

Perbandingan Metode Linear Greenshield dengan Metode Logaritmik Greenberg Terhadap Penyempitan Jalan (Studi Kasus Jalan Poros Mappayuki, Rantepao Kab. Toraja Utara)

Resti Octavia Palayukan¹, Parea R. Rangan², Jacob Bokko³, Gersony Miri⁴, Klesia Restu Juniati⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja

¹palayukanresti@gmail.com, ²parearusanrangan68@gmail.com, ³bokkojacob1@gmail.com,
⁴gersony.miri@gmail.com, ⁵klesiarestu@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Penyempitana Jalan Arus Kecepatan Kepadatan Greenshield Greenberg</p>	<p>Pada beberapa jaringan jalan kota Rantepao, terjadi kemacetan, antrian dan tundaan akibat penyempitan jalan khususnya pada jembatan. Survei data primer ruas jalan A. Mappanyuki, dilakukan selama 3(Tiga) hari yakni Senin, Sabtu, dan Minggu dengan metode hitungan manual.. Pengambilan meliputi data Arus, Kecepatan, dan Kepadatan lalu lintas. Analisis data didasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan dilakukan secara langsung dilapangan. Metode Linier <i>Greenshield</i> dan Metode <i>Logaritmik Greenberg</i> digunakan dalam menganalisa hubungan karakteristik lalu lintas pada penyempitan jalan di ruas jalan A. Mappanyuki.</p> <p>Metode linier <i>Greenshield</i> dengan persamaan metode untuk kedua bagian jalan yang diteliti $Q = 55.51 \cdot V_s - (55.51 / 24.87) \cdot V_s^2$ adalah Metode yang sesuai untuk ruas Jl. A. Mappanyuki . Sementara hubungan antara arus dan kecepatan, untuk hubungan antara arus dan kepadatan $Q=24.87.D-(24.87/55.51).D$. Sedangkan Nilai Arus Maksimum pada jalan Metode Linier <i>Greenshield</i> = 345.13 sedangkan nilai kepadatan maksimum = 55.51 smp/jam.</p>
<p>Keywords: Narrowing roads Current Speed Density Greenshield Greenberg</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In some sections of the city of Rantepao, the occurrence of a narrowing of the road especially at the bridge often cause problems such as congestion, Queuing, and delay. Primary data surveys on road of a. Mappanyuki done for three days starting Monday, Saturday, and Sunday by the method of manual count. The data is taken directly from the field include the data Flow, speed and traffic density. The data analysis is based on the Manual on road capacity Indonesia (MKJI) 1997 by using Microsoft Excel software. As for the analysis of relationships characteristic of traffic on the roads in road constriction A. Mappanyuki using two methods, namely with the model Greenshield, and Greenberg.</p> <p>From the results of the analysis model of the relationship of the current characteristics, speed and density of (V, S, D) as explained before, to see that the appropriate model for the roads JL. A. Mappanyuki is a linear equation with Greenshield method method for both parts of the road that examined $Q = 55.51 \cdot V_s - (55.51/24.87) \cdot V_s^2$ to the relationship between the flow and the speed, to the relationship between flow and density $Q=24.87.D-(24.87/55.51).D$. Whereas the maximum Current Value on the method of Linear Greenshield = 345.13 while the value of maximum density = 55.51 smp/hour</p>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. Pendahuluan

Kegiatan sehari-hari yang dilakukan dalam rangka pelaksanaan kegiatan sosial ekonomi masyarakat termasuk dalam kegiatan transportasi. kegiatan tersebut seperti sekolah, ibadah bekerja, berbelanja, dan lainnya. Apabila terjadi hambatan pada sektor transportasi tentunya menghambat kegiatan sosial ekonomi masyarakat.

Bagian jalan dengan kondisi kapasitas lalu lintas yang kecil dari bagian masuk disebut penyempitan jalan. Kondisi seperti ini dapat terjadi saat memasuki jembatan, terjadi kecelakaan yang menyebabkan penutupan lajur jalan, terjadi pekerjaan maupun perbaikan jalan atau lainnya. Keadaan seperti ini menyebabkan perubahan kendaraan dari arus bebas (Uninterrupted Flow) menjadi terganggu (Interrupted Flow) sehingga kecepatan kendaraan menurun dan kerapatan antar kendaraan. Apabila arus lalu-lintas (demand) lebih kecil dari pada daya tampung atau kapasitas jalan (supply) pada daerah penyempitan sehingga arus lalu-lintas dapat melintas dengan mudah tanpa adanya hambatan, sehingga penyempitan jalan ini tidak berarti sama sekali

Maksud dari penelitian ini untuk mendapatkan model korelasi antara arus, kecepatan kendaraan, dan, volume kendaraan, pada suatu ruas jalan. Sebagai pusat pemerintahan juga pusat perekonomian Kabupaten Toraja Utara, aktivitas pelayanan Kota Rantepao makin meningkat dan tentunya menyebabkan peningkatan arus lalu lintas (Abdias T.A., Parea R.R., 2020). Di kota Rantepao salah satu jalan yang merupakan urat nadi pergerakan kegiatan transportasi dan ekonomi yang cukup padat adalah Jalan A. Mappanyuki.

Penelitian bertujuan menganalisis hubungan antara kerapatan, arus, dan, kecepatan lalu lintas akibat adanya penyempitan jalan pada lokasi penelitian. dengan menggunakan metode Linear Greenshield dan metode Logaritmik Greenberg dan menganalisis nilai arus dan kerapatan maksimum baik pada jalan normal maupun pada jalan yang menyempit pada lokasi studi.

II. Metode

Lokasi studi dalam penelitian ini adalah Ruas Jl. Andi Mappanyuki, terletak disebelah utara kota Rantepao yang menghubungkan Kecamatan Tallunglipu dan Kecamatan Rantepao.



Gambar 1. Lokasi Survei

Keterangan :

Lokasi Survei 1

Lokasi Survei 2

A. Tipe Kendaraan dan Macam Data

Jenis kendaraan digolongkan menjadi tiga macam, yaitu kendaraan berat (*Heavy Vehicle*), kendaraan ringan (*Light Vehicle*), dan sepeda motor (*Motor Cycle*). Pencatatan dilakukan untuk setiap interval waktu 15 menit. Data-data yang dibutuhkan yakni arus lalu lintas, kecepatan lalu lintas, dan kepadatan lalu lintas. Pengumpulan data arus lalu lintas dilakukan dengan cara mencatat setiap jenis kendaraan yang melewati atau melintasi garis injak melintang pada pos pengamatan selama waktu pengamatan.

B. Waktu dan Tata Cara Pelaksanaan

Pengambilan data arus lalu lintas dilakukan dengan menggunakan kamera (video) dan secara manual menggunakan alat *counter* dengan selang waktu 6 jam pengamatan. Setiap 1 jam pengamatan diberikan 8 “*timeslice*” 15 menit, untuk memudahkan pengambilan data. Setiap 8 “*timeslice*” menggunakan *form* (lembar pencatatan). Penggantian *form* pencatatan dilakukan jika pengamatan telah berlangsung selama 2 (dua) jam.

Berikut cara melaksanakan pengambilan data arus dilokasi penelitian:

- Mengambil gambar dan menghitung manual (*counter*) dilakukan pada jam 07.00 Wita -09.00 Wita, 11.00 Wita - 13.00 Wita, 16.00 Wita - 18.00 Wita.
- Selama pengambilan data kamera video harus tetap aktif
- Perhitungan manual untuk jenis kendaraan tertentu langsung dilaksanakan di lapangan.
- Selanjutnya, memutar Kembali video hasil survey untuk diamati menghitung kecepatan kendaraan yang melintas.
- Melakukan pencatatan hasil pengamatan survey selama kurun waktu 6 (enam) jam.

C. Kecepatan Kendaraan

Mengukur waktu perjalanan bergerak kendaraan dilakukan untuk memperoleh data kecepatan kendaraan yang melintas dilapangan.

Untuk sampel yakni semua jenis kendaraan yang melintasi penggal jalan pengamatan. Menurut panduan survei dan perhitungan waktu perjalanan lalu lintas No.001/T/BNKT/1990 Dirjen Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota, bahwa panjang penggal jalan pengamatan harus sesuai dengan perkiraan kecepatan rata-rata arus lalu lintas yang terjadi di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekomendasi Panjang Penggal Jalan Pengamatan

No	Kecepatan rata-rata (Km/j)	Panjang Penggal Jalan
1	≤ 40	25m
2	40-65	50m
3	≥ 65	75m

Sumber : BINKOT No.001/T/BNKT/1990

Data kecepatan dapat diperoleh dengan tata cara pelaksanaan pengambilan data waktu tempuh. Untuk memperoleh data kecepatan adalah sebagai berikut:

- Jarak pengambilan gambar disesuaikan dengan Tabel 1
- Pencatatan waktu yang sudah didapatkan dicatat pada *form* yang tersedia sesuai *time slice* pengamatan. Selanjutnya dilakukan pencatatan yang serupa lagi terhadap kendaraan berikutnya.

III. Hasil dan Pembahasan

Arus lalu lintas yang melewati lokasi disurvei pada bagian menyempit dan pada bagian normal.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Kedua Lokasi Survei

Waktu	Total Arus Kendaraan (Q) (smp)		
	Normal	Menyempit	Total
1	2	3	4=2+3
07.00-07.15	276.15	289.90	566.05
07.16-07.30	254.40	264.65	519.05
07.31-07.45	236.65	244.20	480.85
07.46-08.00	260.70	275.90	536.60
08.01-08.15	246.65	263.90	510.55
08.16-08.30	248.75	261.25	510.00
08.31-08.45	242.40	254.15	496.55
08.46-09.00	248.40	255.65	504.05
11.00-11.15	276.50	309.00	585.50
11.16-11.30	280.15	309.20	589.35
11.31-11.45	295.75	320.30	616.05
11.46-12.00	308.05	332.55	640.60
12.00-12.15	323.10	342.65	665.75
12.16-12.30	334.80	359.40	694.20
12.31-12.45	346.15	357.90	704.05
12.46-13.00	332.20	349.65	681.85
16.00-16.15	245.20	276.50	521.70
16.16-16.30	228.00	257.20	485.20
16.31-16.45	241.00	259.15	500.15
16.46-17.00	260.55	272.90	533.45
17.01-17.15	225.95	248.90	474.85
17.16-17.30	231.25	260.25	491.50
17.31-17.45	243.00	273.00	516.00
17.46-18.00	246.15	278.75	524.90

Untuk mendapatkan kecepatan kendaraan menggunakan rumus : $25m / t_n$ (detik). Seperti yang ditelaha disebutkan diatas bahwa 25m adalah jarak tempuh kendaraan yang disurvei sesuai dengan rekomendasi panjang penggal jalan pengamatan, sedangkan t_n merupakan waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melintasi jarak sepanjang 25m dalam satuan detik. Rumus tersebut harus disesuaikan dengan satuan yang ada sehingga diperoleh rumusan baru $\{(25/1000) km / (t_n/3600)\}$ jam}. Mengingat satuan kecepatan adalah km/jam.

Menghitung kecepatan ruang tiap jenis kendaraan menggunakan cara yang sama dengan mencari kecepatan rata-rata ruang untuk seluruh jenis kendaraan, sedangkan untuk mendapatkan nilai kerapatan yakni membagi arus kendaraan dengan kecepatan rata-rata ruang pada *time slice* yang bersesuaian.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kecepatan Kendaraan pada Kedua Lokasi Survei

Waktu	Jarak	Kecepatan		Kecepatan Rata-
	Tempuh (m)	Normal	Menyempit	rata (km/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = ((3)+(4))/2
07.00-07.15	25	11.24	11.42	16.95
07.16-07.30	25	11.31	11.94	17.27
07.31-07.45	25	12.30	12.88	18.73
07.46-08.00	25	14.17	14.90	21.62
08.01-08.15	25	13.74	13.95	20.72
08.16-08.30	25	14.61	14.61	21.92
08.31-08.45	25	14.31	14.24	21.43
08.46-09.00	25	14.47	14.47	21.70
11.00-11.15	25	15.03	14.59	22.32
11.16-11.30	25	14.11	14.29	21.25
11.31-11.45	25	12.78	11.83	18.70
11.46-12.00	25	12.68	13.74	19.55
12.00-12.15	25	12.30	12.80	18.70
12.16-12.30	25	13.76	14.22	20.87
12.31-12.45	25	12.88	14.29	20.02
12.46-13.00	25	13.10	14.49	20.35
16.00-16.15	25	12.11	13.51	18.87
16.16-16.30	25	11.89	13.16	18.47
16.31-16.45	25	11.46	12.84	17.88
16.46-17.00	25	14.49	14.40	21.69
17.01-17.15	25	13.70	13.70	20.55
17.16-17.30	25	12.78	12.26	18.91
17.31-17.45	25	12.88	11.86	18.80
17.46-18.00	25	12.77	11.18	18.36

Berdasarkan data lapangan dan analisis mengenai arus dan kecepatan lalu lintas diperoleh kepadatan lalu lintas sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai kepadatan lalu lintas pada Jalan Normal dan Menyempit

No	Kecepatan (Vs) (Km/jam)	Arus (Q) Smp/15menit	Rate Of Flow (smp/jam)	Kepadatan (D) (smp/km)
(1)	(2)	(3)	(4) = (3) / 2.5	5 = (4) / 2
1	16.95	566.05	226.42	13.36
2	17.27	519.05	207.62	12.02
3	18.73	480.85	192.34	10.27
4	21.62	536.60	214.64	9.93
5	20.72	510.55	204.22	9.86
6	21.92	510.00	204.00	9.31
7	21.43	496.55	198.62	9.27
8	21.70	504.05	201.62	9.29
9	22.32	585.50	234.20	10.49
10	21.25	589.35	235.74	11.09
11	18.70	616.05	246.42	13.18
12	19.55	640.60	256.24	13.11
13	18.70	665.75	266.30	14.24
14	20.87	694.20	277.68	13.31
15	20.02	704.05	281.62	14.07
16	20.35	681.85	272.74	13.40
17	18.87	521.70	208.68	11.06
18	18.47	485.20	194.08	10.51
19	17.88	500.15	200.06	11.19
20	21.69	533.45	213.38	9.84
21	20.55	474.85	189.94	9.24
22	18.91	491.50	196.60	10.40
23	18.80	516.00	206.40	10.98
24	18.36	524.90	209.96	11.44

Metode Linier Greenshield

Analisis hubungan variabel arus, kecepatan dan kepadatan menurut Metode Linier Greenshield menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_f - (V_f/D_j) \cdot D \quad (1)$$

Dimana :

V_s = Kecepatan rata-rata ruang

V_f = Kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas

D_j = Kepadatan pada saat macet

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_f dan D_j , maka persamaan dapat diubah menjadi persamaan linier: V_s

$Y = a + bx$, dengan memisalkan $y = V_s$; $a = V_f$;

$b = - (V_f/D_j)$; $x = D$

$0p = - (V_f/D_j)$; $x = D$

Tabel 5. Data Regresi Untuk Metode Linier Greenshield

No	Y_1 (V_s)	X_1 (D)	Y_1^2	X_1^2	$X_1 \cdot Y_1$
1	2	3	4	5	6
1	16.95	13.36	287.30	178.49	226.45
2	17.27	12.02	298.25	144.48	207.59
3	18.73	10.27	350.81	105.47	192.36
4	21.62	9.93	467.42	98.60	214.69
5	20.72	9.86	429.32	97.22	204.30
6	21.92	9.31	480.49	86.68	204.08
7	21.43	9.27	459.24	85.93	198.66
8	21.70	9.29	470.89	86.30	201.59
9	22.32	10.49	498.18	110.04	234.14
10	21.25	11.09	451.56	122.99	235.66
11	18.70	13.18	349.69	173.71	246.47
12	19.55	13.11	382.20	171.87	256.30
13	18.70	14.24	349.69	202.78	266.29
14	20.87	13.31	435.56	177.16	277.78
15	20.02	14.07	400.80	197.96	281.68
16	20.35	13.40	414.12	179.56	272.69
17	18.87	11.06	356.08	122.32	208.70
18	18.47	10.51	341.14	110.46	194.12
19	17.88	11.19	319.69	125.22	200.08
20	21.69	9.84	470.46	96.83	213.43
21	20.55	9.24	422.30	85.38	189.88
22	18.91	10.40	357.59	108.16	196.66
23	18.80	10.98	353.44	120.56	206.42
24	18.36	11.44	337.09	130.87	210.04
	475.63	270.86	9483.33	3119.05	5340.05

Hubungan arus dan kecepatan merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Q = D_j \cdot V_s (D_j/V_f) \cdot V_s^2$$

$$Q = 55.51 \cdot V_s - (55.51/24.87) \cdot V_s^2 \quad (2)$$

Hubungan arus dan kepadatan juga merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_f \cdot D - (V_f/D_j) \cdot D^2$$

$$Q = 24.87 \cdot D - (24.87/55.51) \cdot D^2 \quad (3)$$

Metode Logaritmik Greenberg

Untuk hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk logaritmik dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot \ln\left(\frac{D_j}{D}\right) \quad (4)$$

Dimana :

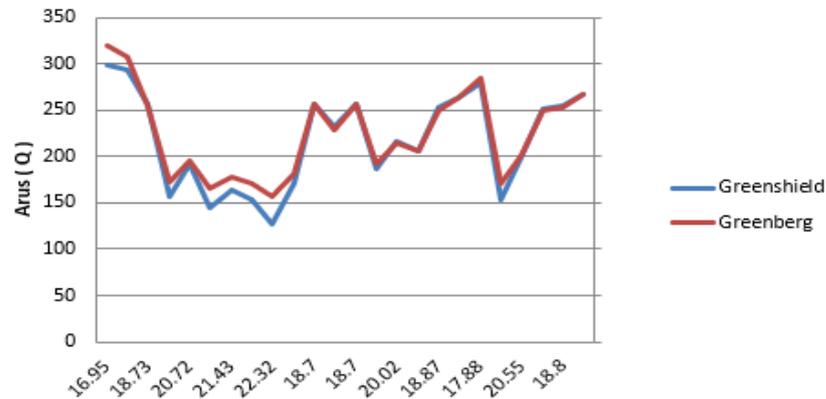
V_m = kepadatan saat arus maksimum

D_j = kepadatan saat macet

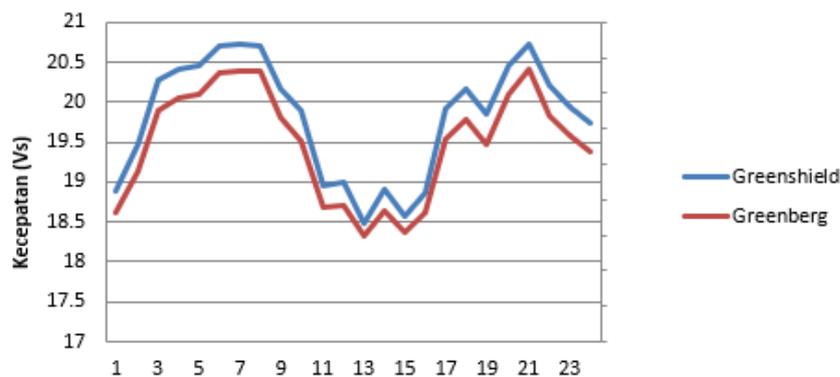
Untuk mendapatkan nilai konstanta V_m dan D_j maka persamaan 4 kemudian berubah menjadi persamaan linier $y = a + bx$ sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot \ln(D_j) - V_m \cdot \ln(D)$$

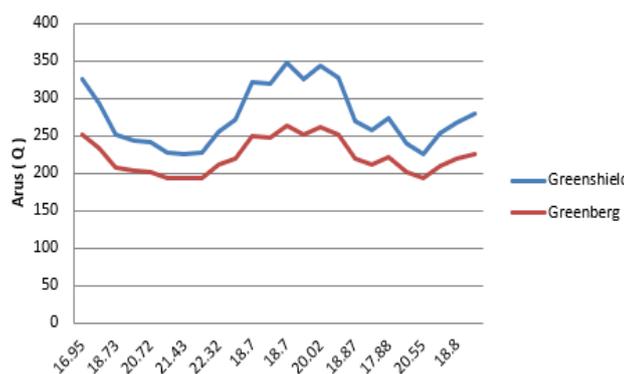
Langkah selanjutnya perhitungan nilai Vs dan Q untuk melihat hubungan antara kecepatan dengan kepadatan, arus dengan kecepatan, serta arus dengan kepadatan, seperti terlampir dalam gambar dibawah.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Kecepatana dan Kepadatan



Gambar 3. Grafik Hubungan Antaraa Kecepatan dan Arus



Gambar 4. Grafik Hubungan AntaraaArus dan Kepadatan

IV. Kesimpulan

Berdasarkan proses pengamatan, perhitungan, dan analisis pada arus lalu lintas yang terjadi pada kondisi penyempitan jalan pada jalan poros A. Mappanyuki (Jembatan Malango’) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Metode Linier *Greenshield* adalah metode yang sesuai untuk ruas Jalan A.Mappanyuki berdasarkan hasil analisa hubungan karakteristik arus, kecepatan, dan kepadatan dengan persamaan model dengan persamaan model untuk kedua bagian jalan yang diteliti $Q = 55.51 \cdot Vs - (55.51 / 24.87) \cdot Vs^2$ untuk hubungan antara arus dan kecepatan, untuk hubungan antara arus dan kepadatan $Q=24.87 \cdot D - (24.87/55.51) \cdot D^2$. Metode Linier *Greenshield* pada kondisi jalan normal diperoleh koefisien determinasi R^2 lebih besar dibandingkan

- dengan jalan menyempit. Yang berarti pasangan data arus dan kecepatan pada kondisi jalan menyempit lebih menggambarkan kondisi kerapatan dari yang kecil hingga besar.
2. Hubungan antara arus, kecepatan dan kerapatan akibat penyempitan dapat dilihat pada perbedaan kecepatan yang cukup mendasar di lokasi penelitian yaitu pada Metode Linier Greenshield kecepatannya maksimumnya lebih kecil dibandingkan dengan metode Logaritmik Greenberg.
 3. Nilai Arus Maksimum pada jalan Metode Linier Greenshield = 345.13 sedangkan nilai kepadatan maksimum = 55.51 smp/jam.

Daftar Pustaka

- [1] Alamsyah, Alik Arsyori, 2005, Rekayasa Lalu Lintas, UMM Press
- [2] Anonims, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) , Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [3] Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat,1990, Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembina Jalan Kota, (1990), Panduan Survei dan Perhitungan waktu Perjalanan Lalu Lintas No.001/T/BNKT/1990.
- [5] Fitriani, A. 2012. Pengaruh Penyempitan Jalan terhadap Karakteristik Lalu Lintas Jalan (Studi Kasus: Jl. P. Kemerdekaan Dekat Mtos Jembatan Tello). Tugas Akhir Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [6] Indrajaya, Y. Riyanto, B. dan Widodo, D. 2003. Pengaruh Penyempitan Jalan Terhadap Karakteristik Lalulintas. Jurnal Universitas Diponegoro. Semarang.
- [7] Khisty, C. J dan B. Kent Lall. 2005. Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi. Cetakan III. Erlangga, Jakarta.
- [8] Putranto, S. L, 2008, Rekayasa Lalu Lintas, Cetakan I.Indeks, Jakarta.
- [9] Putranto,S.L, 2013, Rekayasa Lalu Lintas, Edisi 2, Indeks, Jakarta.
- [10] Soedirjo, T. L, 2002, Rekayasa Lalu Lintas, Departemen Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- [11] Tamin O.Z.(1991, Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalulintas, Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [12] Wells, GR, 1993, Rekayasa Lalu Lintas, Bhratara, Jakarta.
- [13] Abdias T. A. & Parea Rusan Rangan (2020). Arus Lalu Lintas, Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Dalam Kota Rantepao. Jurnal Dynamic SainT, Jilid V Nomor 1.