

ANALISA KINERJA RUAS JALAN STADION KLABAT MANADO

Deygo Mata

Audie L. E. Rumayar, Sisca V. Pandey

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: deygomata1997@gmail.com

ABSTRAK

Ruas Jalan Stadion Klabat Kota Manado merupakan salah satu jalan perkotaan yang sering mengalami kemacetan pada jam-jam sibuk. Kemacetan yang terjadi yang disebabkan oleh perilaku pengemudi angkutan umum, aktivitas sisi jalan dan fasilitas U-Turn (putaran balik) serta kondisi geometri jalan yang sudah mengalami kerusakan sehingga mempengaruhi kinerja ruas jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan mengkaji kinerja ruas jalan pada Jalan Stadion Klabat Manado berdasarkan metode yang ada pada MKJI 1997 dengan menggunakan model Greenshield.

Pengambilan data primer dilakukan di lokasi penelitian yaitu, data geometrik, volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan hambatan samping serta data U-turn. Survey dilakukan pada masa pandemi covid-19 dengan memperhatikan protokol kesehatan. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Analisis menggunakan metode Greenshield untuk mendapatkan hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan dan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) untuk kinerja jalan perkotaan.

Hasil penelitian memperlihatkan hubungan matematis untuk model Greenshield pada periode survey. Aktivitas u-turn mempengaruhi arus lalu lintas dengan nilai rasio pelayanan fasilitas bukaan median putaran balik pada beberapa jam sibuk $> 1,0$ yang mengakibatkan terjadi antrian. Volume puncak pada ruas jalan Stadion Klabat Manado arah Timur-Barat terjadi pada hari Senin, 23 November 2020 pada pukul 10.45-11.00 sebesar 1482,2 smp/jam dan volume puncak pada ruas jalan Stadion Klabat Manado arah Barat-Timur terjadi pada hari Rabu, 25 November 2020 pada pukul 10.15-10.30 sebesar 1602,2 smp/jam. Ruas jalan Stadion Klabat Manado masuk dalam tingkat pelayanan jalan atau level of service (LOS) B, yang menandakan bahwa tingkat pelayanan ruas jalan Stadion Klabat Manado masih tergolong baik.

Kata Kunci: U-Turn, Greenshield, MKJI 1997, Kinerja Ruas Jalan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Manado merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Utara dengan jumlah penduduk 451,92 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Manado, 2021). Kota Manado merupakan kota yang sedang berkembang pesat baik itu dalam bidang ekonomi, industri, pendidikan dan bidang lainnya serta bertambahnya kawasan perkantoran, kawasan pemukiman warga maupun pusat perbelanjaan yang ada, hal ini mengakibatkan pergerakan manusia maupun barang yang meningkat. Peningkatan ini menyebabkan terjadinya permasalahan arus lalu lintas, seperti meningkatnya volume kendaraan setiap tahun, sehingga sering terjadi kemacetan pada ruas jalan perkotaan yang mengganggu keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Kemacetan yang terjadi merupakan cerminan dari tingginya

pergerakan sosial yang dilakukan masyarakat serta keterkaitannya dengan terkonsentrasinya kegiatan di zona tertentu (Kumaat, 2015)

Ruas Jalan Stadion Klabat Kota Manado merupakan salah satu jalan perkotaan yang sering mengalami kemacetan pada jam-jam sibuk. Kemacetan yang terjadi yang disebabkan oleh perilaku pengemudi angkutan umum yang sering berhenti pada bahu jalan, aktivitas sisi jalan dan fasilitas U-Turn (putaran balik) yang dapat menimbulkan antrian kendaraan serta kondisi geometri jalan yang sudah mengalami kerusakan. Selain itu pada ruas jalan ini terdapat minimarket, Hotel dan Rumah makan, bahkan terdapat juga jasa untuk penyewaan mobil, baik mobil penumpang maupun mobil truck.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan manajemen lalu lintas yang terencana sehingga solusi pada satu titik tidak akan menimbulkan

masalah pada titik lain. Untuk merencanakan manajemen lalu lintas ini, perlu diketahui perilaku karakteristik lalu lintas seperti volume (*flow*), kecepatan (*speed*) dan kepadatan (*density*). Dengan mengetahui volume dan kecepatan suatu ruas jalan, maka dapat diperoleh nilai kinerja dari ruas jalan tersebut.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Berapa besar volume lalu lintas yang akan terjadi pada ruas jalan serta Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service*) yang dilengkapi dengan fasilitas *U-Turn* ?
2. Bagaimana menganalisa pengaruh *U-Turn* terhadap arus lalu lintas?
3. Bagaimana menganalisa hubungan antara arus, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut ?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Stadion Klabat Manado
2. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah volume lalu lintas, hambatan samping, dan kecepatan tempuh
3. Hubungan volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas menggunakan Model Greenshield
4. Jalan keluar masuk Hotel Grand Puri Manado diabaikan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hubungan antara arus, kecepatan dan kepadatan pada ruas jalan Stadion Klabat Manado
2. Mengetahui pengaruh pergerakan *U-turn* terhadap arus lalu lintas
3. Mengetahui kinerja ruas Jalan Stadion Klabat Manado berdasarkan parameter jalan perkotaan di dalam MKJI 1997.

Manfaat Penelitian

1. Menjadi masukan untuk pemerintah dalam menata arus lalu lintas, agar lebih efektif.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.
3. Dapat menambah pengetahuan khususnya dalam bidang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas.

LANDASAN TEORI

Jalan Perkotaan

Jalan perkotaan adalah jalan yang terdapat perkembangan secara permanen dan menerus di sepanjang jalan atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, baik berupa perkembangan lahan atau bukan. Tipe jalan perkotaan adalah, 2/2 UD, 4/2 UD, 4/2 D, 6/2 D dan jalan satu arah (1-3/1). Batas segmen jalan perkotaan dapat berupa perubahan karakteristik jalan yang berarti walaupun tidak ada simpang di dekatnya (MKJI,1997).

Volume

Volume merupakan total jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau segmen jalan pada ruas jalan selama interval waktu pengamatan. Biasa dinyatakan dengan satuan kendaraan/jam atau kendaraan/hari.

Kecepatan

Kecepatan kendaraan merupakan jarak yang bisa ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan dalam satu satuan waktu tertentu.

Kepadatan

Kepadatan kendaraan dihitung dengan membagi volume lalu lintas dengan variabel kecepatan rata-rata (Titirlolobi, 2016)

Hubungan Antar Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

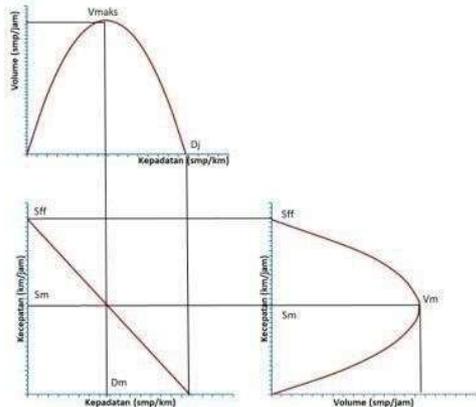
Jika hubungan matematis antara kecepatan, volume, dan kepadatan lalu-lintas yang terjadi pada suatu ruas jalan sudah didapatkan, maka analisis karakteristik lalu lintas sudah dapat dilakukan. Hubungan matematis antara kecepatan, volume, dan kepadatan dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini.

$$V = D \cdot S \quad (1)$$

Hubungan matematis antar parameter tersebut dapat dijelaskan menggunakan Gambar 1 yang memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antara Arus-Kepadatan (V-D), Kecepatan-Kepadatan (S-D), dan Kecepatan-Arus (S-V).

Seiring meningkatnya arus, kepadatan pun meningkat, sampai kapasitas lajur jalan raya tersebut tercapai. Titik arus maksimum (V_{maks}) menunjukkan kepadatan "optimal" (D_{maks}). Dari titik ini menuju ke kanan, arus

menurun ketika kepadatan meningkat. Pada kepadatan macet (D_j) arusnya hampir 0 (nol). Kondisi ini dikenal dengan kondisi macet total. Pada kondisi kepadatan 0 (nol), tidak terdapat kendaraan di ruas jalan sehingga arus lalu lintas juga 0 (nol). Perilaku arus lalu lintas yang berada diantara kedua nilai ini yang perlu untuk dipelajari.



Gambar 1. Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan
Sumber: (Bell et al., 1997)

Kecepatan arus bebas (S_{ff}) tidak dapat diamati dilapangan karena kondisi tersebut terjadi pada saat tidak ada kendaraan ($D=0$). Nilai kecepatan arus bebas bisa didapatkan secara matematis yang diturunkan dari hubungan matematis antara Arus-Kecepatan yang terjadi di lapangan. Data yang dibutuhkan adalah arus dan kecepatan lalu-lintas. Satuan yang digunakan dalam data arus lalu-lintas adalah satuan mobil penumpang(smp) karena jenis kendaraan yang lewat bermacam-macam. Untuk mempresentasikan hubungan matematis antara ketiga parameter tersebut bisa menggunakan 3 (tiga) model, yaitu: Model Greenshield, Model Greenberg, dan Model Underwood (Khisty and Lall, 1990)

Model Greenshield

Penelitian ini menggunakan metode Greenshield yang merumuskan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan diasumsikan linear (Tamin, 2000) seperti yang dinyatakan dengan persamaan (2).

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} D \tag{2}$$

Pengertian Putar Balik Arah (U-Turn)

U-Turn adalah salah satu cara pemecahan dalam manajemen lalu lintas jalan arteri kota.

U-Turn diizinkan pada setiap bukaan median, kecuali ada larangan dengan tanda lalu lintas. (Kasan at el, 2005). Guna tetap mempertahankan tingkat pelayanan jalan secara keseluruhan pada daerah perputaran balik arah, secara proporsional kapasitas jalan yang terganggu akibat sejumlah arus lalu-lintas yang melakukan gerakan putar arah (u-turn) perlu diperhitungkan. (Agah, 2007).

Tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan adalah indikator yang dapat mencerminkan tingkat kenyamanan ruas jalan, yaitu perbandingan antara volume lalu lintas yang ada terhadap kapasitas jalan tersebut (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Tingkat pelayanan jalan ditentukan dalam suatu skala interval yang terdiri dari 6 (enam) tingkat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Keterangan	Derajat Kejenuhan (DS)
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 – 0,20
B	Dalam zona arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.	0,21 – 0,44
C	Dalam zona arus stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,45 – 0,74
D	Mendakati arus yang tidak stabil. Dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi (terganggu). Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir.	0,75 – 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus tidak stabil dengan kondisi yang sering terhenti.	0,85 – 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrean yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	>1,00

Sumber: US – HCM (1994)

Hambatan Samping

Hambatan samping adalah aktivitas di samping segmen jalan yang menimbulkan masalah di sepanjang jalan dengan menghambat kinerja lalu lintas untuk berfungsi secara maksimal (Tamin, 2000). Hambatan samping yang berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan menurut MKJI, yaitu: Pejalan kaki, Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti, Kendaraan lambat (misalnya becak, kereta kuda), serta Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) adalah saat kecepatan dengan tingkat arus lalu lintas 0 (nol), dimana kecepatan tersebut dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lainnya (MKJI, 1997).

Kapasitas

Kapasitas merupakan volume lalu lintas maksimum yang melewati suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu (Lefrandt, 2012).

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. (MKJI, 1997)



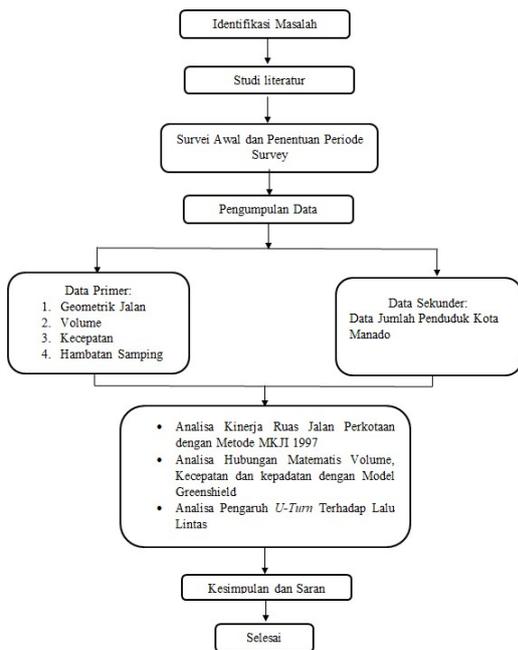
Gambar 3 Layout Lokasi Penelitian

METODOLOGI PENELITIAN

Perolehan Data

Survey lapangan dilakukan untuk mendapatkan data volume lalu lintas, kecepatan, hambatan samping, volume dan waktu *u-turn*.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Pengolahan Data

Data survey yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

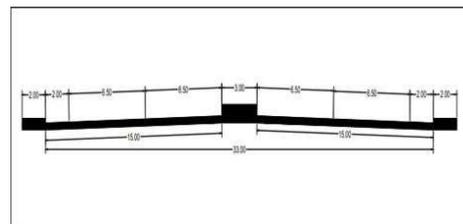
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kota Manado yaitu ruas jalan Stadion Klabat. Adapun gambaran lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometrik Lokasi Penelitian

Kondisi geometrik pada ruas jalan Stadion Klabat Manado dengan tipe jalan 4 lajur terbagi 2 arah (4/2 D), lebar masing-masing lajur 6,5 m, lebar bahu jalan 2 m, lebar trotoar 2 m dan lebar median 3 m. Pada ruas jalan ini juga dilengkapi dengan fasilitas U- Turn (balik arah).



Gambar 4. Geometri (Potongan Melintang) Jalan Lokasi Penelitian

Data Penduduk Kota Manado

Data jumlah penduduk digunakan untuk menentukan ukuran kota sesuai dengan MKJI 1997. Tabel 2 menunjukkan jumlah penduduk Kota Manado berdasarkan kecamatan. Total penduduk dari semua kecamatan adalah 451.916 jiwa.

Tabel 2. Jumlah Penduduk, Luas Kecamatan, Jumlah Kelurahan dan Kepadatan penduduk Kota Manado Per Kecamatan Tahun 2020

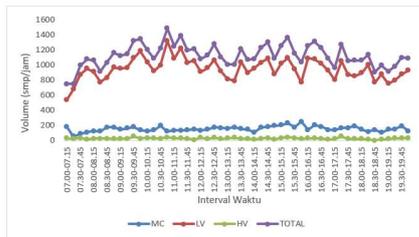
No.	Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas (km)	Kepadatan penduduk (jiwa/km)
1	Malalayang	61.89	17.96	3.446
2	Sario	21.74	1.99	10.925
3	Wanea	59.76	8.47	7.055
4	Wenang	32.60	3.47	9.395
5	Tikala	30.17	6.69	4.510
6	Paal Dua	44.02	9.38	4.693
7	Mapanget	63.28	53.58	1.181
8	Singkil	52.73	4.87	10.828
9	Tuminting	53.76	5.26	10.221
10	Bunaken	25.670	32	0.802
11	Bunaken Kepulauan	6.30	18.88	0.334
Total	Kota Manado	451.916	162.55	2.780

Sumber: BPS Kota Manado, 2021

Analisa Volume lalu lintas (Q)

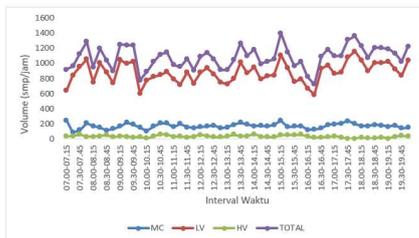
Data volume lalu lintas diperoleh melalui survey di lapangan kemudian dianalisis untuk menentukan besar volume lalu lintas, jam puncak, dan distribusi lalu lintas pada segmen jalan yang menjadi objek studi.

Selanjutnya dapat dilihat pada gambar di bawah Gambar grafik volume lalu lintas pada ruas Jalan Stadion Klabat Manado.



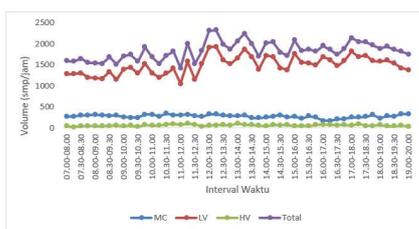
Gambar 5. Grafik Volume Lalu Lintas Arah Timur-Barat Senin, 23 November 2020

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat grafik volume lalu lintas dengan arus lalu lintas puncak terjadi pada pukul 10.45-11.00 WITA dengan volume kendaraan sebanyak 1482,2 smp/jam dan volume kendaraan terendah adalah pada pukul 07.00-07.15 WITA dengan jumlah kendaraan 749,8 smp/jam



Gambar 6. Grafik Volume Lalu Lintas Arah Barat-Timur Senin, 23 November 2020

Berdasarkan Gambar 6. dapat dilihat grafik volume lalu lintas dengan arus lalu lintas puncak terjadi pada pukul 15.00-15.15 WITA dengan volume kendaraan sebanyak 1400 smp/jam dan volume kendaraan terendah adalah pada pukul 16.15-16.30 WITA dengan jumlah kendaraan 723,4 smp/jam



Gambar 7. Grafik Volume Lalu Lintas Gabungan Senin, 23 November 2020

Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat grafik volume lalu lintas dengan arus lalu lintas puncak terjadi pada pukul 15.00-15.15 WITA dengan volume kendaraan sebanyak 2657,6 smp/jam dan volume kendaraan terendah adalah pada pukul 07.00-07.15 WITA dengan jumlah kendaraan 1670,4 smp/jam.

Tabel 3 dan Tabel 4 adalah rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak selama 3 (tiga) hari pada masing- masing arah dan volume gabungan

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Jam Puncak Per Arah

Arah	Hari/Tanggal	Interval Waktu	Volume Jam Puncak (smp/jam)
Timur-Barat	Sabtu, 21 November 2020	13.30-13.45	1171.4
	Senin, 23 November 2020	10.45-11.00	1482.2
	Rabu, 25 November 2020	17.00-17.15	1243.4
Barat-Timur	Sabtu, 21 November 2020	12.00-12.15	1313.8
	Senin, 23 November 2020	15.00-15.15	1400
	Rabu, 25 November 2020	10.15-10.30	1602.2

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Jam Puncak Gabungan

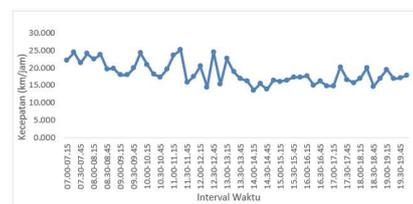
Jalan	Hari/Tanggal	Interval Waktu	Volume Jam Puncak (smp/jam)
Jl. Stadion Klabat	Sabtu, 21 November 2020	07.00-07.15	2331.2
	Senin, 23 November 2020	15.00-15.15	2657.6
	Rabu, 25 November 2020	17.00-17.15	2759.6

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Analisa Kecepatan Kendaraan (V)

Dalam Perhitungan ini diambil data kecepatan rata-rata pada kedua ruas jalan sebanyak 10 sampel, sepanjang 50 meter tiap interval waktu 15 menit dalam satuan meter/detik, kemudian dikonversikan dalam satuan km/jam.

Selanjutnya dapat dilihat pada gambar di bawah Gambar grafik kecepatan kendaraan pada ruas Jalan Stadion Klabat Manado.

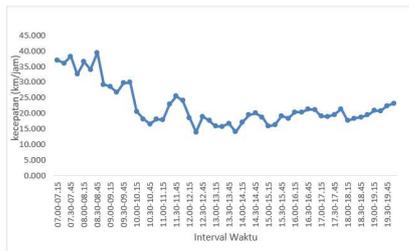


Gambar 8. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Timur-Barat (Sabtu, 21 November 2020)

Berdasarkan Gambar 8 diketahui grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 14.00-14.15 WITA dengan kecepatan kendaraan 13,529 km/jam dan kecepatan kendaraan

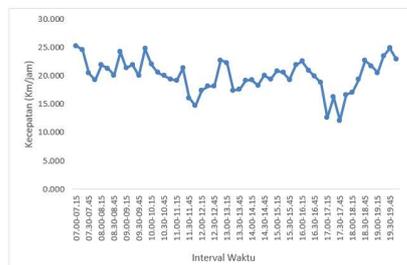
tertinggi adalah pada pukul 11.15-11.30 WITA dengan kecepatan 25,143 km/jam.

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 12.15-12.30 WITA dengan kecepatan 13,921 km/jam dan kecepatan kendaraan tertinggi adalah pada pukul 08.30-08.45 WITA dengan kecepatan kendaraan 39,525 km/jam.

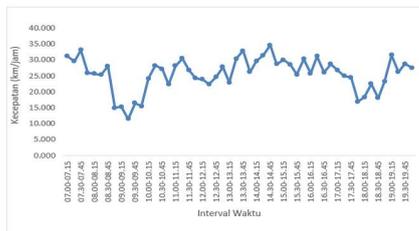


Gambar 9. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Timur-Barat (Senin, 23 November 2020)

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 12.15-12.30 WITA dengan kecepatan 13,921 km/jam dan kecepatan kendaraan tertinggi adalah pada pukul 08.30-08.45 WITA dengan kecepatan kendaraan 39,525 km/jam.



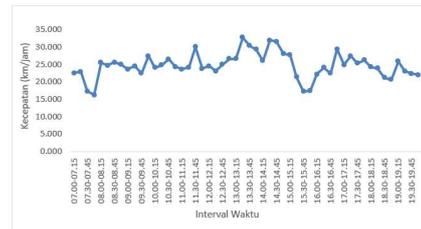
Gambar 10. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Timur-Barat (Rabu, 25 November 2020)



Gambar 11. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Barat-Timur (Sabtu, 21 November 2020)

Gambar 11 menunjukkan grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 09.15-09.30 WITA dengan kecepatan 11,521 km/jam dan kecepatan kendaraan tertinggi adalah pada

pukul 14.30-14.45 WITA dengan kecepatan 34,662 km/jam.



Gambar 12. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Barat-Timur (Senin, 23 November 2020)

Gambar 12 menunjukkan grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 07.45-08.00 WITA dengan kecepatan 16,281 km/jam dan kecepatan kendaraan tertinggi adalah pada pukul 13.15-13.30 WITA dengan kecepatan 32,823 km/jam.

Berdasarkan Gambar 13 maka diketahui grafik kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada pukul 15.30-15.45 WITA dengan kecepatan 15,344 km/jam dan kecepatan kendaraan tertinggi adalah pada pukul 13.15-13.30 WITA dengan kecepatan 32,195 km/jam.



Gambar 13. Grafik Kecepatan Kendaraan Arah Barat-Timur (Rabu, 25 November 2020)

Tabel 4. Rekapitulasi Rata-Rata Kecepatan Kendaraan

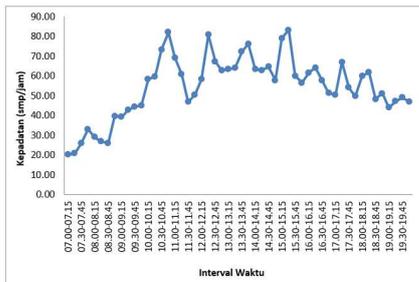
Arah	Hari/Tanggal	Interval Waktu	Rata-Rata Kecepatan (km/jam)
Timur-Barat	Sabtu, 21 November 2020	14.00-14.15	13.530
	Senin, 23 November 2020	12.15-12.30	13.921
	Rabu, 25 November 2020	17.30-17.45	12.130
Barat - Timur	Sabtu, 21 November 2020	09.15-09.30	11.521
	Senin, 23 November 2020	07.45-08.00	16.281
	Rabu, 25 November 2020	15.30-15.45	15.344

Sumber, Hasil Penelitian (2021)

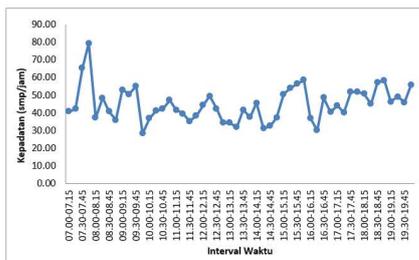
Tabel 4. menunjukkan hasil perhitungan kecepatan rata-rata kendaraan pada masing-masing arah jalan, dimana pada arah Timur-Barat kecepatan rata-rata sebesar 12.130 km/jam hingga 13.921 km/jam dan untuk arah Barat-Timur kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 11.521 km/jam hingga 16.281 km/jam.

Analisa Kepadatan Arus Lalu Lintas (D)

Kepadatan dapat dihitung dengan cara membagi variabel volume lalu lintas dengan variabel kecepatan. Berdasarkan Gambar 14 dapat dilihat grafik kepadatan lalu lintas puncak terjadi pada pukul 15.15-15.30 WITA sebesar 83,15 smp/jam dan kepadatan lalu lintas terendah adalah pada pukul 07.00-07.15 WITA sebesar 20,20 smp/jam.



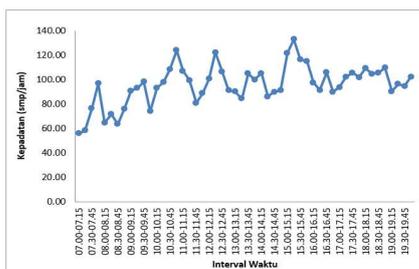
Gambar 14. Grafik Kepadatan Lalu Lintas Arah Timur-Barat (Senin, 21 November 2020)



Gambar 15. Grafik Kepadatan Lalu Lintas Arah Barat - Timur (Senin, 21 November 2020)

Berdasarkan Gambar 15 dapat dilihat grafik kepadatan lalu lintas dengan kepadatan puncak terjadi pada pukul 07.45-08.00 WITA sebesar 79.28 smp/jam dan kepadatan lalu lintas terendah adalah pada pukul 09.45-10.00 WITA sebesar 28.29 smp/jam.

Berdasarkan Gambar 16 dapat dilihat grafik kepadatan lalu lintas dengan kepadatan puncak terjadi pada pukul 15.15-15.30 WITA sebesar 133.09 smp/jam dan kepadatan lalu lintas terendah adalah pada pukul 07.00-07.15 WITA sebesar 55.96 smp/jam.



Gambar 16. Grafik Kepadatan Lalu Lintas Gabungan (Senin, 21 November 2020)

Tabel 5 menunjukkan kepadatan pada jam pucak pada masing-masing arah dan Tabel 6 menunjukkan kepadatan pada jam puncak gabungan dari masing-masing arah. Pada Tabel 5, dapat dilihat kepadatan jam puncak pada masing-masing arah pada ruas jalan Stadion Klabat Manado yaitu sebesar 77.59 smp/jam hingga 98.48 smp/jam.

Tabel 5. Rekapitulasi Kepadatan Lalu Lintas Jam Puncak Per Arah

Arah	Hari/Tanggal	Interval Waktu	Kepadatan Jam Puncak (smp/jam)
Timur-Barat	Sabtu, 21 November 2020	14.00-14.15	77.59
	Senin, 23 November 2020	15.15-15.30	83.15
	Rabu, 25 November 2020	17.00-17.15	98.48
Barat-Timur	Sabtu, 21 November 2020	09.15-09.30	78.29
	Senin, 23 November 2020	07.45-08.00	79.28
	Rabu, 25 November 2020	17.00-17.15	88.62

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Tabel 6. Rekapitulasi Kepadatan Lalu Lintas Jam Puncak Gabungan

Jalan	Hari/Tanggal	Interval Waktu	Kepadatan Jam Puncak (smp/jam)
Jl. Stadion Klabat	Sabtu, 21 November 2020	12.15-12.30	126.31
	Senin, 23 November 2020	15.15-15.30	133.09
	Rabu, 25 November 2020	17.00-17.15	185.62

Sumber: Hasil Analisa, 2021

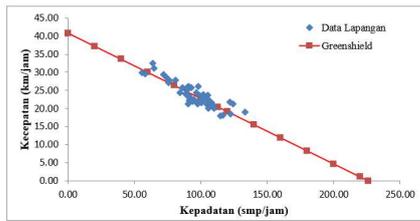
Hubungan Matematis Volume, kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas pada Jalan Stadion Klabat Model Greenshield

Tabel 7. merupakan hasil perhitungan yang didapat untuk persamaan model Greenshields pada hari Senin, 23 November 2020. Nilai kecepatan didapat berdasarkan nilai A, yaitu 40,875 km/jam. Nilai kepadatan pada kondisi macet total didapat dari nilai negatif A dibagi B, yaitu 225,829 smp/km. Hubungan matematis untuk kepadatan- kecepatan ditunjukkan oleh persamaan $S = 40,875 - 0,181D$. Hubungan matematis kepadatan-volume didapat $V = 40,875D - 0,181D^2$. Hubungan matematis kecepatan- volume didapat $V = 225,829S - 5,525S^2$.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Model Greenshield.

Jl. Stadion Klabat	Greenshield
A	40.875
B	-0.181
Sff (km/jam)	40.875
Dj (smp/jam)	225.829
D-S	$S = 40.875 - 0.181 D$
D-V	$V = 40.875 D - 0.181 D^2$
S-V	$V = 225.829 S - 5.525 S^2$

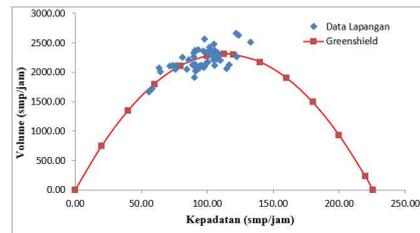
Sumber: Hasil Analisa, 2021



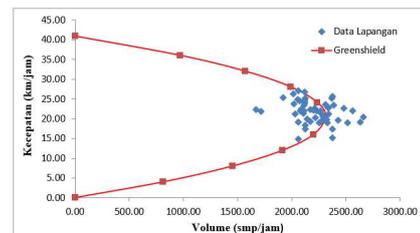
Gambar 17. Grafik Hubungan Matematis Antara Kepadatan-Kecepatan Untuk Model Greenshield

Gambar 17. menunjukkan grafik hubungan matematis antara kepadatan-kecepatan yang diperoleh untuk model Greenshields hari Senin, 23 November 2020. Sumbu x merupakan kepadatan (smp/km) dan sumbu y adalah kecepatan (km/jam). Kotak-kotak kecil warna biru mudah merupakan sebaran data yang terjadi di lapangan dan garis linier yang berwarna merah didapat dari persamaan $S = 40,875 - 0,181D$. Garis linier dibentuk dengan memasukkan nilai kepadatan mulai dari 0 (nol), sehingga dapat nilai kecepatan.

Berdasarkan Gambar 18 terlihat grafik hubungan matematis antara volume-kepadatan yang didapat untuk model Greenshields hari Senin, 23 November 2020. Sumbu x merupakan kepadatan (smp/km) dan sumbu y adalah volume (smp/jam). kotak-kotak berwarna biru merupakan sebaran data lapangan yang terjadi di lokasi penelitian dan garis berbentuk parabola diperoleh dari persamaan $V = 40,875D - 0,181D^2$ dengan memasukkan nilai kepadatan dari 0 (nol), maka nilai volume dapat diperoleh.



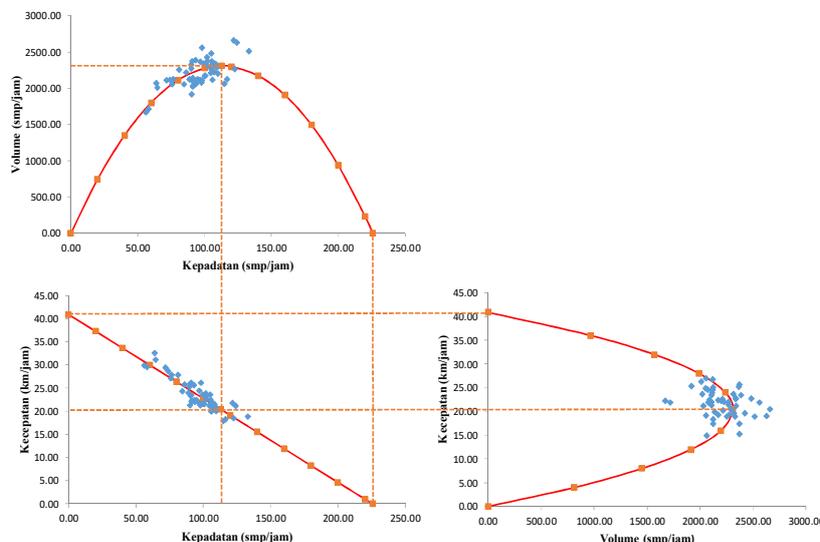
Gambar 18. Grafik Hubungan Matematis Antara Kepadatan-Volume Untuk Model Greenshield



Gambar 19. Grafik Hubungan Matematis Antara Volume-Kecepatan Untuk Model Greenshield

Gambar 19 menggambarkan grafik hubungan matematis antara kecepatan dan volume yang didapat untuk model Greenshields hari Senin, 23 November 2020. Pada Gambar 4.15 bisa di lihat bahwa sumbu x merupakan volume (smp/jam) dan sumbu y adalah kecepatan (km/jam). Garis merah berbentuk parabola dibentuk dengan memasukkan nilai kecepatan dari 0 (nol) ke persamaan $V = 225,829S - 5,525S^2$, sehingga nilai volume didapat dan kotak-kotak berwarna biru menunjukkan sebaran data lapangan yang terjadi di lokasi penelitian.

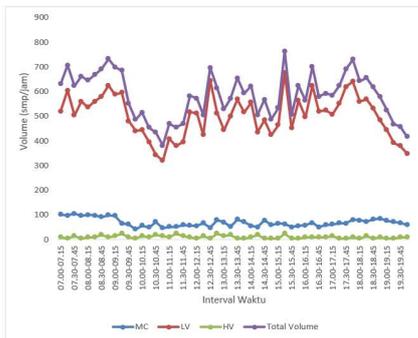
Pada Gambar 20 adalah bentuk umum hubungan antara kecepatan-kepadatan, volume-kepadatan dan kecepatan-volume model Greenshields pada Jalan Stadion Klatat.



Gambar 20. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Model Greenshields (Senin, 23 November 2020)

Volume U-Turn

Data volume *u-turn* diperoleh dengan langsung melakukan survey di lapangan pada hari Senin, 01 Maret 2021 dan pengamatan mulai jam 07.00-20.00 WITA di ruas Jalan Stadion Klabat Manado. Data tersebut merupakan data susulan dalam penelitian dan survey dilakukan pada hari yang berbeda dengan survey awal dan dianalisis untuk menentukan besar volume lalu lintas, jam puncak, dan untuk mengetahui distribusi lalu lintas pada segmen jalan yang menjadi objek studi.

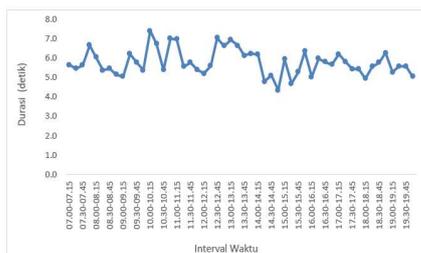


Gambar 21. Grafik Volume Kendaraan Berputar (U-turn)

Gambar 21 memperlihatkan grafik volume *u-turn* dengan volume tertinggi kendaraan yang melakukan *u-turn* terjadi pada pukul 15.15-15.30 WITA dengan volume kendaraan sebanyak 763 smp/jam dan volume kendaraan terendah adalah pada pukul 10.45-11.00 WITA dengan jumlah kendaraan 381.4 smp/jam.

Waktu Manuver U-Turn

Pengambilan data waktu kendaraan saat melakukan U-turn dengan menggunakan 10 sampel kendaraan ringan dalam interval waktu 15 menit pada fasilitas U-turn pada ruas jalan Stadion Klabat Manado. Data tersebut dianalisis untuk menentukan rata-rata waktu manuver kendaraan pada segmen jalan yang menjadi objek studi.

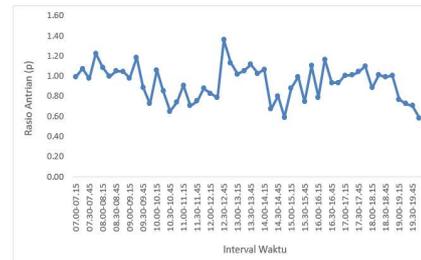


Gambar 22 Grafik Waktu Kendaraan Berputar

Gambar 22 menunjukkan grafik waktu kendaraan berputar dengan rata-rata waktu manuver kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 10.00-10.15 dengan waktu 7.4 detik/kendaraan dan rata-rata waktu manuver terendah terjadi pada pukul 14.45-15.00 dengan waktu 4,3 detik/kendaraan.

Analisa Antrian Kendaraan U-Turn

Analisa antrian kendaraan U-turn dapat dihitung dengan menggunakan data total volume dan rata-rata waktu manuver kendaraan yang melakukan putar balik (*u-turn*)



Gambar 23. Grafik Rasio Antrian Kendaraan U-Turn

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh pada jam sibuk didapat rasio pelayanan fasilitas akhiran median putaran balik (*u-turn*) > 1,0, yang artinya terjadi antrian pada fasilitas akhiran median yang diteliti sehingga dapat mempengaruhi kondisi arus lalu lintas di lokasi tinjauan.

Analisa Pengaruh Hambatan Samping

Dari hasil analisa frekuensi berbobot diperoleh kejadian berbobot tertinggi pada hari Senin, 23 November 2020 terjadi pada pukul 13.00-14.00 WITA sebesar 146,8 kejadian berbobot perjam. Kategori kelas hambatan samping pada Jalan Stadion Klabat Manado berada pada kelas rendah.

Total hasil nilai frekuensi berbobot hambatan samping selama 3 (tiga) hari menunjukkan bahwa hambatan samping yang paling berpengaruh pada lokasi tersebut, yaitu: kendaraan yang berhenti sembarangan serta kendaraan lambat. Pengaruh kedua hambatan samping tersebut mengakibatkan arus lalu lintas menjadi terganggu.

Analisa Kecepatan Arus Bebas (FV)

Kecepatan arus bebas (FV) merupakan kecepatan pada tingkat arus 0 (nol). Berdasarkan data-data yang tersedia maka kecepatan arus bebas diperoleh:

$$\begin{aligned}
 FV &= (FV_o + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs} \\
 &= (55 + 4) \times 1,03 \times 0,93 \\
 &= 56,52 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Analisa Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas merupakan volume lalu lintas maksimum yang melewati suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Berdasarkan data-data yang ada, maka kapasitas jalan diperoleh :

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \\
 &= 6600 \times 1,08 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \\
 &= 6415,20 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Analisa Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Berdasarkan Tabel 8. dapat diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan pada kedua ruas jalan berkisar dari 0,43 hingga 0,36.

Tabel 8. Nilai Derajat Kejenuhan

Ruas Jalan	Hari/Tanggal	Volume Max (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Jl. Stadion Klabat	Sabtu, 21 November 2020	2331.2	6415.2	0.36
	Senin, 23 November 2020	2657.6	6415.2	0.41
	Rabu, 25 November 2020	2759.6	6415.2	0.43

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Analisa Kinerja Jalan

Setelah dilakukan analisa data pada parameter yang digunakan untuk menentukan kinerja ruas jalan didapat hasil yaitu, ruas Jalan Stadion Klabat Manado berada pada pada tingkat LOS B dengan nilai derajat kejenuhan (0.39-0.44) dengan keterangan dalam zona arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.

Tabel 9. Hasil Analisis Kinerja Jalan

Parameter Kinerja Jalan	Jl. Stadion Klabat Manado
Kelas Hambatan Samping	Rendah (L)
Arus Lalu Lintas Q (smp/jam)	2759.6
Kapasitas C (smp/jam)	6415.20
Derajat Kejenuhan DS	0.43
Kecepatan Arus Bebas (km/jam)	56.52
Tingkat Pelayanan	B

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Rekapitulasi hasil analisa kinerja ruas Jalan Stadion Klabat Manado dengan masing-masing nilai untuk parameter ruas jalan bisa dilihat pada Tabel 9.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisis data diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model Greenshield memberikan hubungan parameter sebagai berikut:

➤ Sabtu, 21 November 2020

- Hubungan Kepadatan dan Kecepatan $S = 34,592 - 0.147D$
- Hubungan Kepadatan dan Volume $V = 34,592D - 0.147D^2$
- Hubungan Kecepatan dan Volume $V = 235,32S - 6,803S^2$

Kapasitas (Vm) = 2035,05 smp/jam

Kecepatan Maksimum (Dm)

$$= 117,66 \text{ smp/km}$$

Kecepatan Maksimum (Sm)

$$= 17,30 \text{ km/jam}$$

➤ Senin, 23 November 2020

- Hubungan Kepadatan dan Kecepatan $S = 40,875 - 0.181D$
- Hubungan Kepadatan dan Volume $V = 40,875D - 0.181D^2$
- Hubungan Kecepatan dan Volume $V = 225,829S - 5,525S^2$

Kapasitas (Vm) = 2307,69 smp/jam

Kecepatan Maksimum (Dm)

$$= 112,91 \text{ smp/km}$$

Kecepatan Maksimum (Sm)

$$= 20,44 \text{ km/jam}$$

➤ Rabu, 25 November 2020

- Hubungan Kepadatan dan Kecepatan $S = 33,437 - 0.111D$
- Hubungan Kepadatan dan Volume $V = 33,437D - 0.111D^2$
- Hubungan Kecepatan dan Volume $V = 301,234S - 9,009S^2$

Kapasitas (Vm) = 2518,09 smp/jam

Kecepatan Maksimum (Dm)

$$= 150,62 \text{ smp/km}$$

Kecepatan Maksimum (Sm)

$$= 16,72 \text{ km/jam}$$

2. Dari analisis *u-turn* dapat diketahui bahwa pada jam sibuk rasio pelayanan fasilitas akhiran median putaran balik (*u-turn*) > 1.0 yang artinya terjadi antrian kendaraan dan berpengaruh pada arus lalu lintas di jalan Stadion Klabat Manado.

3. Dari analisis kinerja jalan menggunakan metode MKJI 1997 diketahui bahwa ruas jalan Stadion Klabat masuk dalam tingkat pelayanan jalan atau level of service (LOS) B, yaitu dalam zona arus stabil.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan beberapa saran, yaitu:

1. Diperlukan adanya kajian khusus tentang putaran balik arah (*U-Turn*) untuk mengetahui kinerja dari fasilitas bukaan median putaran balik arah, agar dapat mengetahui dampak lalu lintas akibat dari bukaan median putaran balik arah itu sendiri.
2. Perlu adanya studi lanjutan mengenai hubungan antara pengaruh fasilitas *U-Turn* pada kinerja ruas jalan, mengingat bahwa penelitian ini tidak menentukan pemecahan masalah pengaruh fasilitas *U-Turn* pada kinerja ruas jalan.
3. Mengingat pertumbuhan arus lalu lintas pertahun terus meningkat, maka perlu adanya perbaikan jalan pada lokasi penelitian, karena pada bagian jalan pada lokasi penelitian banyak terdapat kerusakan pada permukaan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agah, Heddy., 2007. *Perhitungan Tundaan Pada Fasilitas Putaran Balik Arah (U-Turn) di Jakarta*. Jakarta.
- Bell, M. G. H., O'Flaherty, C. A., Nash, C. A., Leake, G. R., Bonsall, P. W., May, A. D., 1997. *Transport Planning and Traffic Engineering*. Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Median Jalan PD.T – 17-2004-B*, Jakarta.
- Kasan Muh., Mashuri, Hilda Listiawati, 2005. *Pengaruh U-Turn terhadap Karakteristik Arus Lalu-lintas di Ruas Jalan Kota Palu*. Jurnal SMARTek, Vol. 3, No. 3.
- Khisty, C. J., Lall, B. K., 1990. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Jilid 1. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.
- Kumaat, M., 2015. *Analisa Bangkitan dan Tarikan Pergerakan Penduduk Berdasarkan Data Matriks Asal Tujuan Kota Manado*. TEKNO, 11(58). Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lefrandt, L. I. R., 2012. *Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Piere Tendea Manado pada Kondisi Arus Lalu Lintas Satu Arah*. TEKNO, 10(57), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Tamin, O. Z., 2000. *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi, Contoh Soal dan Aplikasi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Titirlolobi, A. I., Lintong, Elisabeth., Timboeleng, J. A., 2016. *Analisa Kinerja Ruas Jalan Hasanuddin Kota Manado*, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.7 Juli 2016 (423-431) ISSN: 2337-6732 Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- US – HCM. (1994) *Highway Capacity Manual*, 1994.

Halaman ini sengaja dikosongkan