



Analisis Pengaruh Hambatan Samping Pada Kinerja Lalu Lintas Di Ruas Jalan Raya Tomohon (Studi Kasus : Persimpangan Jl. Lengkong– Persimpangan Jl. Kuriti)

Absalom S. J. W. Matindas^{#a}, Lucia I. R. Lefrandt^{#b}, Samuel Y. R. Rompis^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aabsalommatindas021@student.unsrat.ac.id, ^blucia.lefrandt@unsrat.ac.id, ^csemrompis@unsrat.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan pesat Kota Tomohon dalam sektor ekonomi, pendidikan, dan pariwisata menyebabkan peningkatan volume kendaraan, yang memicu kemacetan di ruas-ruas jalan utama. Penelitian ini difokuskan pada ruas Jalan Raya Tomohon pada segmen Bts. Persimpangan Jl. Lengkong hingga Bts. Persimpangan Jl. Kuriti, yang merupakan pusat aktivitas masyarakat dengan intensitas hambatan samping tinggi seperti parkir sembarangan, pejalan kaki menyeberang, serta kendaraan keluar-masuk sisi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada ruas jalan Tomohon dengan studi kasus Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl Kuriti, selain itu bertujuan juga untuk menganalisis berapa besar pengaruh hambatan samping terhadap kinerja lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Penelitian ini menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan simulasi dengan perangkat lunak SUMO (*Simulation of Urban Mobility*). Penilaian kinerja lalu lintas dilakukan dengan pendekatan parameter seperti volume lalu lintas, kapasitas jalan, derajat kejenuhan, kecepatan tempuh, serta tingkat pelayanan jalan. Pengumpulan data dilakukan melalui survei langsung selama tiga hari yaitu hari Senin, 17 Februari 2025, Hari Rabu, 19 Februari 2025, dan Hari Sabtu, 22 Februari 2025 yang mencakup pengamatan volume lalu lintas, jenis kendaraan, dan frekuensi hambatan samping. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kapasitas yang didapatkan sebesar 1713,6 smp/jam dengan derajat kejenuhan mencapai 0,931 dan kecepatan tempuh hanya sebesar 28 km/jam, dimana untuk tingkat pelayanan yang didapatkan bervariasi dari kategori C hingga kategori E dengan kesimpulan kondisi arus lalu lintas stabil hingga kondisi arus lalu lintas tidak stabil. Selain itu, hambatan samping yang didapatkan menyebabkan penurunan kapasitas hingga 40% dari kondisi ideal. Dengan adanya pengaruh signifikan terhadap penurunan kinerja jalan, diakibatkan oleh kendaraan parkir, pejalan kaki, dan aktivitas di sisi jalan secara signifikan juga menurunkan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan Tomohon – Manado (Studi Kasus: Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl. Kuriti).

Kata kunci: hambatan samping, kinerja lalu lintas, PKJI 2023, SUMO

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota Tomohon adalah kota di provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Sebelum tahun 2003, Berdasarkan data Badan Pusat Statistik kota Tomohon tahun 2023, jumlah penduduk kota Tomohon berjumlah 102.724 jiwa, dengan kepadatan 679,81 jiwa/km², dan pada pertengahan tahun 2024 berjumlah 103.213 jiwa. Dalam pengembangannya, Kota Tomohon mengalami banyak sekali kemajuan baik dalam segi perekonomian, pendidikan dan pariwisata. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang ada di Kota Tomohon membuat tingkat kemacetan lalu lintas semakin meningkat. Adapun faktor hambatan samping yang merupakan salah satu penyebab kemacetan lalu lintas yang dapat mempengaruhi tingkat kinerja pelayanan suatu ruas jalan.

Hambatan samping dapat dinyatakan sebagai interaksi antara arus lalu lintas dengan aktivitas dipinggir jalan yang berkaitan dengan tata guna lahan disepanjang jalan tersebut.

Hambatan samping dapat berupa pejalan kaki, angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti, kendaraan yang berjalan lambat, dan kendaraan yang masuk dan keluar sisi jalan.

Pada Jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti merupakan jalan utama atau jalan nasional yang terletak di salah satu pusat aktifitas keramaian di Kota Tomohon. Disepanjang ruas jalan ini terdapat sekolah, pertokoan, rumah makan, dan cafe yang memiliki lahan parkir yang kecil dan tidak seimbang dengan volume kendaraan yang masuk keluar. Dengan kecilnya lahan parkir membuat beberapa kendaraan mengharuskan memarkiri kendaraanya di bahu jalan bahkan di badan jalan, yang menyebabkan berkurangnya kapasitas jalan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja jalan pada ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang Persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti?
2. Bagaimana pengaruh hambatan samping pada kinerja ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang Persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti?
3. Bagaimana perbedaan kinerja ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang Persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti pada skenario keadaan eksisting dan skenario tanpa hambatan samping menggunakan aplikasi *Simulation of Urban Mobility* (SUMO)?

1.3. Batasan Masalah

1. Jalan yang di teliti merupakan arus lalu lintas pada ruas Jalan Raya Tomohon khususnya pada Batas Persimpangan Jl. Lengkong sampai dengan Batas Persimpangan Jl. Kuriti dengan Panjang 200 M.
2. Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2023 dan Menggunakan software *SUMO* (*Simulation Of Urban Mobility*), dengan meneliti 5 Jenis Hambatan Samping yang ada.
3. Pelaksanaan Survey dilakukan selama 3 hari dengan total keseluruhan 35 jam pada Hari Senin, Rabu, dan Sabtu.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kinerja jalan pada ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang Persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti.
2. Menganalisis seberapa besar pengaruh hambatan samping pada ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang Persimpangan Jl. Lengkong sampai Persimpangan Jl. Kuriti dengan perbandingan hambatan samping tinggi dan hambatan samping rendah.
3. Menganalisis kinerja ruas jalan Raya Kota Tomohon khususnya sepanjang persimpangan Jl. Lengkong - Persimpangan Jl. Kuriti dengan menggunakan aplikasi *Simulation of Urban Mobility* (SUMO).

2. Landasan Teori

2.1. Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah, dan diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

2.2. Pengertian Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan kegiatan di samping segmen jalan yang mempengaruhi pada kinerja lalu lintas tersebut dengan melihat beberapa klasifikasi seperti Pejalan Kaki, adanya Kendaraan Umum atau Kendaraan lainnya yang berhenti sembarangan, Kendaraan yang Masuk/Keluar Dari Sisi Lahan Samping Jalan, dan adanya Kendaraan yang bersifat Lambat atau Kendaraan yang Tidak Bermotor.

2.3. *Klasifikasi Kendaraan*

Sesuai dengan aturan yang ada di PKJI, maka diklasifikasikan menjadi 5 (lima) kendaraan yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB).

2.4. *Arus Lalu Lintas*

Dalam data arus lalu lintas ini terbagi atas 2 data yaitu, data arus lalu lintas eksisting dan data arus lalu lintas rencana.

2.5. *Karakteristik Jalan Perkotaan*

Jalan Perkotaan memiliki ketentuan dan prosedur perhitungan kapasitas jalan untuk desain dan evaluasi kinerja lalu lintas segmen jalan perkotaan, dimana meliputi kapasitas jalan (C) dan kinerja lalu lintas jalan yang diukur oleh derajat kejenuhan (D_J), kecepatan tempuh (V_T), dan waktu tempuh (w_T). Pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023).

2.6. *Karakteristik Jalan Perkotaan*

Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas jalan (C_0) yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang merepresentasikan deviasi geometri jalan dan lalu lintas terhadap kondisi idealnya.

2.7. *Kinerja Lalu Lintas*

Kinerja lalu lintas menyatakan kualitas pelayanan suatu segmen jalan terhadap arus lalu lintas yang dilayaninya yang dinyatakan oleh nilai-nilai derajat kejenuhan (D_J) dan kecepatan tempuh (V_T).

2.8. *Tingkat Pelayanan / Level of Service (LOS)*

Dalam Pengertian Ofyar.Z Tamin pada tahun 2000, menyatakan bahwa tingkat pelayanan adalah suatu ketentuan atau ukuran dalam mengukur kualitas perjalanan. Dan terdiri dari Tingkat Pelayanan (tergantung-arus) dan Tingkat Pelayanan (tergantung-fasilitas) yang perbandingannya terdapat pada arus dan fasilitas.

2.9. *Hubungan Matematis Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan dengan Menggunakan Metode Greenshields*

Model greenshields adalah model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati karakteristik arus lalu lintas di jalan raya. Metode Greenshields juga merupakan metode yang digunakan untuk mempresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan. Berikut merupakan hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan.

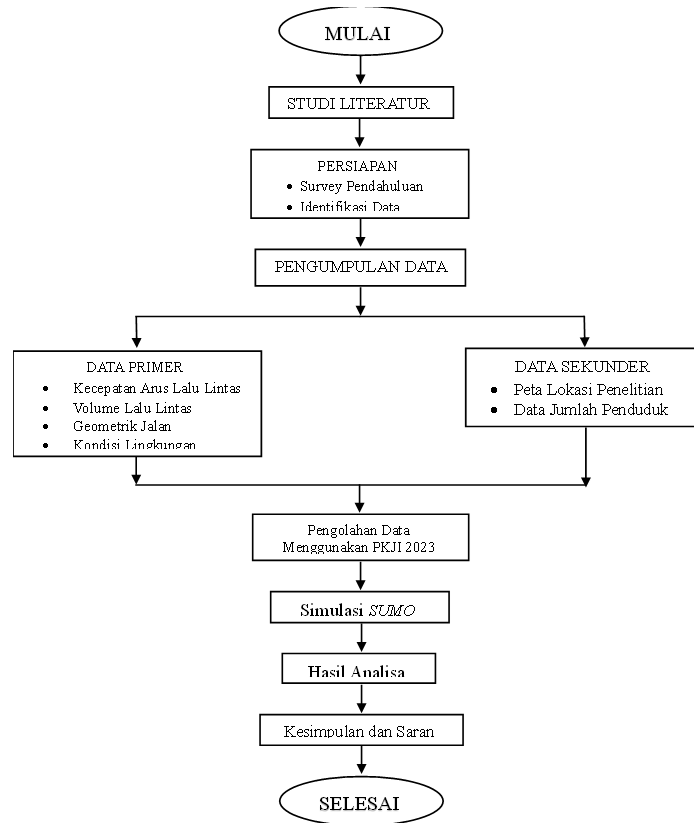
2.10. *Software Simulation of Urban Mobility (SUMO)*

Simulation of Urban Mobility atau seringkali disebut dengan *SUMO*, merupakan program yang open source simulator, yang dimana *SUMO* juga menggunakan perangkat lunak untuk simulasi dan analisis lalu lintas jalan dan sistem manajemen lalu lintas. *SUMO* ini bisa membantu penelitian ini agar lebih mendetail tentang bagaimana visualisasi simulasi lalu lintas yang bisa kita lihat selama penelitian ini, Selain itu *SUMO* juga bukan hanya simulasi lalu lintas, melainkan sebuah rangkaian aplikasi yang membantu mempersiapkan dan melaksanakan simulasi skenario lalu lintas.

3. Metode

3.1. Diagram Penelitian

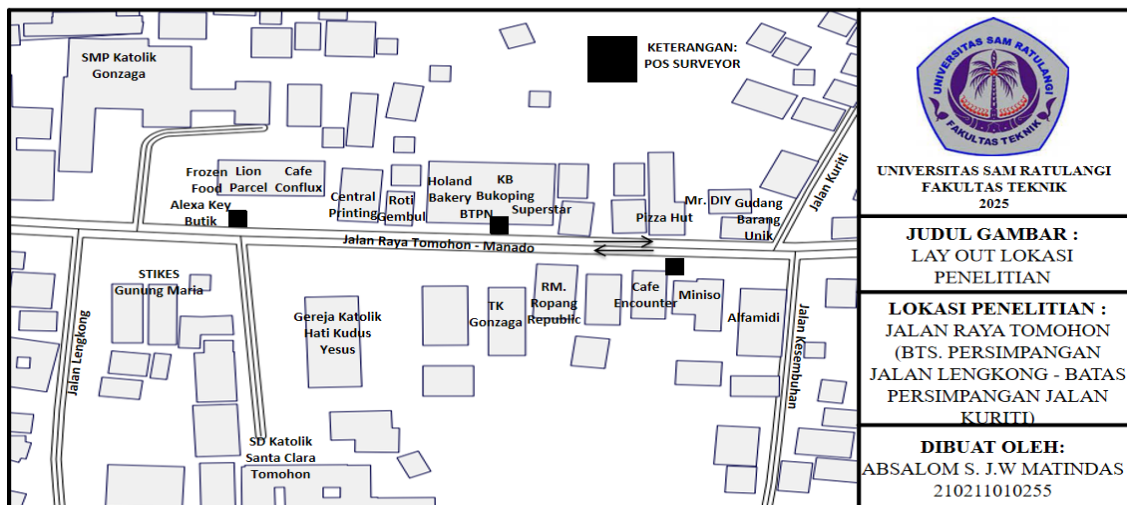
Diagram alir merupakan dasar dalam pelaksanaan penelitian ini, yang dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini terdapat pada Jalan Raya Tomohon khususnya Batas Jl. Persimpangan Lengkong – Batas Jl. Persimpangan Kuriti, yang dimana penelitian ini diambil dengan jarak sepanjang 200 m yang ditunjukkan pada Gambar 2.

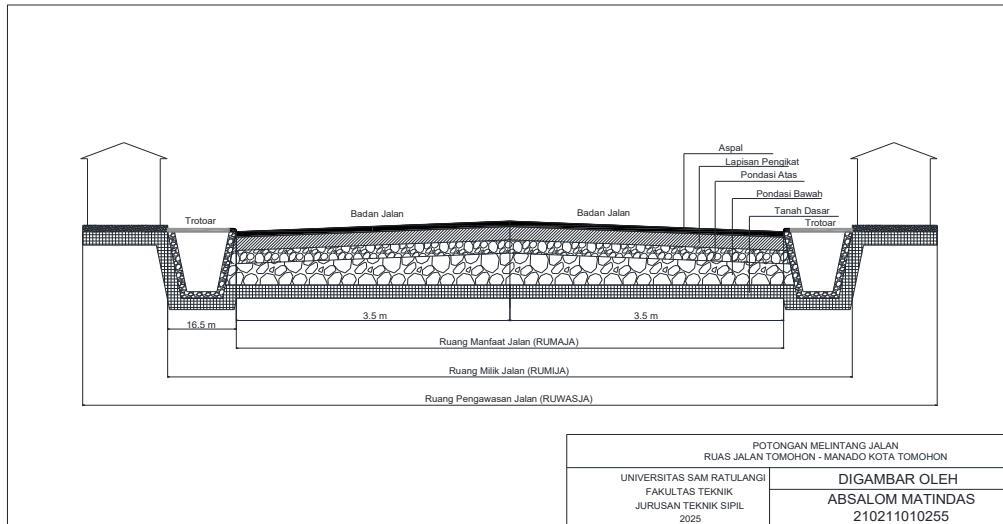


Gambar 2. Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kondisi Geometrik Jalan

Data dan gambar geometrik di bawah menunjukkan hasil dari survey yang ada pada kondisi lingkungan dalam ruas jalan Raya Tomohon, seperti Gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 3. Potongan Melintang Jalan

Tabel 1. Data Geometrik Jalan

Nama Jalan	Jalan Raya Tomohon - Manado	Lebar Jalan	7	m
Tipe Jalan	2/2 TT	Lebar Trotoar Kiri	1,5	m
Fungsi Jalan	Arteri Primer	Lebar Trotoar Kanan	1,5	m
Status Jalan	Nasional	Lebar Kereb	0,15	m

4.2. Volume Lalu Lintas

Data Volume Lalu Lintas ini diambil melalui survey pada lapangan dari hari senin, rabu, jumat dengan keterangan waktu pada hari senin dan rabu pukul 06.00 – 18.00 dan pada hari sabtu pukul 08.00 – 19.00. Adapun data yang diambil dalam penelitian ini yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS). Data ini juga diambil sesuai dengan data volume puncak tertinggi yang bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume Lalu Lintas

Segmen	Hari/Tanggal	Waktu	Volume Max (SMP/Jam)
1	Senin, 17 Februari 2025	14.00 – 15.00	1387,3
	Rabu, 19 Februari 2025	15.00 - 16.00	1364,4
	Sabtu, 22 Februari 2025	15.00 – 16.00	1400,6
2	Senin, 17 Februari 2025	14.00 - 15.00	1484,7
	Rabu, 19 Februari 2025	13.00 - 14.00	1351
	Sabtu, 22 Februari 2025	12.00 - 13.00	1416,3
3	Senin, 17 Februari 2025	07.00 - 08.00	1273,9
	Rabu, 19 Februari 2025	14.00 - 15.00	1595,6
	Sabtu, 22 Februari 2025	10.00 - 11.00	1420,9

Dari hasil data volume lalu lintas dimana jam puncak tertinggi ada pada hari Rabu, 19 Februari 2025 pada Segmen 3 pukul 14.00 – 15.00, dengan Total Sebesar 1595,6 smp/jam.

4.3. Kondisi Lingkungan

Pada Kondisi Lingkungan diambil 4 tipe lingkungan, yaitu Tipe Jalan, Tipe Lingkungan, Ukuran Kota, dan Hambatan Samping. Dimana Hambatan samping pada kondisi lingkungan ini diambil selama 12 jam untuk hari senin dan rabu sedangkan hari sabtu selama 11 jam, dengan diambil interval waktu selama 15 menit selanjutnya untuk analisi dijumlahkan menjadi 11 jam. Untuk hasil perhitungan bisa dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang dimana data diambil dengan Hambatan Samping Puncak Tertinggi pada hari Rabu, 19 Februari 2025.

Tabel 3. Hasil Survey Hambatan Samping Tertinggi Di Jalan Raya Tomohon – Manado

Analisa Besarannya Hambatan Samping		
Hari/Tanggal	Periode Waktu	Frekuensi Kejadian Berbobot Tinggi
Senin, 17 Februari 2025	13:00 - 14:00	1154,4
Rabu, 19 Februari 2025	14:00 - 15:00	1315,5
Sabtu, 22 Februari 2025	17:00 - 18:00	711,8

Hasil survey hambatan samping didapatkan hambatan samping tertinggi di hari Rabu, 19 Februari 2025 sebesar 1315,5 kejadian, masuk dalam kategori Kelas Hambatan Samping Tipe Sangat Tinggi.

Tabel 4. Hasil Survey Hambatan Samping Rabu, 19 Februari 2025

Periode Waktu	Pejalan Kaki		Berhenti dan Parkir		Keluar Masuk		Kendaraan Lambat		Total Frekuensi Kejadian Berbobot
	0,5		1		0,7		0,4		
06:00 - 07:00	264	132	164	164	235	164,5	15	6	466,5
07:00 - 08:00	315	157,5	169	169	300	210	3	1,2	537,7
08:00 - 09:00	291	145,5	163	163	353	247,1	3	1,2	556,8
09:00 - 10:00	443	221,5	178	178	347	242,9	17	6,8	602,7
10:00 - 11:00	498	249	196	196	465	325,5	24	9,6	737,6
11:00 - 12:00	664	332	204	204	358	250,6	23	9,2	674,8
12:00 - 13:00	905	452,5	198	198	516	361,2	21	8,4	955,6
13:00 - 14:00	694	347	214	214	362	253,4	6	2,4	816,8
14:00 - 15:00	1355	677,5	399	399	334	233,8	13	5,2	1315,5
15:00 - 16:00	975	487,5	302	302	336	235,2	27	10,8	1035,5
16:00 - 17:00	738	369	256	256	273	191,1	26	10,4	826,5
17:00 - 18:00	517	258,5	206	206	337	235,9	38	15,2	715,6

4.4. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan dibutuhkan data kecepatan pada kedua arah yang diambil sebanyak 15 sampel, 5 sampel sepeda motor, 5 sampel mobil penumpang, dan 5 sampel kendaraan sedang, sepanjang 50 meter dengan interval waktu 15 menit dalam satuan meter/detik dan kemudian dikonversikan 42 dalam satuan km/jam. Tabel 5 berisi hasil rata-rata kecepatan kendaraan per jam tertinggi dan terendah pada 3 hari penelitian.

Tabel 5. Hasil Suvery Kecepatan Kendaraan Jalan Raya Tomohon – Manado

Analisa Kecepatan Kendaraan				
Hari/Tanggal	Lokasi	Jam	Kecepatan	
Senin, 17 Februari 2025	Tomohon - Manado	13:00 – 14:00	Min	12,9559
		09:00 - 10:00	Max	28,6308
	Manado – Tomohon	12:00 – 13:00	Min	13,5252
		09:00 – 10:00	Max	30,7704
Rabu, 19 Februari 2025	Tomohon - Manado	13:00 – 14:00	Min	13,8729
		06:00 – 07:00	Max	43,4783
	Manado – Tomohon	14.00 – 15.00	Min	11,8950
		06:00 – 07:00	Max	41,4881

Analisa Kecepatan Kendaraan				
Hari/Tanggal	Lokasi	Jam	Kecepatan	
Sabtu, 22 Februari 2025	Tomohon - Manado	11:00 – 12:00	Min	16,1452
		08:00 – 09:00	Max	36,2401
	Manado – Tomohon	14:00 – 15:00	Min	18,5652
		08:00 – 09:00	Max	30,7058

4.5. Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Tabel 6. Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Analisis Kapasitas Ruas Jalan		
Faktor Koreksi	Kondisi	Nilai
Kapasitas Dasar (C_0)	2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi	2800
Lebar Jalur Efektif (FC_{LJ})	7 m, Jalur 2 Arah	1
Pembagian Arah (FC_{PA})	Jalan Tak Terbagi, 50% – 50%	1
Hambatan Samping (FC_{HS})	Sedang (Kereb Penghalang)	0,68
Jumlah Penduduk (FC_{UK})	0,1 – 0,5 Juta Jiwa	0,90
Kapasitas (C)		1713,6

Perhitungan kapasitas (C) dari kondisi Jalan Raya Tomohon pada saat jam puncak :

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \\
 &= 2800 \times 1 \times 1 \times 0,68 \times 0,9 \\
 &= 1713,6 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

4.6. Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Nilai Derajat Kejenuhan untuk Jalan Raya Tomohon yang didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D_j &= Q/C \\
 &= 1595,6/1713,6 \\
 &= 0,931
 \end{aligned}$$

4.7. Analisis Kecepatan Arus Bebas

Tabel 7. Analisis Kecepatan Arus Bebas

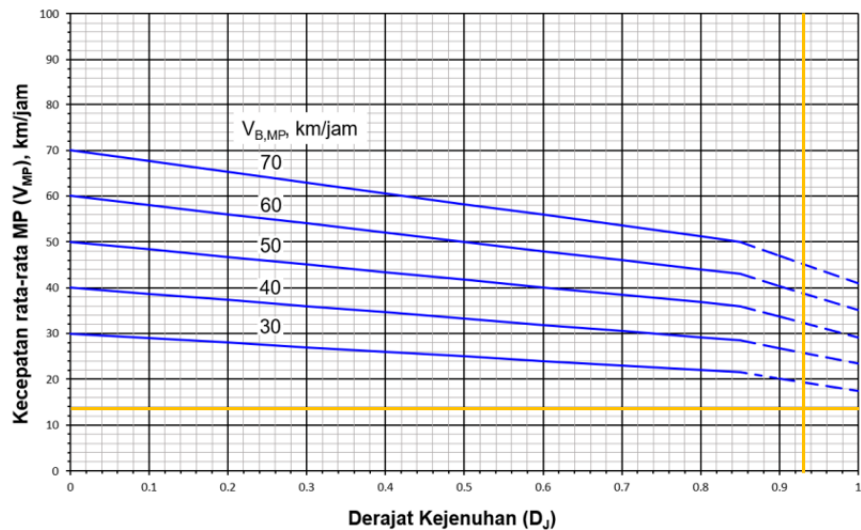
Analisis Kecepatan Arus Bebas		
Parameter	Kondisi	Nilai
Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})	2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi	42
Lebar Jalur Efektif (V_{BL})	7 m, Jalur 2 Arah	0
Hambatan Samping (FV_{BHS})	Sangat Tinggi (Kereb Penghalang)	0,68
Jumlah Penduduk (FV_{BUK})	0,1 – 0,5 Juta Jiwa	0,93
Kecepatan Arus Bebas (V_B)		26,5608

Maka Nilai Kecepatan Arus Bebas Adalah:

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \\
 &= (42 + 0) \times 0,68 \times 0,93 \\
 &= 26,5608 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

4.8. Kecepatan Tempuh

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada Hari Rabu, 19 Februari 2025 arah Manado – Tomohon, nilai kecepatan rata-rata untuk MP di dapatkan 13,0100 km/jam dan nilai derajat kejenuhan 0,931. Sehingga diperoleh untuk nilai Kecepatan Tempuh adalah 28 km/jam.



Gambar 4. Hubungan V_{MP} dengan D_J dan V_B pada tipe jalan 2/2 TT

4.9. Waktu Tempuh

Berdasarkan pada Gambar 4, nilai kecepatan tempuh V_T adalah 28 km/jam dan nilai P atau Panjang segmen 50 m, maka nilai Waktu Tempuh sebagai berikut:

$$W_T = \frac{P}{V_T}$$

$$W_T = \frac{0,05}{28}$$

$$W_T = 0,0017857 \text{ jam} = 6,42 \text{ detik}$$

4.10. Kepadatan

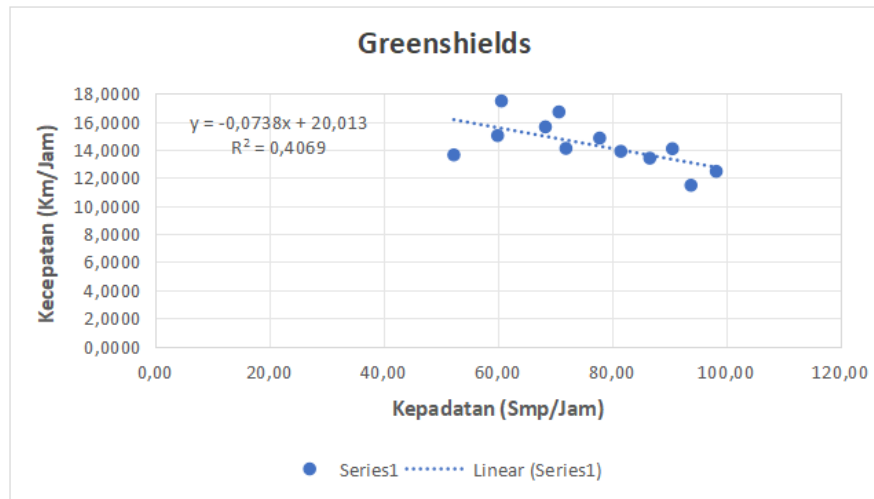
Tabel 8. Perhitungan Kepadatan Arah Tomohon – Manado dan Tomohon – Manado

Waktu	Arah Manado – Tomohon			Arah Tomohon – Manado		
	Volume (SMP/Jam)	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (SMP/Km)	Volume (SMP/Jam)	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (SMP/Km)
06:00 - 07:00	563,7	48	12	509,3	47	12
07:00 - 08:00	616,7	39	16	569,8	30	20
08:00 - 09:00	584,9	39	15	517,6	24	22
09:00 - 10:00	598,5	32	20	592,3	19	32
10:00 - 11:00	632,6	24	27	611,9	18	35
11:00 - 12:00	667,4	20	34	622,4	16	38
12:00 - 13:00	637,3	14	46	646,7	15	44
13:00 - 14:00	661,6	15	46	661,8	16	43
14:00 - 15:00	771,4	15	56	824,2	12	70
15:00 - 16:00	673,4	15	47	705,1	13	58
16:00 - 17:00	625,5	16	39	695,1	14	56
17:00 - 18:00	653,2	23	29	659	17	40

Hasil pada Tabel 8 menunjukkan bahwa arah Manado – Tomohon nilai kepadatan tertinggi ada pada jam 14.00 – 15.00 dengan nilai kepadatan 56 smp/km, sedangkan untuk arah Tomohon – Manado nilai kepadatan terbesar pada jam 14.00 – 15.00 dengan nilai sebesar 70 smp/km.

4.11. Analisa Kapasitas Jalan Akibat Hambatan Samping dengan Menggunakan Metode Greenshields dan PKJI 2023

1. Kapasitas Jalan Pada Kondisi Hambatan Samping Tinggi Menggunakan Greenshields
Gambar 5 menunjukkan grafik greenshields pada hambatan samping tertinggi pada hari Rabu, 19 Februari 2025. Dimana untuk sumbu X adalah Kepadatan (smp/jam) dan sumbu Y adalah Kecepatan (km/jam).



Gambar 5. Hubungan Matematis antara Kepadatan dan Kecepatan menggunakan Metode Greenshields

Tabel 9. Kapasitas Jalan Pada Kondisi Hambatan Samping Tinggi Menggunakan Metode Greenshields

	Greenshields
Speed – Density	$u = 20,013 - 0,0738k$
Flow – Density	$q = k \cdot 20,013 - 0,0738k^2$
Flow – Speed	$q = 271,178u - 13,5501 u^2$
Kapasitas (SMP/Jam)	1356,77564
FFspeed (Km/Jam)	20,013

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai kapasitas yang didapatkan pada hambatan samping tinggi pada hari Rabu, 19 Februari 2025 dengan menggunakan metode Greenshields dengan nilai 1356,77565 smp/jam.

2. Kapasitas Jalan Pada Kondisi Hambatan Samping Tinggi Menggunakan Metode PKJI 2023
Perhitungan kapasitas jalan rendah menggunakan PKJI 2023 untuk mengambil nilai kapasitas sebagai nilai yang akan diuji untuk dipakai dalam mencari presentasi penurunan hambatan samping, sesuai dengan rumus PKJI 2023 didapatkan rumus yang ada di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \\
 &= 2800 \times 1 \times 1 \times 0,9 \times 0,9 \\
 &= 2268 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 10. Perhitungan Kepadatan Arah Tomohon – Manado dan Tomohon – Manado

Analisis Kapasitas Ruas Jalan		
Faktor Koreksi	Kondisi	Nilai
Kapasitas Dasar (C_0)	2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi	2800
Lebar Jalur Efektif (FC_{LJ})	7 m, Jalur 2 Arah	1
Pembagian Arah (FC_{PA})	Jalan Tak Terbagi, 50% – 50%	1
Hambatan Samping (FC_{HS})	Sedang (Kereb Penghalang)	0,9
Jumlah Penduduk (FC_{UK})	0,1 – 0,5 Juta Jiwa	0,9
Kapasitas (C)		2268

3. Menentukan Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas Terhadap Hambatan Samping
Untuk menentukan nilai faktor penyesuaian hambatan samping maka membutuhkan data pada kondisi hambatan samping tinggi dan kondisi hambatan samping rendah. Dengan membagikan antara Nilai Hambatan Samping Tertinggi yaitu 1356,77564 smp/jam dan Nilai Hambatan Samping Terendah yaitu 2268 smp/jam, maka akan mendapatkan nilai persentase sejumlah 0,60 atau 60%.

Dimana dengan hasil yang diatas maka Kinerja Ruas Jalan Raya Tomohon (Studi Kasus: Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl. Kuriti), didapatkan sebesar 60% dan

mengalami penurunan sebesar 40% dari Kapasitas yang seharusnya. Dimana dari hasil ini menunjukkan bahwa hal tersebut disebabkan oleh hambatan samping yang ada pada arus Jalan Raya Tomohon (Studi Kasus: Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl. Kuriti) terlebih khusus pada jam arus lalu lintas saat tinggi.

4.12. Simulasi Lalu Lintas Menggunakan SUMO

Hasil simulasi menggunakan aplikasi SUMO bisa dilihat pada Tabel 11 sd Tabel 13.

Tabel 10. Hasil Simulasi Lalu Lintas Menggunakan Program SUMO pada Skenario 1 Kondisi Eksisting

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)
		Skenario 1
Rabu, 19 Februari 2025	Tomohon - Manado	11,7

Tabel 11. Hasil Simulasi Lalu Lintas Menggunakan Program SUMO pada Skenario 2 Kondisi Tanpa Hambatan Samping

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)
		Skenario 2
Rabu, 19 Februari 2025	Tomohon - Manado	20,65

Tabel 12. Perbandingan Kondisi Lapangan Dan Hasil Simulasi Program SUMO

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)		
		Lapangan	Program SUMO	
			Skenario 1	Skenario 2
Rabu, 19 Februari 2025	Tomohon - Manado	11,8950	11,7	20,65

Hasil pada tabel-tabel di atas menunjukkan bahwa pada kondisi hambatan samping tinggi, terjadi penurunan kecepatan kendaraan. Pada tabel 4.18 dapat dilihat nilai kecepatan yang terjadi dilapangan sebesar 11,8950 km/jam sedangkan untuk skenario 1 dengan menggunakan program SUMO sebesar 11,7 km/jam, dan untuk skenario 2 pada kondisi tanpa hambatan samping didapat nilai sebesar 20,65 km/jam

5. Kesimpulan

Dengan berdasarkan hasil penelitian dan hasil Analisa yang ada pada Ruas Jalan Tomohon – Manado pada jam puncak tertinggi di hari Rabu, 19 Februari 2025 diperoleh untuk Kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kinerja ruas jalan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 diperoleh nilai Volume Lalu Lintas (Q) sebesar 1595,6 smp/jam, Nilai Kapasitas (C) ruas jalan adalah sebesar 1713,6 smp/jam, dengan nilai Derajat Kejenuhan (Dj) sebesar 0,931. Dan nilai Kecepatan Arus Bebas (V_B) sebesar 43,61 km/jam, nilai Kecepatan Tempuh (V_T) sebesar 28 km/jam, Waktu Tempuh (W_T) sebesar 0,0017857 jam. Hal ini menyimpulkan bahwa tingkat pelayanan jalan pada Ruas Jalan Raya Tomohon khususnya Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl. Kuriti di kategorikan dalam Tingkat Pelayanan dengan kondisi bervariasi mulai dari C hingga tingkat E, dengan Arus kondisi stabil hingga arus kondisi tidak stabil.
2. Kapasitas terhadap hambatan samping pada kinerja Ruas Jalan Raya Tomohon (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Lengkong – Persimpangan Jl. Kuriti), didapatkan sebesar 60% dan mengalami penurunan sebesar 40% dari Kapasitas yang seharusnya. Dimana dari hasil ini menunjukkan bahwa Penurunan Kinerja ini mengakibatkan kemacetan pada arus Jalan Raya Tomohon. Selain itu Hambatan samping tinggi tersebut juga diakibatkan oleh kendaraan parkir, pejalan kaki, dan aktivitas di sisi jalan secara signifikan menurunkan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan Tomohon – Manado (Studi Kasus: Bts. Persimpangan Jl. Lengkong – Bts. Persimpangan Jl. Kuriti).
3. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software SUMO, diperoleh perbedaan mencolok antara kondisi eksisting dan kondisi tanpa hambatan samping:

- Kecepatan rata-rata kondisi eksisting di lapangan: 11,8950 km/jam
- Kecepatan simulasi dengan hambatan samping: 10,1163 km/jam
- Kecepatan simulasi tanpa hambatan samping: 21,5831 km/jam

Referensi

- Badan Pusat Statistik, (2023). *Badan Pusat Statistik Kota Tomohon*
- Pesik, Belinda Septiani, Samuel Y. R. Rompis, Sisca V. Pandey. 2017., *Studi Pemanfaatan Lampu Lalu Lintas Untuk Penyebrangan Jalan dan Pengaruhnya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus : Pelican Depan Manado Town Square).*, Volume 5, No.2. p-ISSN :2337-6732
- Bertarina, O. M., Lestari, F., & Safitri, D. (2022). *Analisis Pengaruh Hambatan Samping (Studi Kasus: Jalan Raya Za Pagar Alam di Bawah Flyover Kedaton Kota Bandar Lampung).* J. Tek. Sipil ITP, 9(1), 5.
- Claudia S. Tege, Audie L. E. Rumayar, Meike M. Kumaat. 2024., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Wolter Mongisidi Kota Bitung.*, Volume 22, No.88. p-ISSN :0215-9617
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI).* Jakarta
- Fatimah Az-zahra Bahansubu, 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 p-ISSN: 0215-9617
- Gapi, Irfan, M., Lefrandt, Lucia, I. R., Rompis, Samuel, Y., *Analisis Kinerja Simpang Lengan Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Lengan Tigas Jl. Raya Bastion – Jl. Raya Mangga dua – Jl. Sweering Mangga Dua di Kota Ternate).*, Tekno Volume 20, Nomor 80
- Hanna Pongkorung, Audie L. E. Rumayar. 2024., *Analisis Kinerja Lalu Lintas Pada Ruas Jalan A. A. Maramis Kairagi Dua Manado.*, Tekno Vol. 22, No. 88 p-ISSN: 0215-9617
- Hidayat, A. W. (2020). *Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Depan Pasar Mayong Jepara).* INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur, 16(2), 171-178.
- https://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2017/august/article2.php
- https://sumo.dlr.de/docs/SUMO_at_a_Glance.html
- <https://earth.google.com/web/@1.32093853,124.83845795,758.85621077a,283.04535329d,35y,90.96546718h,0.3076956t,0r/data=OgMKATA>
- <https://repository.umsida.ac.id/bitstream/handle/123456789/28807/f.%20BAB%202.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Jennifer R. Mait, Lucia I. R. Lefrandt, Samuel Y. R. Rompis. 2024., *Analisa Dampak Pasar Tradisional Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jalan Robert Wolter Mongisidi Di Depan Pasar Bahu).*, Tekno Vol. 22 No. 88 p-ISSN: 0215-9617
- Jessica Siby, Audie L. E. Rumayar, Meike M. Kumaat. 2024., *Analisis Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Raya Manado – Bitung, Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung.*, Tekno Vol 22, No.88. p-ISSN: 0215-9617
- Jijen R. Tellang., Meike M. Kumaat, Y. R., Lucia I. R. Lefrandt. 2025., *Analisa Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan Yos Sudarso Kota Manado.*, Tekno Vol. 23, No. 91.
- Kuhu, Renata, A., Lefrandt, Lucia, I. R., Pandey, Sisca, V., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Kota Manado (Studi Kasus: STA 0+050 – STA 0+450).*, Tekno (Vol. 21, No. 84). p-ISSN: 0215-9617
- Kolinug dkk. 2013. " *Analisis Kinerja Ruas Jalan Dalam Kampus Universitas Sam Ratulangi*". Jurnal Sipil Statik. Vol.1 No.2: 119-127. Manado.
- Manongko, Jeremy., Lefrandt, Lucia, I. R., Kumaat, Meike. 2020., *Analisis Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan Perkotaan (Studi Kasus: Depan Mall Bahu).*, Jurnal Sipil Statik, Vol.8 No.6.
- Manongko, Davin, D., Mangangka, Isri, R., Supit, Cindy, J., 2021., *Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Kebisingan di Jalan Piere Tendean Kota Manado.*, Tekno Volume 19 Nomor 78, ISSN: 0215-9617
- Najoan, Kezia, G., Rompis, Samuel, Y. R., Rumayar, Audie, L. E. 2023., *Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Ahmad Yani-Jl. Wolter Monginsidi-Jl. Bethesda).*, Tekno Vol. 21, No. 84.
- Nangaro, Militya, Christi., Lefrandt, Lucia, I. R., Timboeleng, James, A. 2022., *Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jl. Lembong, Kota Manado).*, Jurnal Sipil Statik Vol. 10, No 1 (13-28) ISSN 2337-6732
- Ryan P.Pabuang., Rompis, Samuel, Y. R., Lucia I. R. Lefrandt. 2025., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Pada Jalan Satu Arah (Studi Kasus: Jalan Walanda Maramis).*, Tekno Vol. 23, No. 91.
- Rorong, Novriyadi, Lintong, Elisabeth, Waani, Joice E., 2015., *Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Jalan Di.Panjaitan.*, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.11 (747-758) ISSN: 2337-6732
- Theresia Kezia Senduk, Audie L. E. Rumayar, Steve Ch. N. Palenewen. 2018., *Pengaruh Hambatan*

- Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Kota Tomohon (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Pesanggrahan – Persimpangan Jl. Pasuwengan).*, Vol.6 No.7 (461-470) ISSN: 2337-6732
- Tahir, Cici, N. N., Lefrandt, Lucia, I. R., Rompis, Samuel, Y., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Pada Jalan Satu Arah (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi Kota Manado).*, Tekno Volume 20, Nomor 82
- Tamin, Ofyar Z. "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi edisi kedua." Bandung: Penerbit ITB (2000).
- Yoneri Wojongan, Meike M. Kumaat, Audie L. E. Rumayar. 2024., *Pengaruh Pasar Tradisional Langowan Terhadap Kinerja Ruas Jalan.*, Tekno Vol. 22 No. 89 p-ISSN: 0215-9617
- Violeta A. Rarung, Sisca V. Pandey, Meike M. Kumaat. 2023., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Trans Sulawesi di Kelurahan Buyungon Kecamatan Amurang.*, Tekno Vol 21, No.85. p-ISSN: 0215-9617
- Zulkifli, Surya Eka Priana, Helga Yermadona, 2022., *Analisis Pengaruh Hambatan Samping Akibat Aktivitas Pasar Tradisional Lasi Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Kabupaten Agam.*