



Analisis Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Raya Manado – Bitung, Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung

Jessica Siby^{#a}, Audie L. E. Rumayar^{#b}, Meike M. Kumaat^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^asibyjessi7102@gmail.com; ^baudie_rumayar@unsrat.ac.id; ^cmeikekumaat@unsrat.ac.id

Abstrak

Jalan Raya Manado – Bitung, Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung, menjadi salah satu titik kemacetan di Kota Bitung, terutama selama jam sibuk atau pada waktu puncak. Ini disebabkan oleh tata guna lahan yang merupakan area komersial yang padat akan kegiatan masyarakat umum. Area pendidikan, pasar tradisional, pertokoan, perkantoran ada disepanjang jalan ini. Berdasarkan hasil analisis kinerja Jalan dengan menggunakan metode PKJI 2023 diperoleh nilai Volume lalu lintas (Q) sebesar 1538.8 smp/jam, nilai Kapasitas (C) sebesar 1713.6 smp/jam, nilai Derajat Kejenuhan (Dj) sebesar 0,897 smp/jam, nilai Kecepatan arus bebas (V_B) sebesar 26,5608 km/jam, kecepatan tempuh (V_T) sebesar 24 km/jam, waktu tempuh (W_T) sebesar 0,020833333 jam. Hal ini berarti tingkat kemacetan di Jalan Raya Manado – Bitung termasuk dalam kategori kemacetan yang tinggi dengan nilai Derajat Kejenuhannya yang sudah melebihi 0,8, dapat dilihat tingkat pelayanan di Jalan Raya Manado – Bitung adalah tingkat pelayanan E. Pada kondisi ini Arus tidak stabil, kecepatan kadang berhenti.. Untuk solusi mengatasi kemacetan yaitu pembuatan jembatan penyeberangan orang dan pelebaran geometrik jalan. Hasil analisis untuk solusi mengatasi kemacetan dengan pembuatan jembatan penyeberangan orang didapat kapasitas meningkat tingkat pelayanan menjadi C dan untuk hasil analisis solusi mengatasi kemacetan dengan melakukan pelebaran jalan didapatkan tingkat pelayanan menjadi D. Dan untuk hasil simulasi SUMO didapatkan peningkatan kecepatan kendaraan menjadi 14.766 km/jam.

Kata kunci: kemacetan, kinerja jalan, hambatan samping

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota Bitung merupakan salah satu kota yang ada di Provinsi Sulawesi Utara. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Bitung pada tahun 2023, jumlah penduduk mencapai 232.440 Jiwa. Dengan penduduk yang setiap tahun meningkat memiliki dampak yang signifikan pada permasalahan lalu lintas dimana peningkatan jumlah kendaraan dan pengguna jalan.

Kawasan pendidikan, pasar tradisional, pertokoan dan perkantoran terletak disepanjang jalan ini, yang tentu saja menimbulkan banyak hambatan samping di jalan tersebut. Pada jam - jam sibuk, Jalan Raya Manado – Bitung mengalami kemacetan saat kendaraan menuju sekolah dan perkantoran, pada saat – saat ini juga, pasar tradisional ramai dikunjungi dan gang – gang menuju pasar dipadati kendaraan yang lalu lalang sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas.

Angkutan umum merupakan transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat Kota Bitung, tetapi angkutan umum juga sering menjadi penyebab kemacetan yang terjadi di Jalan Raya Manado – Bitung, karena sering berhenti mendadak menurunkan penumpang dan terkadang angkutan umum juga akan berhenti di tepi jalan untuk menunggu penumpang meskipun kondisi jalan ini sedang ramai. Hal ini membuat kapasitas jalan semakin sempit dan sulit dilewati sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik jalan dan besar hambatan samping pada ruas jalan Raya Manado – Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian ?
2. Bagaimana kinerja jalan pada ruas jalan Raya Manado - Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian?
3. Bagaimana solusi yang tepat untuk mengatasi kemacetan lalu lintas pada ruas jalan Raya Manado – Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian ?

1.3. Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini perlu dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Jalan yang di teliti adalah ruas jalan raya Manado – Bitung, Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian, Kota Bitung, dari depan SMP Negeri 1 Bitung weru sampai depan gang SMA Negeri 1 Bitung dengan panjang 353 M.
2. Survey dilakukan selama 3 hari pada jam yaitu Hari Senin, Selasa, Sabtu pukul 07.00 – 19.00 WITA.
3. Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2023 dan Menggunakan software SUMO (*Simulation Of Urban Mobility*).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik jalan dan besarnya hambatan samping pada ruas jalan Raya Manado – Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian.
2. Menganalisis tingkat kinerja jalan pada ruas jalan Raya Manado – Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian.
3. Memberikan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan kemacetan lalu lintas di ruas jalan Raya Manado – Bitung di Kelurahan Girian Weru, Kecamatan Girian.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Membuat masyarakat mengetahui apa saja akibat yang ditimbulkan dari kemacetan tersebut dan juga membuat masyarakat menjadi lebih disiplin dalam berkendara.
3. Sebagai salah satu masukan maupun pertimbangan kepada pemerintah Kota Bitung dalam menata wilayahnya agar menjadi lebih tertib dan terarah.

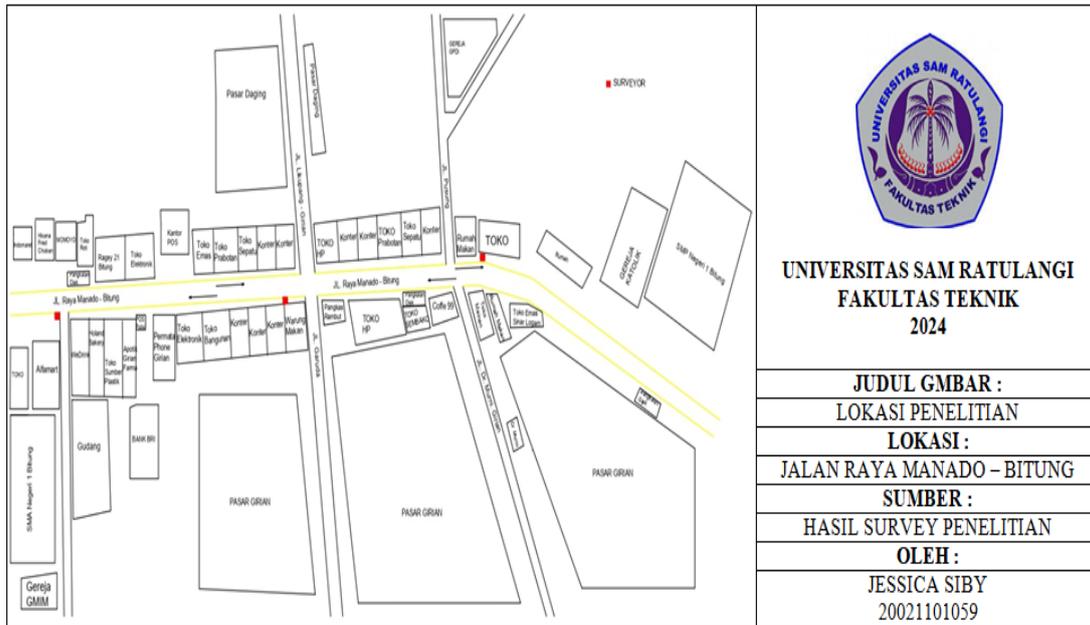
2. Metode

2.1. Periode dan Lokasi Penelitian

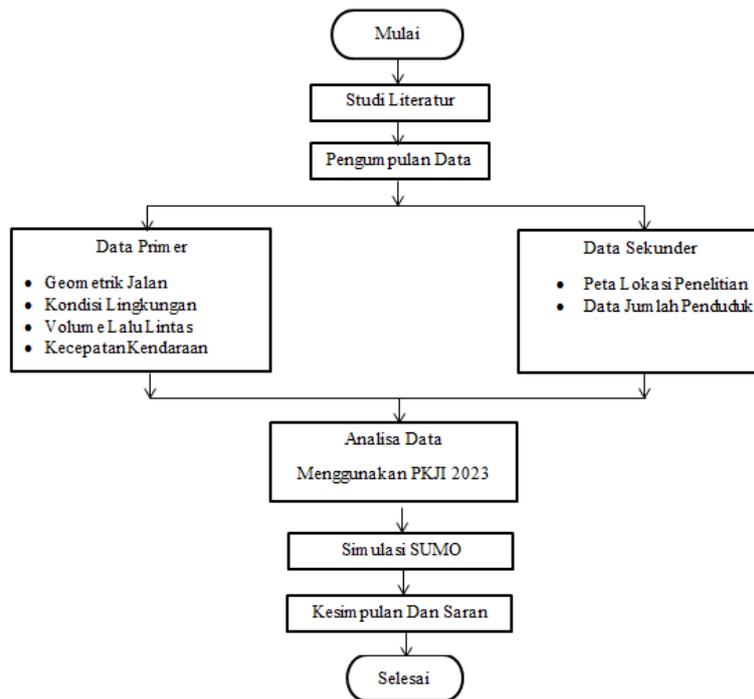
1. Periode Penelitian
Periode Penelitian lalu lintas dilakukan selama 3 hari yaitu: Senin, Selasa, Sabtu. Pengumpulan data dilakukan selama 12 jam mulai pukul 07.00 – 19.00 WITA dengan interval waktu selama 15 menit.
2. Lokasi Penelitian
Lokasi Penelitian dilaksanakan pada Jalan Raya Manado – Bitung, Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung, dari depan sekolah SMP Negeri 1 Bitung sampai depan gang sekolah SMA Negeri 1 Bitung dengan panjang 353 M yang ditunjukkan pada Gambar 1.

2.2. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian, diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Volume Lalu Lintas

Data Volume Lalu Lintas yang telah diambil melalui survey lapangan yang dilakukan selama tiga hari yaitu hari Senin, Selasa, Sabtu dari pukul 07.00 – 19.00 WITA. Data perhitungan yang digunakan yaitu data volume tertinggi di antara periode jam puncak tiga hari tersebut. Adapun data kendaraan yang diambil dalam penelitian ini yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), dan Kendaraan Sedang (KS). Hasil volume lalu lintas pada jam puncak tertinggi pada setiap hari ditampilkan pada Tabel 1.

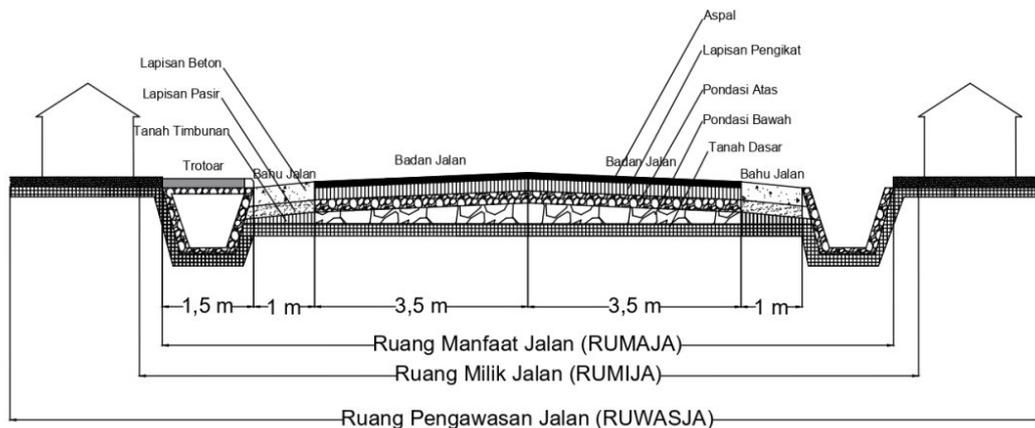
Tabel 1. Volume Lalu Lintas

Segmen	Hari/Tanggal	Volume Max (smp/jam)
1	Senin, 30 Oktober 2023	1538.8
	Selasa, 31 Oktober 2023	1484.9
	Sabtu, 4 November 2023	1457.4
2	Senin, 30 Oktober 2023	1453
	Selasa, 31 Oktober 2023	1426
	Sabtu, 4 November 2023	1407.9
3	Senin, 30 Oktober 2023	1355.4
	Selasa, 31 Oktober 2023	1347.8
	Sabtu, 4 November 2023	1396.3

Dari hasil volume lalu lintas pada jam puncak tertinggi pada setiap hari, data yang akan digunakan untuk dianalisis adalah volume lalu lintas pada hari Senin, 30 Oktober 2023 Segmen 1 pukul 17.00 – 18.00 WITA dengan total volume 1538.8 smp/jam.

3.2. Kondisi Geometrik Jalan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di lokasi penelitian maka didapatkan data geometrik jalan yaitu lebar jalan 7 m, lebar bahu kanan 1 m, lebar bahu kiri 1 m, lebar trotoar 1,5 m.

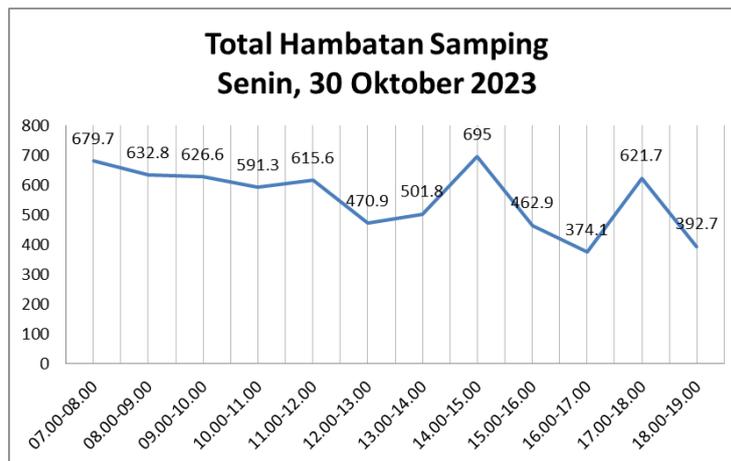
**Gambar 3.** Potongan Melintang Jalan

3.3. Kondisi Lingkungan

Hasil pada pengamatan di lokasi penelitian bahwa jalan yang diteliti yaitu tipe jalan 2/2 TT dengan alasan bahwa jalan mempunyai 2 lajur 2 arah tak terbagi. Tipe lingkungan di sekitar jalan termasuk dalam tipe komersial karena pada lokasi penelitian tersebut terdapat kawasan pendidikan, pasar tradisional, pertokoan, dan perkantoran. Ukuran Kota Bitung ditentukan dari jumlah penduduk yang berjumlah 232.440 jiwa. Dengan jumlah penduduk 0,1 – 0,5 juta jiwa maka dikategorikan kecil.

3.4. Analisis Hambatan Samping

Dari pengamatan yang dilakukan di Jalan Raya Manado – Bitung, hambatan samping yang terjadi disebabkan oleh kendaraan keluar masuk dari fungsi tata guna lahan, pejalan kaki, kendaraan yang berhenti/parkir serta kendaraan lambat yang berpengaruh terhadap kinerja jalan. Survei hambatan samping dilakukan selama periode waktu 12 jam dari pukul 07.00 – 19.00 WITA. Perhitungan jumlah kejadian dari masing – masing hambatan samping dilakukan per 15 menit kemudian untuk keperluan analisis dijumlahkan menjadi per jam.



Gambar 4. Grafik Hambatan Samping pada Hari Senin, 30 Oktober 2023 Segmen 1

Data Perhitungan diambil dari jam puncak tertinggi yaitu pada hari Senin, 30 Oktober 2023 Segmen 1 pukul 17.00 – 18.00 WITA

- Pejalan Kaki
= jumlah x bobot
= $102 \times 0,5$
= 51/jam
- Kendaraan berhenti dan parkir
= jumlah x bobot
= 63×1
= 63/jam
- Kendaraan keluar masuk
= jumlah x bobot
= $732 \times 0,7$
= 506,1/jam
- Kendaraan lambat
= jumlah x bobot
= $4 \times 0,4$
= 1,6/jam

Total = pejalan kaki + kendaraan berhenti dan parkir + kendaraan keluar masuk + kendaraan lambat
= $51 + 63 + 506,1 + 1,6$
= 621,7/jam (Tinggi)

Dari hasil yang didapat pada lokasi penelitian bahwa hambatan samping Tinggi.

3.5. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan diambil sebanyak 15 sampel dari jenis kendaraan sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS) sepanjang 50meter dengan interval waktu 15 menit dalam satuan meter/detik, dan kemudian dikonversikan dalam satuan km/jam. Berikut ini hasil rata – rata kecepatan kendaraan per jam tertinggi dan terendah pada 3 hari penelitian pada Tabel 2.

3.6. Analisis Kinerja Jalan

Data volume lalu lintas yang didapat dari hasil penelitian di lapangan yang dilakukan selama tiga hari yaitu hari Senin, Selasa, Sabtu. Data yang dipakai adalah data yang memiliki volume tertinggi di antara periode jam puncak dari tiga hari penelitian. Analisis kinerja jalan pada jam puncak tertinggi yakni pada hari Senin, 30 Oktober 2023 (17.00 – 18.00 WITA) dijelaskan pada tahapan berikut.

Tabel 2. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan Kendaraan				
Hari/Tanggal	Arah	Jam	Kecepatan (Km/jam)	
Senin, 30 Oktober 2023	Manado - Bitung	13.00 - 14.00	Min	7.2786
		10.00 - 11.00	Max	19.0106
	Bitung - Manado	17.00 - 18.00	Min	8.1544
		10.00 - 11.00	Max	18.9783
Selasa, 31 Oktober 2023	Manado - Bitung	14.00 - 15.00	Min	8.7186
		09.00 - 10.00	Max	17.0459
	Bitung - Manado	18.00 - 19.00	Min	8.5985
		10.00 - 11.00	Max	20.1517
Sabtu, 4 November 2023	Manado - Bitung	18.00 - 19.00	Min	10.0171
		16.00 - 17.00	Max	19.0154
	Bitung - Manado	18.00 - 19.00	Min	9.1161
		11.00 - 12.00	Max	22.0080

1. Analisis Kapasitas

Tabel 3. Faktor Penyesuaian

Analisis Kapasitas Ruas Jalan		
Parameter	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})	Sangat Tinggi (Kereb Penghalang)	0.68
Jumlah Penduduk (FC_{UK})	0,1 - 0,5 juta penduduk	0.90
Kapasitas Jalan (C)		1713.6

Maka nilai kapasitas adalah:

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \\
 C &= 2800 \times 1 \times 1 \times 0,68 \times 0,90 \\
 C &= 1713,6 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

2. Analisis Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan untuk Jalan Raya Manado – Bitung Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 DJ &= Q/C \\
 &= 1538.8/1713,6 \\
 &= 0.89799253
 \end{aligned}$$

3. Analisis Kecepatan Arus Bebas (V_B)

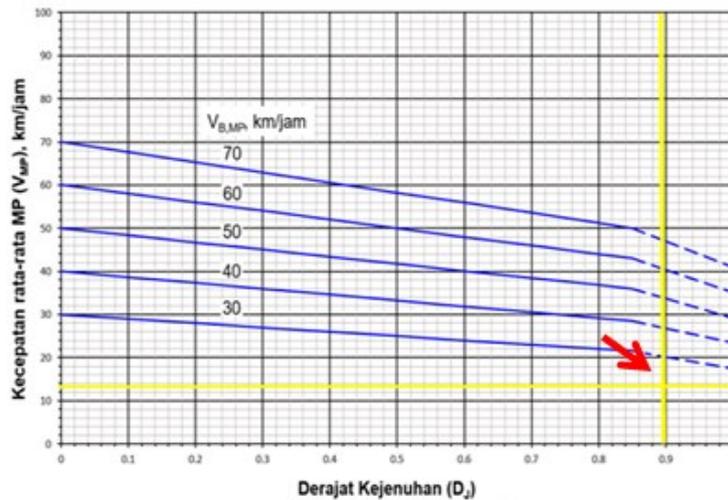
Perhitungan kecepatan arus bebas yaitu sebagai berikut

- Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD})
Nilai kecepatan arus bebas (V_{BD}) di jalan raya Manado – Bitung adalah 42 km/jam
- Lebar jalur efektif (V_{BL})
Dari survey di lapangan lebar lajur 7 meter, maka nilai lebar lajur efektif di jalan raya Manado – Bitung adalah 0.
- Akibat hambatan samping (FV_{BHS})
Nilai akibat hambatan samping untuk jalan berkereb di jalan raya Manado – Bitung adalah 0,68, karena kelas hambatan samping sangat tinggi.
- Jumlah penduduk (FV_{BUK})
Menurut PKJI 2023, kota dengan jumlah penduduk 229.795 Jiwa dikategorikan kecil. Maka $FC_{BUK} = 0,93$.

Maka analisis kecepatan arus bebas didapat :

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

4. Analisis Kecepatan Tempuh (V_T)



Gambar 5. Hubungan V_{MP} dengan D_j dan V_B pada pada tipe jalan 2/2 TT

Dari Gambar 5. diatas nilai D_j diambil pada jam puncak tertinggi hari Senin, 30 Oktober 2023, dengan nilai D_j 0,89799253 dan nilai V_{MP} 13.2852 sehingga diperoleh nilai kecepatan tempuh adalah 24.

5. Waktu Tempuh (W_T)

Perhitungan waktu tempuh yaitu sebagai berikut:

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

1) Panjang segmen dalam km (P)

Berdasarkan lokasi penelitian panjang segmen jalan 50 m dan dalam satuan km adalah 0,50 km

2) Kecepatan tempuh mobil penumpang (V_T)

Berdasarkan Gambar 5. kecepatan tempuh adalah 24

Dengan menggunakan nilai – nilai diatas waktu tempuh kemudian dihitung. Berikut ini perhitungan waktu tempuh

$$\begin{aligned} W_T &= \frac{P}{V_T} \\ &= \frac{0,50}{24} \\ &= 0,020833333 \text{ jam} \end{aligned}$$

6. Kepadatan

Berikut perhitungan kepadatan di Jalan Raya Manado – Bitung

$$D = \frac{V}{S}$$

Tabel 4. Perhitungan Kepadatan Arah Manado – Bitung

Waktu	Volume smp/jam	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
07.00-08.00	667.9	13.3394	50.0699
08.00-09.00	753	15.5358	48.4686
09.00-10.00	662.9	16.5405	40.0774
10.00-11.00	691.2	19.0106	36.3586
11.00-12.00	690.9	16.8111	41.0979
12.00-13.00	682.2	16.0147	42.5983
13.00-14.00	773.9	7.2786	106.3259
14.00-15.00	737.3	9.7292	75.7824
15.00-16.00	759.9	12.5452	60.5729
16.00-17.00	793.4	13.3495	59.4331
17.00-18.00	701.4	9.6214	72.9001
18.00-19.00	733.5	7.6855	95.4401

Berdasarkan Tabel 4. dapat dilihat bahwa pada arah Manado – Bitung pukul 17.00 – 18.00 WITA nilai kepadatan sebesar 72.9001 smp/km.

Tabel 5. Perhitungan Kepadatan Arah Bitung – Manado

Waktu	Volume smp/jam	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
07.00-08.00	647.6	13.6248	47.5308
08.00-09.00	632.1	15.9129	39.7225
09.00-10.00	646.6	18.3646	35.2091
10.00-11.00	665.6	18.9783	35.0716
11.00-12.00	647.8	18.4827	35.0491
12.00-13.00	623.2	17.9437	34.7309
13.00-14.00	718.9	8.1640	88.0570
14.00-15.00	715.6	10.7362	66.6528
15.00-16.00	715.7	14.8382	48.2335
16.00-17.00	710.3	14.4996	48.9877
17.00-18.00	837.4	8.1544	102.6927
18.00-19.00	676.1	9.7931	69.0383

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilihat bahwa pada arah Bitung – Manado, kepadatan tertinggi terjadi pukul 17.00 – 18.00 WITA sebesar 102.6927 smp/km.

3.7. Solusi Untuk Mengatasi Kemacetan

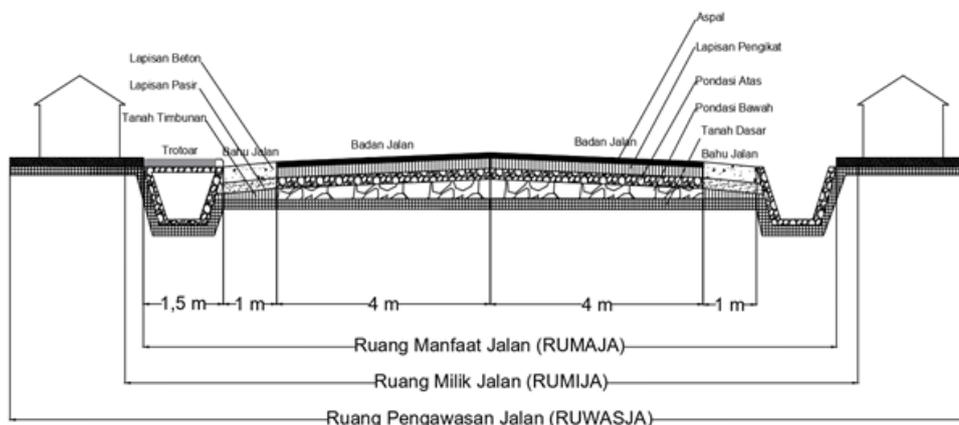
Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat terjadinya penurunan kapasitas. Oleh karena itu solusi yang dapat diberikan untuk meningkatkan kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Jembatan Penyeberangan Orang

Melihat kondisi dilapangan kemacetan di Jalan Raya Manado – Bitung, Kecamatan Girian, Kota Bitung salah satunya di pengaruhi karena adanya pejalan kaki yang sering menyebrang di jalan tersebut, maka untuk meningkatkan kapasitas ruas jalan, cara ini bisa menjadi solusi. Dari hasil analisis yang di lakukan dengan membuat jembatan penyeberangan orang dengan menurunkan nilai FCHS menjadi 0,90 kategori rendah, maka Kapasitas (C) 1713,6 menjadi 2268 smp/jam dan Derajat Kejenuhan D_j 0,897 menjadi 0,678 dengan tingkat pelayanan E menjadi C.

b. Pelebaran Geometrik Jalan

Melihat kondisi geometrik jalan yang masih bisa dilakukan pelebaran jalan maka untuk meningkatkan kapasitas ruas jalan, cara ini bisa menjadi solusi untuk perbaikan jalan Raya Manado – Bitung yang memerlukan peningkatan kapasitas. Dari analisis yang dilakukan dengan melakukan pelebaran jalan menjadi 8 m, maka Kapasitas (C) 1713,6 menjadi 1953,504 smp/jam dan Derajat Kejenuhan D_j 0,897 menjadi 0.787 dengan tingkat pelayanan E menjadi D.



Gambar 6. Potongan Melintang Dengan Solusi Pelebaran Jalan

3.8. Simulasi Lalu Lintas Menggunakan SUMO

Hasil simulasi SUMO dapat dilihat pada Tabel 6 sd. Tabel 8

Tabel 6. Hasil Simulasi Lalu Lintas Menggunakan Program SUMO Pada Skenario 1 Kondisi Eksisting

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)
		Skenario 1
Senin, 30 Oktober 2023	Manado - Bitung	7,90

Tabel 7. Hasil Simulasi Lalu Lintas Menggunakan SUMO Pada Model Skenario 2 Tanpa Hambatan Samping

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)
		Skenario 2
Senin, 30 Oktober 2023	Manado - Bitung	14,502

Tabel 8. Hasil Simulasi Lalu Lintas Menggunakan SUMO Pada Model Skenario 3 Solusi Mengatasi Kemacetan Dengan Cara Pelebaran Jalan

Hari/Tanggal	Arah	Kecepatan (km/jam)
		Skenario 3
Senin, 30 Oktober 2023	Manado - Bitung	14,766

Tabel 9. Perbandingan Kondisi Lapangan Dan Hasil Simulasi Program SUMO

Hari/Tanggal	Arah	Lapangan	Kecepatan (km/jam)		
			Program SUMO		
			Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Senin, 30 Oktober 2023	Manado - Bitung	8.1544	7,90	14,502	14,766

Berdasarkan Tabel diatas pada kondisi hambatan samping tinggi, terjadi penurunan kecepatan. Pada Tabel 9 dapat dilihat nilai kecepatan yang terjadi dilapangan sebesar 8,1544 km/jam sedangkan untuk skenario menggunakan program sumo sebesar 7.90 km/jam, untuk skenario kondisi tanpa hambatan samping sebesar 14,502 km/jam dan untuk skenario solusi pelebaran jalan sebesar 14,766 km/jam.

4. Kesimpulan

1. Hasil analisis karekteristik jalan didapatkan volume lalu lintas (Q) pada hari Senin, 30 Oktober 2023 pukul 17.00 – 18.00 WITA sebesar 1538.8 smp/jam. Tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi. Jalan Raya Manado – Bitung memiliki kategori hambatan samping sangat tinggi dengan total kejadian >900 kejadian.
2. Hasil analisis kinerja Jalan Raya Manado – Bitung pada jam puncak tertinggi di hari Senin, 30 Oktober 2024 dengan menggunakan metode PKJI 2023 diperoleh nilai Volume lalu lintas (Q) sebesar 1538.8 smp/jam, nilai Kapasitas (C) sebesar 1713.6 smp/jam, nilai Derajat Kejenuhan (Dj) sebesar 0,897 smp/jam, nilai Kecepatan arus bebas (V_B) sebesar 26,5608 km/jam, kecepatan tempuh (V_T) sebesar 24 km/jam, waktu tempuh (W_T) sebesar 0,020833333 jam. Hal ini berarti tingkat kemacetan di Jalan Raya Manado – Bitung termasuk dalam kategori kemacetan yang tinggi dengan nilai Derajat Kejenuhannya yang sudah melebihi 0,8, dapat dilihat tingkat pelayanan di Jalan Raya Manado – Bitung adalah tingkat pelayanan E. Pada kondisi ini Arus tidak stabil, kecepatan kadang berhenti.
3. Dengan adanya hambatan samping di sekitar jalan yang mempengaruhi kinerja jalan maka solusi yang tepat untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di Jalan Raya Manado – Bitung dilakukan dengan cara pembuatan jembatan penyeberangan orang dan pelebaran jalan. Hasil analisis untuk pembuatan jembatan penyeberangan orang didapatkan kapasitas meningkat dengan tingkat pelayanan menjadi C dan untuk pelebaran jalan, tingkat pelayanan menjadi

D. Hasil simulasi SUMO didapatkan peningkatan kecepatan kendaraan sebesar 14,766 km/jam.

Referensi

- Sukirman, Silvia. 1994. Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Badan Pusat Statistik Kota Bitung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Jakarta
- 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
- 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
- Lamarang, Abdul, Hafiz., Rumayar, Audie, L. E., Kumaat, Meike, M., Analisis Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Veteran, Jl. Amal, Kotamobagu)., Tekno Volume 20, Nomor 82
- Novelia, Widya., Pandey, Sisca, V., Lefrandt, Lucia, I. R., Analisa Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jl. Bitung-Airmadidi)., Tekno Volume 21, No. 86
- 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
- Hidayat, Adib, Wahyu., Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Depan Pasar Mayong Jepara)., Inersia, Vol XVI No. 2
- Bongga, Lipu, Maxi., Selitung, Mary., Bestari, Sufiati., Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas JalanAntang Raya Depan Pasar Antang., Jurnal Teknik Sipil UKIPP Paulus Makasar., Volume 5 Issue 2
- Mahendra, Bertarina, O., Lestrani, Fera., Fitri, Destiana., Analisis Pengaruh Hambatan Samping (Studi Kasus: Jalan Raya Za Pagar Alam di Bawah Flyver Kedaton Kota Bandar Lampung)., Jurnal Teknil Sipil ITP, Vol. 9, No. 1