan, P. Y., Rumayar, A. L. E., & Rompis, S. Y. R. (2022). Kinerja Simpang Tak Bersinyal Di Jln. Wolter Mongisidi—Jln. Sea Di Kota Manado. 20.
- Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., & Krajzewicz, D. (2011). SUMO - Simulation of Urban MObility An Overview.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Gapi, I. M., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. (2022). Analisa Kinerja Simpang Lengan Tiga Tak Bersinyal. 20.
- Guastella, D. A., Montero-Porras, E., Morales-Hernández, A., & Bontempi, G. (2023). Traffic Modeling with SUMO: A Tutorial (Version 2). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2304.05982>
- Hobbs, F. D. (1995). Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Gadjah Mada University Press.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2003). *Transportation Engineering: An Introduction* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.
- Lefrandt, L. I. R. (2012). KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN RUAS JALAN PIERE TENDEAN MANADO PADA KONDISI ARUS LALU LINTAS SATU ARAH.
- Lengkong, M. C. T., Lefrandt, L. I. R., & Kumaat, M. M. (2023). Studi Kasus: Jl. Walanda Maramis – Jl. Sugiono. 21(86).
- Lissiami, C. N., Saepudin, U., & Sutrisna, D. (n.d.). ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT TAK BERSINYAL JALAN CISARANTEN KULON KECAMATAN ARCAMANIK KOTA BANDUNG.
- Maitimu, A., Korytelu, V. A., & Tahya, H. (2024). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Di Ruas Jalan Dr. Malaihollo Kota Ambon. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(7), 595–607. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v1i7.115>
- Massang, A., Rompis, S. Y. R., & Pandey, S. V. (2022). Efektifitas Peningkatan Kontrol Simpang Tidak Bersinyal Menjadi Simpang Bersinyal. 20.
- Minabari, M. D., Pandey, S. V., & Rumayar, A. L. E. (2022). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan Hasanudin Dan Jalan Arie Lasut Kota Manado. 20.
- Mareno, R., Kumita, K., & Azizah, C. (2024). Analisis Kinerja Lalu Lintas pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Ruas Jln. Pemuda—T. Chik Peusangan Kabupaten Bireuen). *Tameh*, 13(2), 107–115. <https://doi.org/10.37598/tameh.v13i2.163>
- Morlok, E. K. (1991). Pengantar teknik dan perencanaan transportasi. Erlangga.
- Najoan, K. G., Rompis, S. Y. R., & Rumayar, A. L. E. (2023). Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Ahmad Yani – Jl. Wolter Monginsidi – Jl. Bethesda). 21(84).
- Nasrullah, M. K., & Putra, K. H. (2021). EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL PADA JALAN RAYA MENGANTI – JALAN MASTRIP KOTA SURABAYA.
- Negara, R. P., & Aulia, M. D. (2023). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi Kasus: Bundaran Cibiru, Kota Bandung). 4.
- Prihantoro, R. D., Anjarwati, S., & Sari, C. A. N. (2025). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah).

- Putri, F. A., & Raf'i, L. A. (n.d.). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL PADA RUAS JALAN AHMAD YANI KOTA METRO.
- Reski, E. E., Razali, M. R., Gunawan, A., Bahri, S., & Misliniyati, R. (2026). Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Dengan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (Studi Kasus: Jl. Raflesia, Jl. Kebun Veteran, dan Jl. Seruni).
- Robot, A. M., Rompis, S. Y. R., & Kumaat, M. M. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tak Bersinyal Depan SMA Negeri 7 Manado Antara Jl. Tololiu Supit Dan Jl. W. Z. Yohanes). 21(84).
- Setyaningrum, A. A., P. Arifin, T. S., & Jamal, M. (2023). ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JL. K. H. WAHID HASYIM II – JL. PADAT KARYA, SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR. *Teknologi Sipil : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(2), 11. <https://doi.org/10.30872/ts.v7i2.13183>
- Sompie, M. C., Rumayar, A. L. E., & Pandey, S. V. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal. 21(84).
- Suthayana, P. A. (2023). *Rekayasa Lalu Lintas*. CV. Sarnu Untung.
- Salter, R. J. (2016). *Highway traffic analysis and design*. London: Macmillan Education
- Sangian, M. A. V., Lefrandt, L. I. R., & Pandey, S. V. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Pada Ruas Jl. Sam Ratulangi Dan Jl. Korengkeng Di Kota Manado. 21(84).
- Sarwandy, M. H. A., Royan, N., & Asep, M. (n.d.). ANALISIS KEMACETAN PADA SIMPANG TAK BERSINYAL JL. PADAT KARYA - JL. SUMATERA KOTA PRABUMULIH MENGGUNAKAN PKJI 2023.
- Selang, M. P. I., Rompis, S. Y. R., & Lefrandt, L. I. R. (2025). Analisis Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal Di Persimpangan Jalan TNI – Jalan Tikala Ares – Jalan Daan Mogot – Jalan Pomorow, Kota Manado. 23(91).
- Sompie, M. C., Rumayar, A. L. E., & Pandey, S. V. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal. 21(84).
- Tarigan, A., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Veteran, Kota Bitung). 21(85).
- Krajzewicz, D. (2014). SUMO in Scientific Literature, 2002–2012. In M. Behrisch, D. Krajzewicz, & M. Weber (Eds.), *Simulation of Urban Mobility* (Vol. 8594, pp. 160–174). Springer Berlin Heidelberg.
- Krajzewicz, D., Hertkorn, G., Wagner, P., & Rössel, C. (n.d.). SUMO (Simulation of Urban MObility)