

Analisa Perbandingan Kinerja Jalan Menurut MKJI 1997 Dan Metode Greenshields (Studi Kasus: Jalan Robert Wolter Monginsidi Depan Rs. Kandou Manado)

Gabriella Cessy Montoh^{#1}; Semuel Y. R. Rompis^{#2}; Sisca V. Pandey^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹gabriellaemboot@gmail.com; ²semrompis@unsrat.ac.id; ³sisca.pandey@unsrat.ac.id

Abstrak

Kota Manado memiliki beberapa ruas jalan yang sering terjadi masalah lalu-lintas seperti kemacetan. dan kemacetan tersebut disebabkan karena peningkatan ekonomi yang juga menyebabkan karena mobilitas seseorang meningkat sehingga terjadi pergerakan lalu-lintas yang cukup tinggi. Demikian pula yang terjadi di ruas Jalan R. W. Monginsidi sebagai lokasi penelitian. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan manajemen lalu-lintas yang terencana dan terarah dengan terlebih dahulu mengetahui karakteristik lalu-lintas seperti volume dan kecepatan, dengan melakukan studi pada ruas jalan tersebut. Studi dalam penelitian ini dilakukan di ruas Jalan R. W. Monginsidi selama tiga hari survey yang bertujuan untuk mengetahui kinerja yang ada di ruas jalan tersebut Dengan menggunakan metode model Greenshields yang kemudian di bandingkan dengan Metode MKJI 1997 untuk metode Greenshield yang memiliki nilai determinasi tertinggi. Hubungan matematis antara parameter Volume-Kecepatan-Kepadatan dan koefisien determinasi (R^2) yang tertinggi untuk tiga hari survey. Hasil pemodelan didapat untuk model Greenshields koefisien tertinggi adalah hari Senin, 04 Oktober 2021 yaitu $R^2 = 0.8571$ dengan persamaan hubungan matematis $V = 34.01D - 0.156D^2$ dan $(VM) = 1858.536$ smp/jam, Kemudian untuk perhitungan dengan menggunakan MKJI 1997 didapat $(VM) = 3047,22$ smp/jam. Berdasarkan dari perhitungan kedua model tersebut kinerja MKJI 1997 lebih besar dengan persentase 39 % lebih tinggi dari hasil metode Greenshields Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara ke dua model tersebut kinerja dari MKJI 1997 jauh lebih besar, ini disebabkan karena latar belakang pemodelan Greenshields yg digunakan banyak berasal dari penelitian jalan-jalan di luar negeri sedangkan untuk MKJI 1997 penelitiannya menggunakan karakteristik dari jalan yang ada di Indonesia, maka di antara kedua metode tersebut sebaiknya menggunakan metode MKJI 1997.

Kata kunci – kinerja, MKJI 1997, Greenshields

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat, dimana laju pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang semakin hari semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena masyarakat memiliki pola yang sangat tinggi terhadap pola perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan peningkatan jumlah pada kendaraan.

Adapun masalah transportasi yang selalu dihadapi oleh negara-negara maju dan negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, baik di bidang transportasi, perkotaan maupun transportasi antara kota. Dalam situasi ini, maka akan menimbulkan masalah lalu-lintas seperti kemacetan yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan lalu-lintas.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan manajemen lalu-lintas yang terencana dan terarah sehingga solusi pada satu titik tidak akan mengakibatkan masalah pada titik yang lain. Untuk manajemen lalu-lintas yang terencana dan terarah, terlebih dahulu perlu di ketahui perilaku karakteristik lalu-lintas seperti volume (flow), kecepatan (speed) dan kepadatan (density). Dengan mengetahui volume dan kecepatan maka bisa diketahui beberapa kinerja dari ruas jalan tersebut.

Jalan R. W. Monginsidi merupakan jalan yang cukup ramai oleh kendaraan-kendaraan karena merupakan jalan yang akan melewati Rumah sakit umum Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dan di jalan ini juga akses ke tempat wisata pantai malalayang selain itu jalan ini juga merupakan jalan menuju terminal malalayang dan jalan trans sulawesi utara menuju provinsi Gorontalo.

Hal ini yang menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu-lintas dan menurun pula kinerja jalan tersebut, terutama pada jam-jam sibuk ruas jalan ini sering terjadi kemacetan

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah kinerja jalan pada ruas jalan R. W. Monginsidi arah 45-Malalayang dengan menggunakan MKJI 1997?
2. Berapakah kinerja ruas jalan R. W. Monginsidi arah 45-Malalayang menurut Metode Greenshields dan menentukan koefisien determinasi tertinggi pada metode *Greenshields*?
3. Bagaimanakah perbandingan dari kinerja jalan menggunakan MKJI 1997 dan metode *Greenshields*?

C. Batasan Penelitian

Mengingat akan keterbatasan waktu, tenaga, serta biaya, maka ruang lingkup permasalahan pada penelitian ini dibatasi oleh:

1. Untuk mendapatkan kinerja Jalan digunakan MKJI 1997 dan metode *Greenshields*, dengan terlebih dahulu mengetahui hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan.
2. Penelitian ini dilakukan hanya pada Jalan R. W. Monginsidi dari arah Pasar 45 ke Malalayang di depan Rumah sakit umum Prof. Dr. R. D. Kandou Manado.
3. Menggunakan parameter hitungan kinerja jalan perkotaan untuk analisa MKJI 1997.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kinerja jalan pada ruas jalan R.W.Monginsidi arah 45-Malalayang dengan menggunakan MKJI 1997.
2. Menghitung kinerja ruas jalan R.W. Monginsidi arah 45-Malalayang dengan menggunakan metode *Greenshields* dan menentukan koefisien determinasi tertinggi pada metode *Greenshields*.
3. Membandingkan kinerja jalan MKJI 1997 dan metode *Greenshields*.

E. Manfaat Penelitian

Penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan pendidikan pada program studi S1 Teknik Sipil. Manfaat yang diharapkan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan bagi perencanaan jalan sehingga dapat dihasilkan perencanaan yang tepat, efisien, dan efektif.
2. Dapat memberikan informasi yang lebih penting, khususnya kepada pemerintah dalam mengatur lalu-lintas sehingga kemacetan dapat di atasi dengan baik.
3. Penelitian ini juga dapat memberikan manfaat bagi penulis, dalam rangka menambah pengetahuan mengenai pengaruh kinerja jalan terhadap arus lalu lintas yang ada.
4. Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi untuk penelitian-penelitian lanjutan mengenai kinerja jalan tersebut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam bagan alir pada Gambar 1. Penelitian yang dilakukan mengambil lokasi di kota Manado Sulawesi Utara Jalan Robert Wolter Monginsidi depan RS. Kandou Manado arah 45-malalayang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Ruas Jalan

Ruas jalan yang ditinjau adalah jalan Robert Wolter Monginsidi depan R.S. Kandou Manado, arah Pasar 45 – Malalayang.

Secara rinci data ruas jalan pada jalan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Terdiri dari 4 lajur 2 arah
2. Lebar masing-masing lajur 4 m (4 kiri 4 kanan)
3. Kondisi perkerasan relatif baik

B. Perhitungan Data

Perhitungan data terdiri dari perhitungan volume lalu-lintas, perhitungan kecepatan kendaraan, perhitungan kepadatan kendaraan, dan perhitungan kapasitas.

1. Perhitungan Volume Lalu-Lintas (V)

Untuk mendapatkan volume lalu-lintas dalam satuan mobil penumpang (smp) maka data kendaraan setiap interval 15 menit yang diperoleh dari hasil survey di jalan Robert wolter monginsidi depan R.S Kandou Manado dikalikan dengan vaktor ekivalensi (emp) untuk setiap jenis kendaraan, yang telah di tetapkan dalam MKJI 1997. Setelah diperoleh data volume lalu-lintas diperoleh dalam satuan mobil penumpang, maka dapat ditentukan volume pada jam puncak untuk jalan yang di tinjau tersebut.

Faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) masing-masing kendaraan menurut MKJI 1997, sebagai berikut :

➤ Empat-lajur-terbagi-dua-arah(4/2D):

Kendaraan ringan LV = 1,0

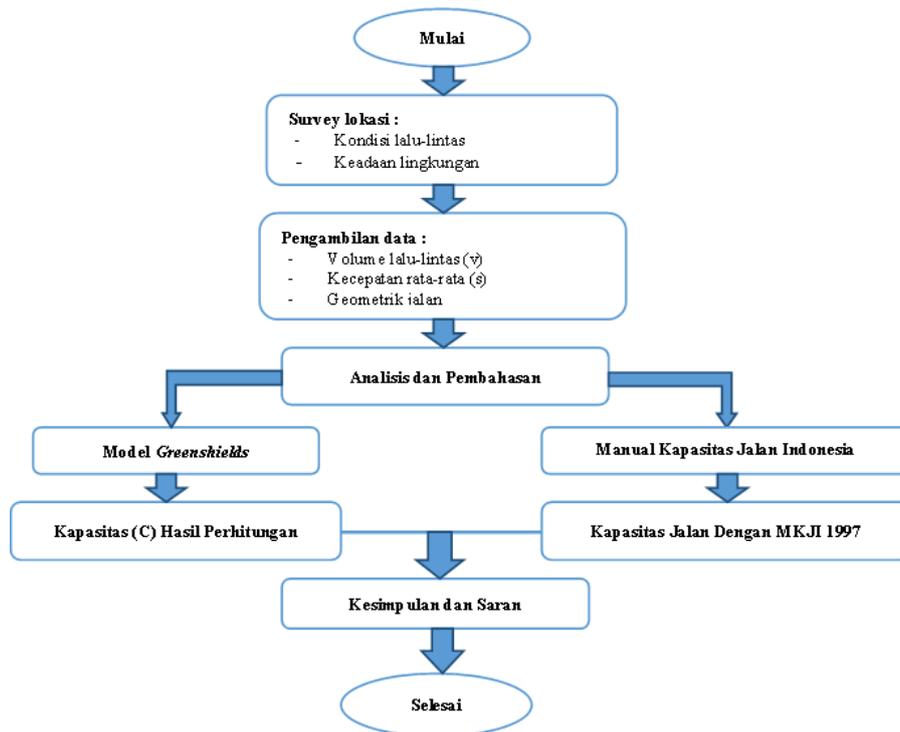
Kendaraan berat HV = 1,2

Sepeda motor MC = 0,25

Contoh pengolahan data volume lalu lintas kendaraan hari Senin, 2 Oktober 2021 pukul 06.00-06.16 WITA arah 45 ke malalayang.

1. Sepeda Motor (MC), nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor = 0.25
 - Jumlah arus Sepeda Motor interval 15 menit = 143 kend/15menit
 - Nilai Ekivalen volume Sepeda Motor = 143 x 0,25 = 35,75 smp/15 menit
 - Jumlah Volume Sepeda Motor = 35,75 x (60/15) =143 smp/jam
2. Kendaraan Ringan (LV), nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan = 1

- Jumlah arus Kendaraan Ringan interval 15 menit = 138 kend/15menit
 - Nilai Ekvivalen volume Kendaraan Ringan = 138 x 1 = 138 smp/15 menit
 - Jumlah Volume Kendaraan Ringan = 138 x (60/15) = 552 smp/jam
3. Kendaraan Berat (HV), nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat = 1,20
- Jumlah arus Kendaraan Berat interval 15 menit = 7 kend/15menit
 - Nilai Ekvivalen volume Kendaraan Berat = 7 x 1,20 = 8,4 smp/15menit
- Jumlah Volume Kendaraan Berat = 8,4 x (60/15) = 33,6 smp/jam
4. Total volume kendaraan = 143 + 552 + 33,6 = 728,6 smp/jam
- Dari hasil survey dan perhitungan data volume lalu-lintas per lima belas menit yang dilakukan, kita dapat melihat variasi volume kendaraan yang ditunjukkan pada jam jam sibuk di pagi, siang, dan sore hari. Dalam penelitian ini penulis membagi waktu sibuk untuk pagi hari dari jam 06.00-10.00, siang hari dari jam 10.00-14.00 dan sore hari dari jam 14.00-18.00, dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

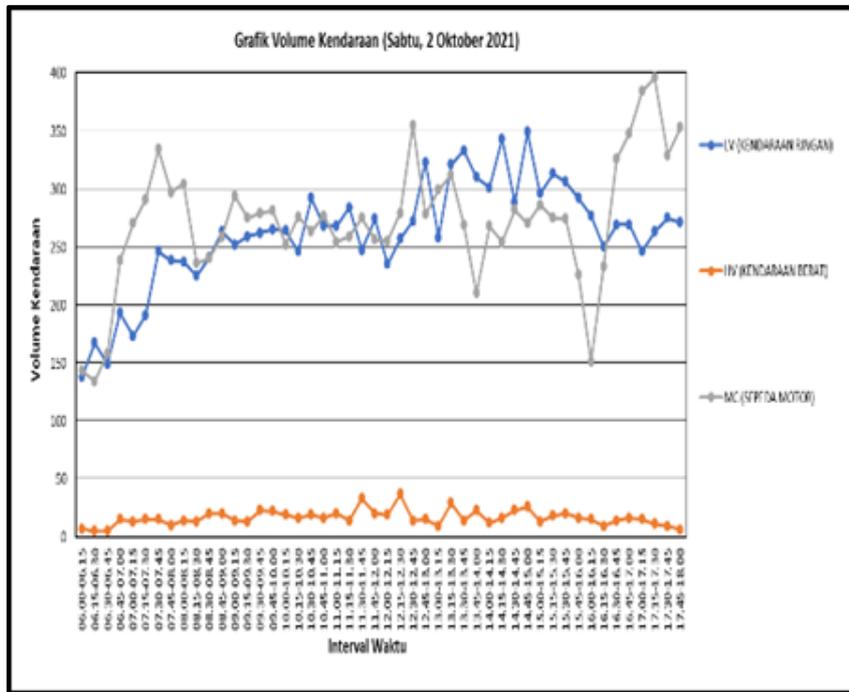


Gambar 2. Lokasi Penelitian

TABEL 1
EMP Untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan: Jalan satu arah dan jalan terbagi	Anus lalu-lintas per lajur (kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0 ≥ 1050	1,3 1,2	0,40 0,25
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0 ≥ 1100	1,3 1,2	0,40 0,25

Sumber : MKJI 1997



Gambar 3. Volume Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pada hari pertama Sabtu 2 Oktober 2021 untuk pengamatan pada pagi hari diperoleh jam puncak kesibukan terjadi pada jam 09.45-10.00 dengan volume kendaraan total 1446 smp/jam. Untuk pengamatan siang hari jam sibuk terjadi pada jam 13.15-13.30 dengan volume kendaraan total 1735 smp/jam. Pada pengamatan sore hari jam sibuk terjadi pada jam 14.45-15.00 dengan volume kendaraan total 1790 smp/jam. Maka secara keseluruhan pengamatan pada hari pertama di lokasi pengamatan yaitu di ruas jalan Robert Wolter Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado diperoleh jam puncak kesibukan pada sore hari yaitu pada jam 14.45-15.00 dengan volume kendaraan total sebesar 1790 smp/jam.

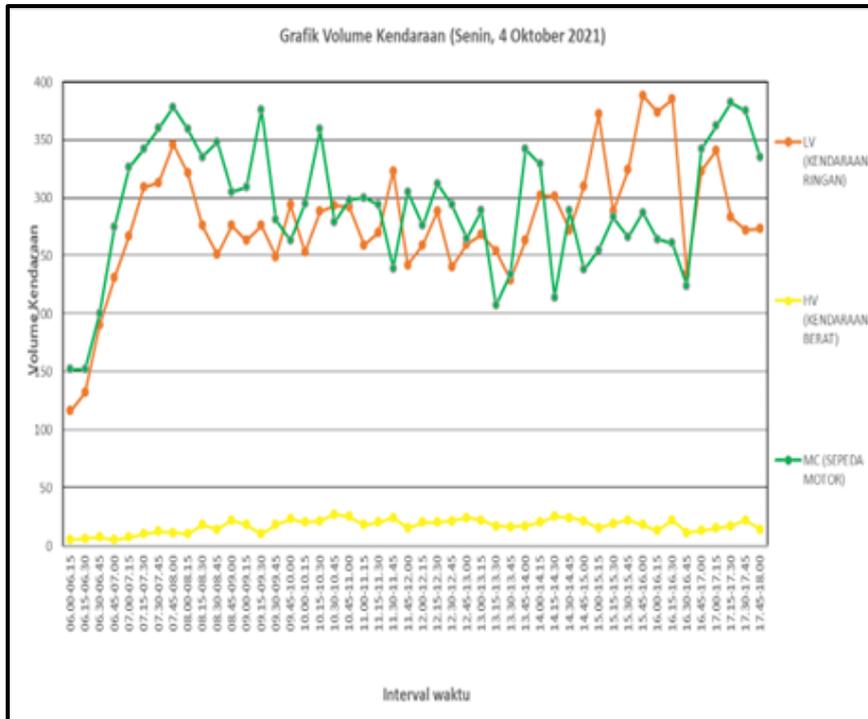
Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa pengamatan pada pagi hari diperoleh jam puncak kesibukan terjadi pada jam 07.45-08.00 dengan volume kendaraan total 1814 smp/jam. Untuk pengamatan

siang hari jam sibuk terjadi pada jam 11.30-11.45 dengan volume kendaraan total 1646 smp/jam. Pada pengamatan sore hari jam sibuk terjadi pada jam 15.45-16.00 dengan volume kendaraan total 1925 smp/jam. Maka secara keseluruhan pengamatan pada hari kedua di lokasi pengamatan yaitu di ruas jalan Robert Wolter Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado diperoleh jam puncak kesibukan pada sore hari yaitu pada jam 15.45-16.00 dengan volume kendaraan total sebesar 1925 smp/jam.

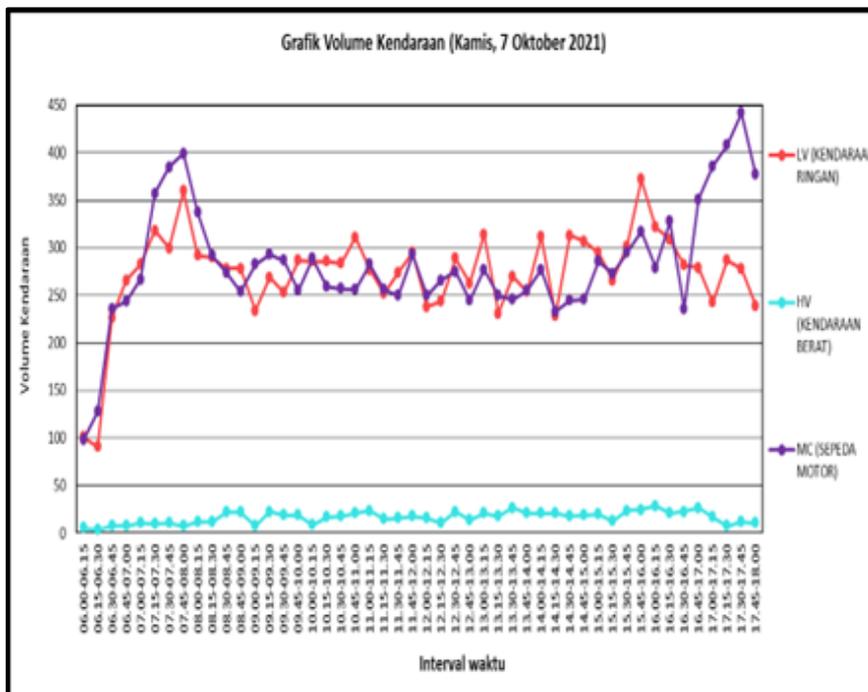
Sedangkan pada Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa pengamatan pada pagi hari diperoleh jam puncak kesibukan terjadi pada jam 07.45-08.00 dengan volume kendaraan total 1877 smp/jam. Untuk pengamatan siang hari jam sibuk terjadi pada jam 13.00-13.15 dengan volume kendaraan total 1633 smp/jam. Pada pengamatan sore hari jam sibuk terjadi pada jam 15.45-16.00 dengan volume kendaraan total 1925 smp/jam. Maka secara keseluruhan pengamatan pada hari ketiga

di lokasi pengamatan yaitu di ruas jalan Robert wolter monginsidi depan R.S Kandou Manado diperoleh jam puncak kesibukan pada sore hari yaitu pada jam 15.45-

16.00 dengan volume kendaraan total sebesar 1925 smp/jam.



Gambar 4. Volume Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



Gambar 5. Volume Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S Kandou Manado

2. Perhitungan Kecepatan Kendaraan (s)

Dengan didaptanya jarak tempu dan waktu tempuh kendaraan maka kecepatan rata-rata dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$s = \frac{d}{t}$$

Dimana :

S = kecepatan (km/jam)

d = jarak tempuh (m)

t = waktu tempuh kendaraan (det)

Dalam perhitungan ini penulis menggunakan kecepatan rata-rata dan sejumlah sampel yang sudah diambil kemudian didapat kecepatan kendaraan dalam meter/det dan kemudian dikonversi dalam km/jam.

Kecepatan rata-rata kendaraan

$$\frac{50 \text{ m}}{9,15 \text{ detik}} = 5,46 \text{ m/det} = 19,67 \text{ km/jam}$$

Pada Gambar 6 dijelaskan bahwa hari pertama survey, Sabtu 2 Oktober 2021 ruas jalan Robert wolter monginsidi depan R.S Kandou Manado kecepatan tertinggi terjadi pada siang hari pukul 12.45-13.00 yaitu 31,25 km/jam. kecepatan terendah terjadi pada pagi hari pukul 08.15-08.30 yaitu 5,75 km/jam.

Pada Gambar 7 dijelaskan bahwa hari kedua survey, senin 4 Oktober 2021 ruas jalan Robert wolter monginsidi depan R.S Kandou Manado kecepatan tertinggi terjadi pada pagi hari pukul 08.00-08.15 yaitu 33,77 km/jam. kecepatan terendah terjadi pada siang hari pukul 12.00-12.15 yaitu 7,02 km/jam.

Sedangkan pada Gambar 8 dijelaskan bahwa hari ketiga survey, senin 7 Oktober 2021 ruas jalan Robert wolter monginsidi depan R.S Kandou Manado

kecepatan tertinggi terjadi pada pagi hari pukul 06.30-06.45 yaitu 39,22 km/jam. kecepatan terendah terjadi pada sore hari pukul 15.45-16.00 yaitu 4,62 km/jam.

3. Perhitungan Kepadatan Kendaraan (D)

Kepadatan kendaraan dihitung dengan membagi volume lalu-lintas dengan variabel kecepatan rata-rata dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

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

Dimana:

D = kepadatan kendaraan (smp/km)

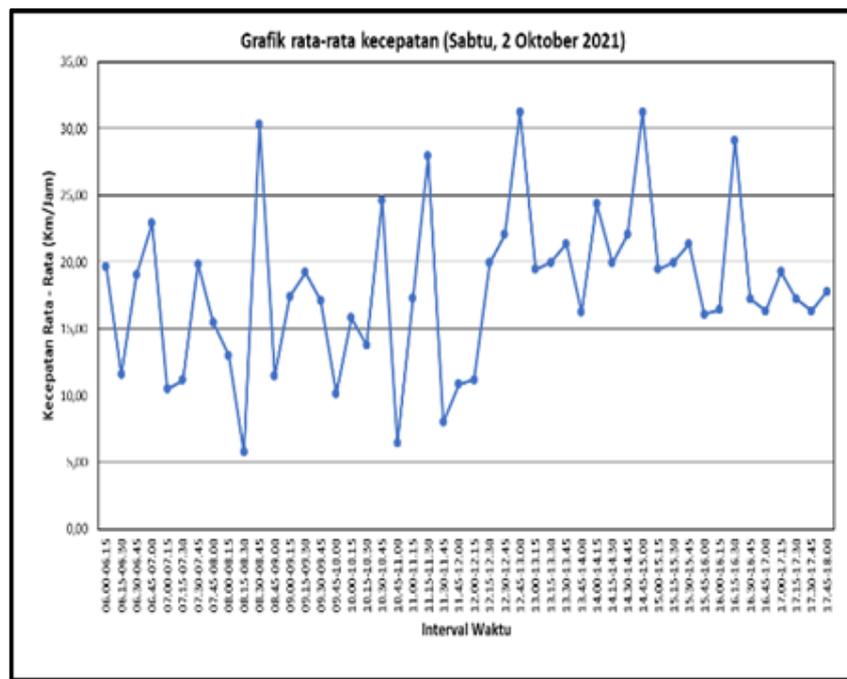
V = Volume kendaraan (smp /jam)

S = kecepatan kendaraan (km/jam)

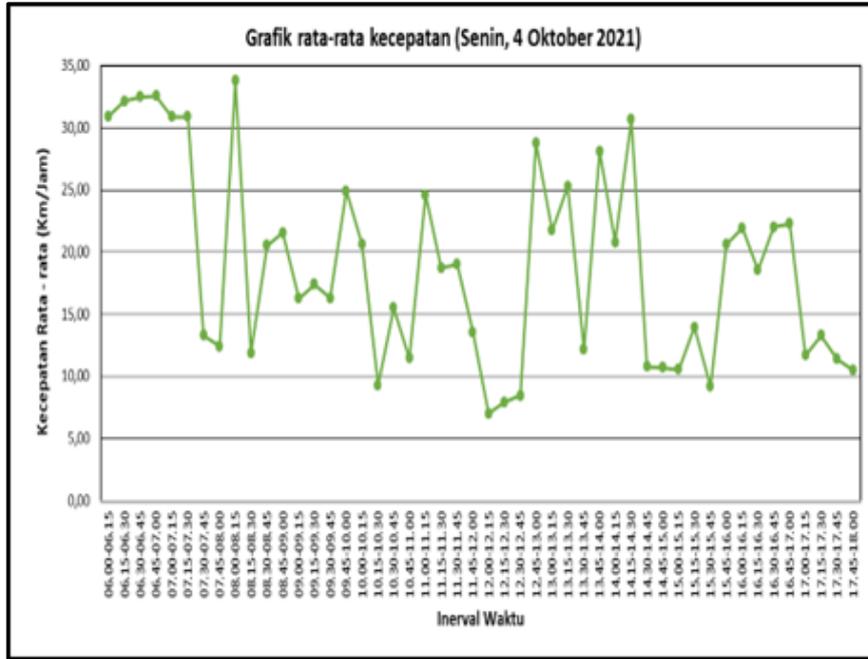
Pada Gambar 9 dijelaskan bahwa hari pertama survey, Sabtu 2 Oktober 2021 ruas jalan Robert Wolter Monginsidi depan R.S Kandou Manado kepadatan tertinggi terjadi pada siang hari pukul 10.45-11.00 yaitu 221,71 smp/jam. kepadatan terendah terjadi pada pagi hari pukul 06.00-06.15 yaitu 37,04 smp/jam.

Pada Gambar 10 dijelaskan bahwa hari kedua survey, Senin 4 Oktober 2021 ruas jalan Robert Wolter Monginsidi depan R.S Kandou Manado kepadatan tertinggi terjadi pada siang hari pukul 12.00-12.15 yaitu 200,56 smp/jam. kepadatan terendah terjadi pada pagi hari pukul 06.00-06.15 yaitu 20,69 smp/jam.

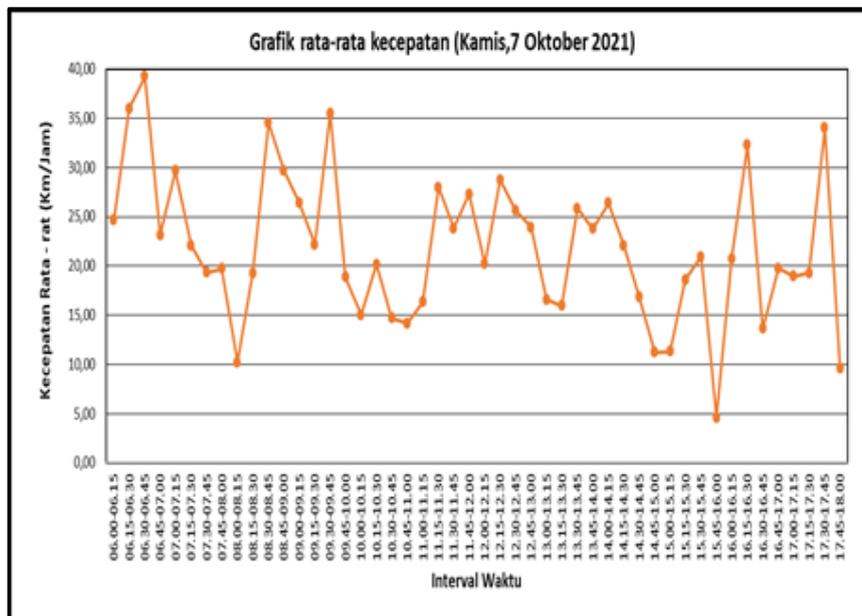
Gambar 11 menjelaskan bahwa hari ketiga survey, Kamis 7 Oktober 2021 ruas jalan Robert Wolter Monginsidi depan R.S Kandou Manado kepadatan tertinggi terjadi pada sore hari pukul 15.45-16.00 yaitu 416,55 smp/jam. kepadatan terendah terjadi pada pagi hari pukul 06.15-06.30 yaitu 14,20 smp/jam.



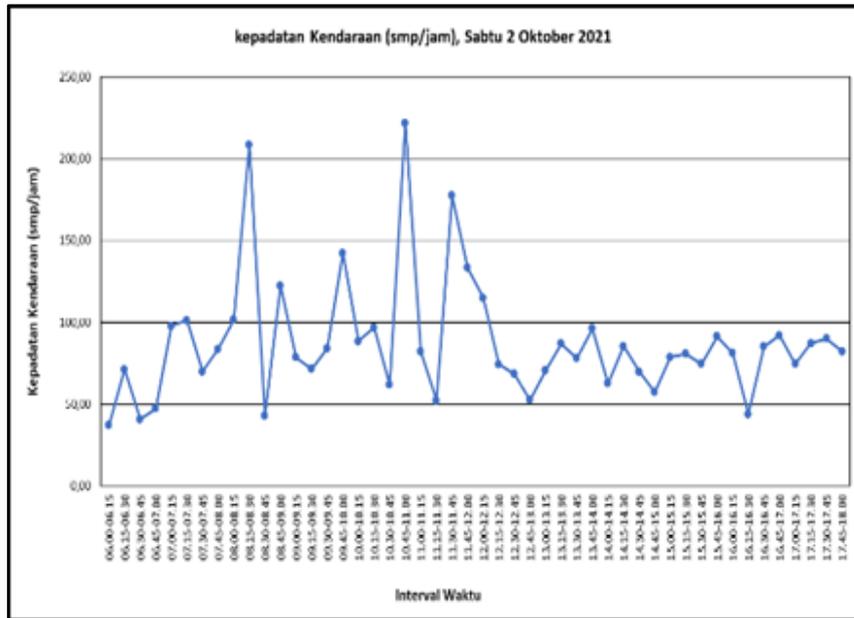
Gambar 6. Kecepatan Rata-Rata Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



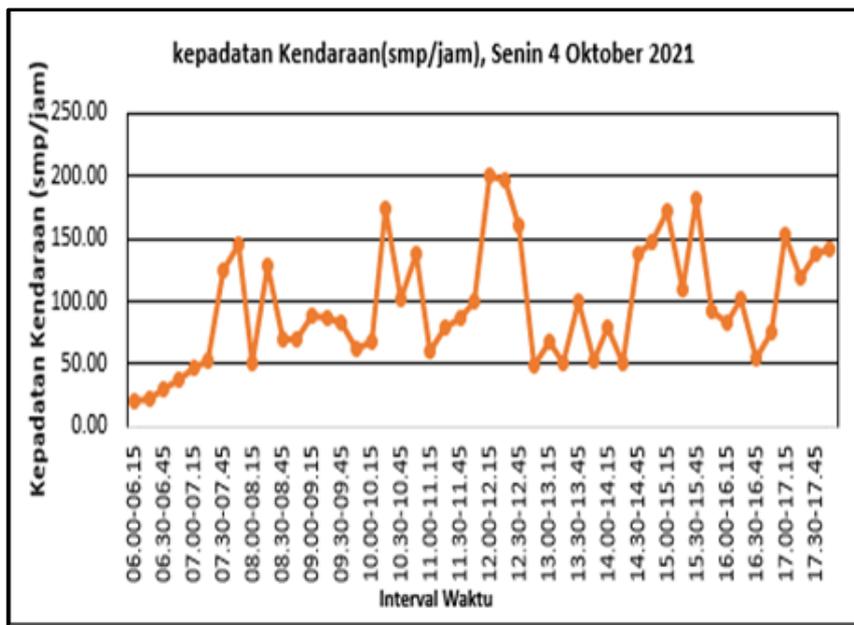
Gambar 7. Kecepatan Rata-Rata Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



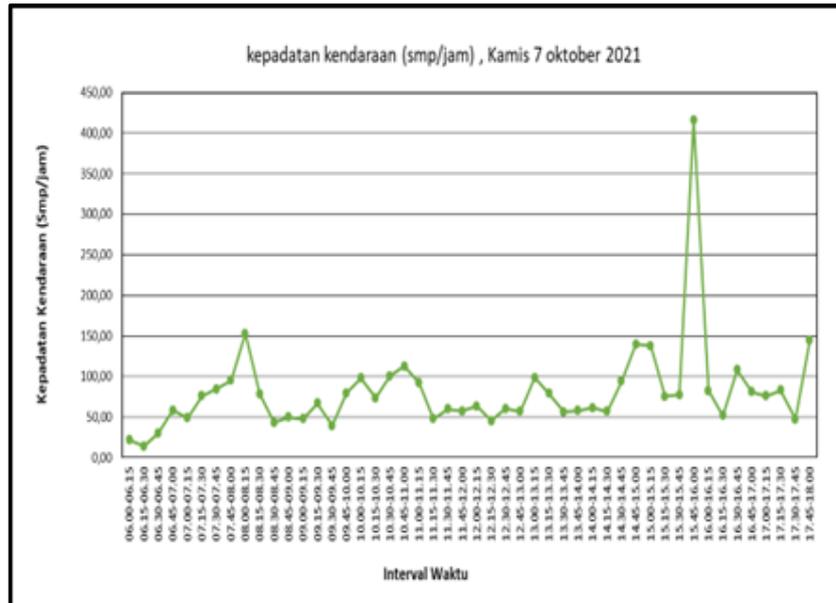
Gambar 8. Kecepatan Rata-Rata Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



Gambar 9. Kepadatan Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



Gambar 10. Kepadatan Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado



Gambar 11. Kepadatan Kendaraan pada Jalan R. W. Monginsidi Depan R.S. Kandou Manado

TABEL 2
Kapasitas (C) Jalan Perkotaan

Kapasitas Dasar \square	Faktor Penyesuaian untuk Kapasitas \square				Kapasitas \square
C_0	Lebar Jalur \square	Pemisah Arah \square	hambatan samping \square	Ukuran Kota \square	C_0
smp/jam \square	FCW \square	FCSP \square	FCSF \square	FCCS \square	smp/jam \square
3300 \square	1,08 \square	1 \square	0,95 \square	0,9 \square	3047,22 \square

TABEL 3
Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalulintas dengan Menggunakan Model Greenshields

Hari \square	Model Greenshield \square		
	V_M (smp/jam) \square	S_M (Km/jam) \square	D_M (smp/km) \square
Sabtu, 2 Oktober 2021 \square	1661.971 \square	14.675 \square	113.249 \square
Senin, 4 Oktober 2021 \square	1858.537 \square	17.004 \square	109.298 \square
Kamis, 7 Oktober 2021 \square	2308.613 \square	14.757 \square	156.441 \square

TABEL 4
Rekapitulasi Perhitungan Hubungan Karakteristik Antara Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kepadatan, dan Volume-Kecepatan untuk Model Greenshields

Hari \square	Model Greenshield \square		
	$S \sim D$ \square	$V \sim D$ \square	$V \sim S$ \square
Sabtu, 2 Oktober 2021 \square	29.35 - 0.129D \square	D29.35 - 0.129D \square	226.50S - 7.716S \square
Senin, 4 Oktober 2021 \square	34.01 - 0.156D \square	D34.01 - 0.156D \square	218.60S - 6.427S \square

C. Perhitungan Kapasitas (C) dengan Menggunakan MKJI 1997

Untuk perhitungan kapasitas diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{cs}$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam). Digunakan jalan satu-arah dengan kapasitas dasar menurut tabel 2.5, dikalikan dua untuk dua lajur
- C₀ = 3300 (2 lajur)
- FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan. Menurut tabel 2.7 untuk jalan satu arah dengan Lebar 4 meter, FC_w=1,08
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah, untuk jalan dengan pembatas faktor penyesuaian Kapasitas pemisah arah digunakan FC_{SP} = 1
- FC_{Sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb pada jalan satu arah. Untuk faktor penyesuaian hambatan samping digunakan faktor penyesuaian hambatan samping untuk jalan 0,95
- FC_{cs} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota tabel 2.10 untuk Kota Manado dengan jumlah penduduk 451.916 jiwa dipakai FC_{cs} = 0,90

D. Hubungan Matematis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalulintas Model Greenshields

Greenshields merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan diasumsikan linier, seperti yang dinyatakan dalam persamaan (2.4).

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \times D$$

Dimana:

- S = kecepatan arus lalu-lintas
- S_{FF} = Kecepatan pada kondisi arus lalu-lintas = 0 (kondisi arus bebas)
- D_j = kepadatan pada kondisi arus lalu-lintas macet total
- D = Kepadatan lalu-lintas

Dengan melakukan transformasi linier, persamaan tersebut dapat disederhanakan dan ditulis kembali dengan persamaan linier Y = A + BX dengan Mengasumsikan S = Y dan D = X. Dengan mengetahui beberapa set data S dan D yang bisa didapat dari hasil perhitungan kecepatan dan kepadatan lalu-lintas, maka dengan menggunakan bantuan program komputer MS. Excel dapat dihitung menggunakan model linier Greenshields.

- Untuk survey hari Sabtu, 2 Oktober 2021

Perhitungan hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu-lintas dapat dilihat selengkapnya di bawah ini:

Dari perhitungan analisa regresi didapat nilai:

Nilai A = 29,35

Nilai B = -0,129

Sehingga dihasilkan nilai A = S_{ff} = 29,35 km/jam

Nilai D_j = $-\frac{A}{B} = -\frac{29,35}{(-0,129)} = 226,50$ smp/km

Dengan menggunakan nilai S_{ff} dan nilai D_j, maka dapat ditentukan hubungan matematis antara parameter sebagai berikut.

1. Hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D)

Dengan menggunakan persamaan di dapat hubungan kecepatan – kepadatan :

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D$$

$$S = 29,35 - \frac{29,35}{226,50} \cdot D$$

$$S = 29,35 - 0,13 \times D$$

2. Hubungan Volume (V) – Kepadatan (D)

Dengan menggunakan persamaan didapat hubungan volume – kepadatan:

$$V = D \cdot S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D^2$$

$$V = D \cdot 29,35 - \frac{29,35}{226,50} \cdot D^2$$

$$V = D \times 29,35 - 0,13 \times D^2$$

3. Hubungan Volume (V) – Kecepatan (S)

Dengan menggunakan persamaan (2.13) di dapat hubungan volume–kecepatan:

$$V = D_j \cdot S - \frac{D_j}{S_{ff}} \cdot S^2$$

$$V = 226,50 \cdot S - \frac{226,50}{29,35} \cdot S^2$$

$$V = 226,50 \times S - 7,7169 \times S^2$$

- ❖ Menghitung nilai kepadatan maksimum (D_M)

$$D_M = \frac{D_j}{2}$$

$$D_M = \frac{226,50}{2}$$

$$D_M = 113,2485 \text{ smp/km}$$

- ❖ Menghitung kecepatan maksimum (S_M)

$$S_M = \frac{S_{ff}}{2}$$

$$S_M = \frac{29,35}{2}$$

$$S_M = 14,675 \text{ km/jam}$$

- ❖ Menghitung volume maksimum (V_M)

$$V_M = \frac{D_j \times S_{ff}}{4}$$

$$V_M = \frac{226,50 \times 29,35}{4}$$

$$V_M = 1661,9708 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kapasitas (v}_m) = 1661,9708 \text{ smp/jam}$$

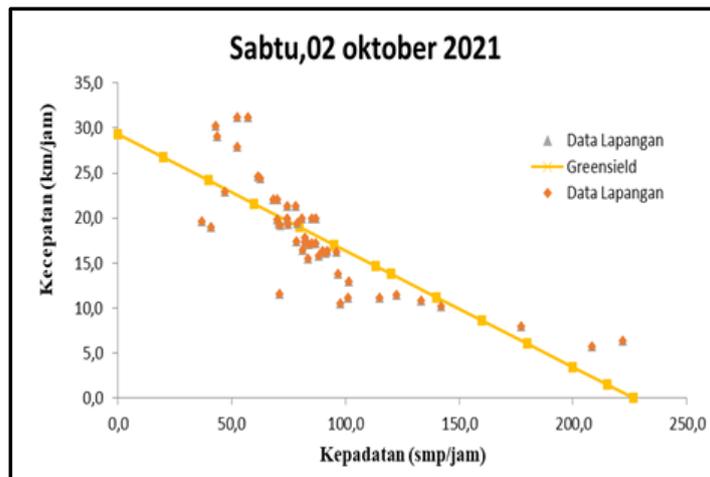
Untuk perhitungan hari-hari berikutnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

TABEL 3
Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalulintas dengan Menggunakan Model Greenshields

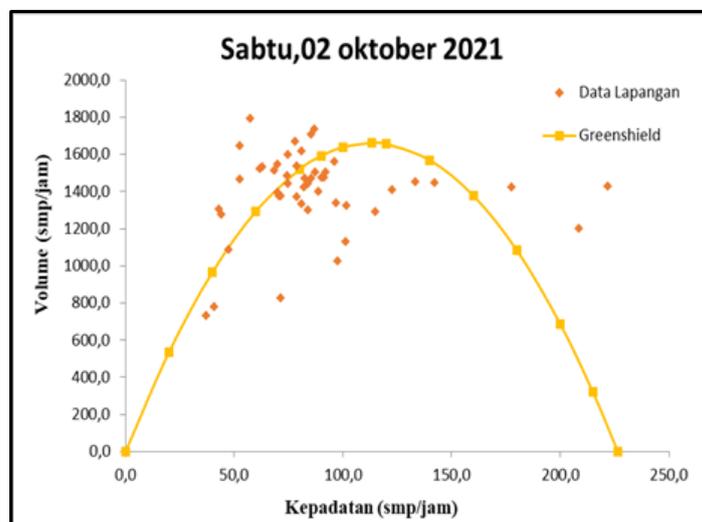
Hari	Model-Greenshield		
	V_M (smp/jam)	S_M (Km/jam)	D_M (smp/km)
Sabtu, 2 Oktober 2021	1661.971	14.675	113.249
Senin, 4 Oktober 2021	1858.537	17.004	109.298
Kamis, 7 Oktober 2021	2308.613	14.757	156.441

TABEL 4
Rekapitulasi Perhitungan Hubungan Karakteristik Antara Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kepadatan, dan Volume-Kecepatan untuk Model Greenshields

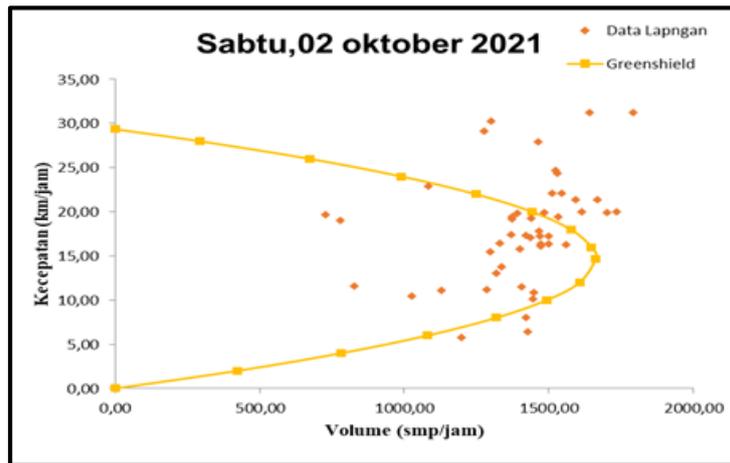
Hari	Model-Greenshield		
	$S-D$	$V-D$	$V-S$
Sabtu, 2 Oktober 2021	$29.35 - 0.129D$	$D29.35 - 0.129D^2$	$226.50S - 7.716S^2$
Senin, 4 Oktober 2021	$34.01 - 0.156D$	$D34.01 - 0.156D^2$	$218.60S - 6.427S^2$



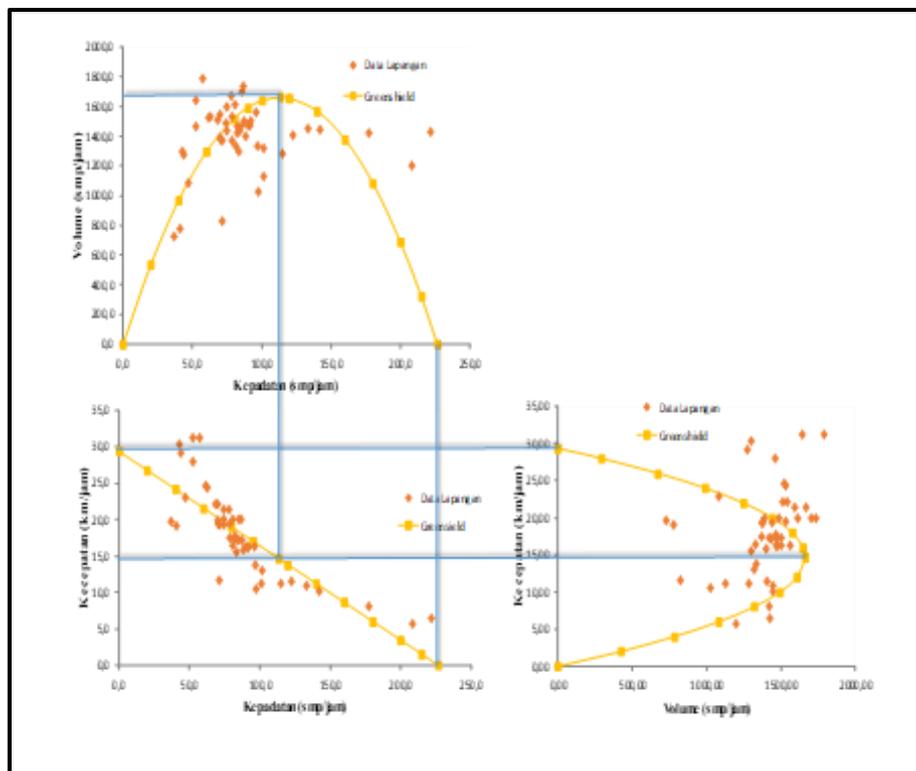
Gambar 12. Hubungan Matematis Antara Kepadatan-Kecepatan Untuk Model Greenshield



Gambar 13. Hubungan Matematis Antara Kepadatan-Volume Untuk Model Greenshield



Gambar 14. Hubungan Matematis Volume-Kecepatan-Kepadatan untuk model *Greenshield*



Gambar 15. Gabungan Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Model *Greenshields*

Gambar 12 menunjukkan hubungan matematis antara kepadatan-kecepatan yang diperoleh untuk model Greenshields hari Sabtu, 02 oktober 2021. Sumbu x merupakan kepadatan (smp/km) dan sumbu y adalah kecepatan (km/jam). Kotak-kotak kecil warna coklat merupakan sebaran data yang terjadi di lapangan dan garis linier yang berwarna kuning didapat dari persamaan $S = 29,351 - 0,1296 D$. Garis linier dibentuk dengan memasukkan nilai kepadatan mulai dari 0 (nol), sehingga dapat nilai kecepatan.

Berdasarkan Gambar 13 terlihat hubungan

matematis antara volume- kepadatan yang didapat untuk model Greenshields hari Sabtu, 02 oktober 2021. Sumbu x merupakan kepadatan (smp/km) dan sumbu y adalah volume (smp/jam). kotak-kotak berwarna coklat merupakan sebaran data lapangan yang terjadi di lokasi penelitian dan garis berbentuk parabola diperoleh dari persamaan $V = 29,351D - 0,1296 D^2$ dengan memasukkan nilai kepadatan dari 0 (nol), maka nilai volume dapat diperoleh.

Gambar 14 menggambarkan hubungan matematis antara kecepatan dan volume yang di dapat untuk

model Greenshields hari Sabtu, 02 Oktober 2021. bisa di lihat bahwa sumbu x merupakan volume (smp/jam) dan sumbu y adalah kecepatan (km/jam). Garis kuning berbentuk parabola dibentuk dengan memasukan nilai kecepatan dari 0 (nol) ke persamaan $V=226,5S - 7,717S^2$, sehingga nilai volume didapat dan kotak-kotak berwarna Coklat menunjukkan sebaran data lapangan yang terjadi di lokasi penelitian.

Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan secara matematis, terlihat hubungan antara kecepatan-kepadatan adalah berbanding terbalik, yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalu-lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Untuk hubungan volume-kepadatan apabila kepadatan sangat tinggi, sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan kendaraan untuk bergerak lagi maka volume lalu-lintas akan menjadi nol, kondisi seperti ini dikenal dengan kondisi macet total. Hubungan kecepatan-volume adalah apabila volume meningkat maka kecepatan lalu-lintas menurun hingga kendaraan tidak bisa lagi bergerak atau kecepatan nol.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja jalan R.W.Monginsidi arah 45-Malalayang menggunakan MKJI 1997 sebagai berikut:
 $Co = 3300$
 $FCw = 1,08$
 $FCSP = 1$
 $FCSf = 0.95$
 $FCcs = 0.90$
 Menghasilkan (VM) = 3047,22 smp/jam.
 Dari hasil yang di dapat bisa disimpulkan bahwa kinerja jalan pada R.W.Monginsidi arah 45-Malalayang masih sangat memadai.
2. Kinerja ruas jalan R.W. Monginsidi arah 45-Malalayang dengan menggunakan metode *Greenshields* dan koefisien determinasi tertinggi pada metode *Greenshields* sebagai berikut:
 Sesuai data tiga hari survey yang memiliki koefisien determinasi tertinggi adalah hari Senin, 04 Oktober 2021 yaitu $R^2 = 0.8571$, dengan persamaan Hubungan sebagai berikut :
 - o Hubungan (S–D) : $S = 34.01 - 0.156D$
 - o Hubungan (V–D) : $V = 34.01D - 0.156D^2$
 - o Hubungan (V–S) : $V = 218.60S - 6.427S^2$
 - o Volume Maksimum (VM) : $VM = 1858.536$ smp/jam
 - o Kepadatan Maksimum (DM) : $DM = 109.298$ smp/km
 - o Kecepatan Maksimum (SM) : $SM = 17.004$ km/Jam.

Dapat disimpulkan bahwa perhitungan kinerja jalan menggunakan metode *Greenshields* sangat rendah yaitu $VM = 1858.536$ smp/jam.

3. Pada metode MKJI 1997 (VM) = 3047,22 smp/jam sedangkan *Greenshields* (VM) = 1858.536 smp/jam dengan persentase MKJI 1997 lebih besar 39% dari *Greenshields* MKJI 1997, Terdapat perbedaan yang cukup signifikan anatara ke dua model tersebut MKJI 1997 jauh lebih besar, ini disebabkan karena latar belakang pemodelan *Greenshields* berasal dari penelitian jalan-jalan di luar negeri sedangkan untuk MKJI 1997 penelitiannya menggunakan karakteristik dari jalan yang ada di Indonesia, maka di antara kedua metode tersebut sebaiknya menggunakan metode MKJI 1997

B. Saran

1. Dari hasil suvey penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa volume lalu-lintas yang terjadi masih memadai karena jalan masih bias menampung kendaraan dengan baik.
2. Untuk hasil studi penelitian dari perhitungan perbandingan kinerja dan hubungan karakteristik arus lalu-lintas yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan penelitian tambahan pada segmen lain dari ruas jalan ini.

KUTIPAN

- [1] Anthony, W., Ginting, J. M., & Wibowo, P. H. 2022. *Penilaian Simpang Tak Bersinyal Bundaran Jalan Duyung dan Jalan Raja Ali Haji Kota Batam Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 5(1), 119-133.
- [2] Badi, C., Rompis, S. Y., & Jansen, F. 2016. *Evaluasi Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Menurut Mkji 1997 Untuk Jalan Satu Arah*. Jurnal Sipil Statik, 4(12).
- [3] Dwitama, Y. 2017. *Studi Indeks Tingkat Pelayanan Jalan Sukarno Hatta Kota Palembang Dengan Metode Greenshield Pada Kondisi Siang Dan Malam Hari Dengan Pencahayaan Lampu Jalan*. J. Tek. Sipil dan Lingkungan, 2(3), 592-602.
- [4] Gamran, R., Jansen, F., & Paransa, M. J. 2015. *Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode Greenshields, Greenberg, Dan Underwood Terhadap Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode MKJI 1997*. Jurnal Sipil Statik, 3(7).
- [5] Hamburger, S dan Grach, R. Mc. 1982. *Transpotation and Traffic Engineering Hand Book*
- [6] Hobbs. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu-lintas*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [7] Kriswardhana, W., Widanar, M. S., Arifin, S., & Sulistyono, S. 2020. *Model Hubungan Arus, Kecepatan, Dan Kepadatan Di Jalan Empat Lajur Dua Arah*. TERAS JURNAL-Jurnal Teknik Sipil, 10(1), 89-99.
- [8] Lalenoh, R. H., Sendow, T. K., & Jansen, F. 2015. *Analisa Kapasitas Ruas Jalan SamRatulangi Dengan Metode MKJI 1997 Dan PKJI 2014*. Jurnal Sipil Statik, 3(11).
- [9] Maengkom, G. M., Timboeleng, J. A., & Pandey, S. V. 2018. *Analisa kinerja simpang tak bersinyal dengan analisa gap acceptance dan mkji 1997 (studi kasus: simpang tak bersinyal lengan tiga jln. Wolter monginsidi dan jln. Maruasey, pintu keluar masuk terminal malalayang)*. Jurnal Sipil Statik, 6(12).

- [10] Manongko, J., Lefrandt, L. I., & Kumaat, M. 2020. *Analisis Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan Perkotaan (Studi Kasus: Depan Bahu Mall Manado)*. Jurnal Sipil Statik, 8(6).
- [11] Mata, D., Rumayar, A. L., & Pandey, S. V. 2021. *Analisa Kinerja Ruas Jalan Stadion Klabat Manado*. Jurnal Sipil Statik, 9(4).
- [12] Merentek, T. G. S., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. 2016. *Evaluasi Perhitungan Kapasitas Menurut Metode MKJI 1997 Dan Metode Perhitungan Kapasitas Dengan Menggunakan Analisa Perilaku Karakteristik Arus Lalu-lintas Pada Ruas Jalan Antar Kota (Studi Kasus Manado-Bitung)*. Jurnal Sipil Statik, 4(3).
- [13] MKJI. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jenderal Bina Marga*. Departemen Pekerjaan Umum
- [14] Montol, D. K., Pandey, S. V., & Longdong, J. 2020. *Kinerja Ruas Dan Simpang Jalan Di Depan Mega Trade Center Di Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik, 8(5).
- [15] Nusi, S. K. A. 2015. *Model Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalu-lintas Berdasarkan Metode Greenshield Pada Ruas Jalan Prof. Dr. Jhon Ario Katili Kota Gorontalo*. Skripsi, 1(511409039).
- [16] Otay, Y. A., Lefrandt, L. I., & Pandey, S. V. 2020. *Kinerja Simpang Tak Bersinyal Di Kota Manado (Studi Kasus: Jalan Sam Ratulangi, Winangun)*. Jurnal Sipil Statik, 8(6).
- [17] Pesik, B. S., Rompis, S. Y., & Pandey, S. V. 2017. *Studi Pemanfaatan Lampu Lalu Lintas Untuk Penyeberang Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Pelican Depan Manado Town Square)*. Jurnal Sipil Statik, 5(2).
- [18] Rompis, S. Y. 2018. *Traffic Flow Model and Shockwave Analysis*. Jurnal Sipil Statik, 6(1).
- [19] Sunardi, D., Farida, I., & Ismail, A. 2013. *Studi Analisis Hubungan, Kecepatan, Volume, dan Kepadatan di Jalan Merdeka Kabupaten Garut dengan Metode Greenshields*. Jurnal Konstruksi, 11(1).
- [20] Tamin, O. Z. 1992. *Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-lintas di Ruas Jalan HR Rasuna Said (Jakarta)*. Jurnal Teknik Sipil, Nomor 5. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [21] Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Edisi kedua. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [22] Timpal, G. S., Sendow, T. K., & Rumayar, A. L. 2018. *Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg dan Underwood dan Analisa Kinerja Jalan pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Manado*. Jurnal Sipil Statik, 6(8).
- [23] Wibisana, H. 2007. *Efektifitas model karakteristik arus lalu-lintas di ruas jalan raya Rungkut madya kota madya surabaya (perbandingan model greenshield dan greenberg)*. Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata, 4(1).
- [24] Widari, L. A., & Yanti, R. 2019. *Efektifitas Model Karakteristik Arus Lalu-lintas Pada Ruas Jalan Simpang 4 Bireun (Perbandingan Dengan Metode Greenshield, Greenberg, Underwood)*. Teras Jurnal-Jurnal Teknik Sipil, 9(1), 19-28.
- [25] Widodo, W., Wicaksono, N., & Harwin, H. 2012. *Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu-lintas dengan Metode Greenshields dan Greenberg*. Semesta Teknika, 15(2), 178-184.