



## Studi Pengaruh Sepeda Motor Terhadap Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalulintas Pada Jalan Tak Berbagi

Kevin G. Lumeno<sup>#a</sup>, Samuel Y. R. Rompis<sup>#b</sup>, Audie L. E. Rumayar<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>kevinlumeno@gmail.com, <sup>b</sup>semrompis@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>audie\_rumayar@unsrat.ac.id

### Abstrak

Arus lalu lintas (*flow*) adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pada penggal jalan tertentu dalam suatu periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan kendaraan per satuan waktu tertentu. Kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan karakteristik arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Kecepatan didefinisikan sebagai jarak yang dapat ditempuh pada suatu ruas jalan atau lajur tertentu oleh sebuah kendaraan dalam suatu periode waktu tertentu. Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang ruas jalan atau lajur tertentu. Kepadatan dinyatakan dalam satuan jumlah kendaraan per satuan jarak. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Manado Sulawesi Utara dan menganalisa hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada berbagai proporsi volume kendaraan sepeda motor pada ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Sulawesi Utara. Data diambil dengan cara perhitungan langsung di lapangan, dan menghasilkan dua kelas interval proporsi motorcycle yakni 64% - 69% dan 70% - 75% yang kemudian menghasilkan nilai kepadatan maksimum 66,45 kend/km pada interval yang pertama dan 64,06 kend/km pada interval kelas yang kedua serta menghasilkan volume maksimum senilai 588,66 smp/jam pada kelas interval yang pertama dan 538,18 smp/jam pada kelas interval yang kedua. Dan memperoleh nilai  $R^2$  dari greenshield sebesar 0,952 pada kelas interval yang pertama, 0,900 pada kelas interval kedua, nilai greenberg sebesar 0,969 pada kelas interval pertama, 0,953 pada kelas interval kedua dan nilai underwood sebesar 0,963 pada kelas interval pertama, 0,947 pada kelas interval kedua.

*Kata kunci - Greenshield, Greenberg, Underwood*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling banyak digunakan masyarakat Indonesia. Tingginya pertumbuhan jumlah kepemilikan sepeda motor didorong oleh kondisi lalu lintas yang padat, serta daya dukung masyarakat yang cenderung lebih memilih kendaraan sepeda motor. Fenomena ini dapat dilihat dari jumlah transportasi online yang didominasi oleh sepeda motor yang terus tumbuh sejak tahun 2015 lalu.

Pertumbuhan jumlah kepemilikan sepeda motor di Indonesia sangat tinggi, berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tercatat bahwa pada penghujung tahun 2018 jumlah kendaraan sepeda motor mencapai 137.7 juta unit. Sedangkan data yang dihimpun oleh Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) mencatat sepanjang tahun 2019 terdapat 6.05 juta unit sepeda motor yang tersebar, dimana 372.4 ribu unit tersebar di Manado, Sulawesi Utara. Dampak dari tingginya tingkat pertumbuhan kendaraan sepeda motor, menyebabkan terjadinya peningkatan arus lalu lintas yang heterogen pada ruas jalan daerah perkotaan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi sepeda motor terhadap karakteristik arus lalu lintas, serta menentukan permodelan yang tepat untuk ruas jalan yang diteliti yaitu, ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Sulawesi Utara. Pemilihan ini didasari oleh observasi awal dimana pada ruas jalan tersebut sering terjadi kemacetan, volume kendaraan yang meningkat pada jam-jam tertentu, serta belum adanya suatu studi yang memodelkan hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada ruas jalan ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yakni bagaimanakah mengetahui karakteristik lalu lintas pada ruas Jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Manado, Sulawesi Utara, serta menganalisa hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada berbagai proporsi volume kendaraan sepeda motor pada ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Manado, Sulawesi Utara.

### 1.3 Tujuan Penelitian

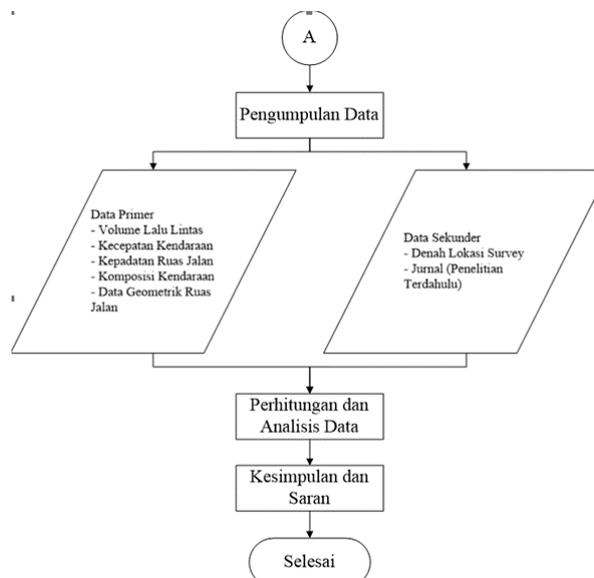
Tujuan penelitian ini mengidentifikasi karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Manado Sulawesi Utara, serta menganalisa hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada berbagai proporsi volume kendaraan sepeda motor pada ruas jalan Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Sulawesi Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2. Metode

Penelitian saya berlokasi pada Jalan Raya Santiago, Mahawu, Kec. Tuminting, Manado, Sulawesi Utara. Pelaksanaan penelitian ini berdasar pada mekanisme yang ada pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Data Umum Penelitian

Penelitian pada ruas Jalan Raya Santiago ini dilakukan pada tanggal 30 dan 31 Mei 2022 dari pukul 06.00 - 10.00 WITA. Pada saat pelaksanaan penelitian cuaca cerah, namun pada pukul 09.00 - 10.00 WITA, dengan kondisi cuaca sedikit gerimis hujan. Berikut hasil data yang di ambil (Tabel 1 dan 2).

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Survey Lalu Lintas Hari Pertama

Waktu	Volume Kendaraan (kend)			Total Volume (Smp/Jam)
	MC	LV	HV	
06.00-06.15	214	81	2	550
06.15-06.30	194	74	4	514
06.30-06.45	203	67	2	483
06.45-07.00	185	63	1	443
07.00-07.15	207	71	0	491
07.15-07.30	179	76	2	495
07.30-07.45	157	87	2	517
07.45-08.00	178	93	1	556
08.00-08.15	198	97	4	610
08.15-08.30	211	67	3	497
08.30-08.45	223	78	2	547
08.45-09.00	201	87	0	549
09.00-09.15	186	92	2	566
09.15-09.30	196	81	1	526
09.30-09.45	197	73	1	495
09.45-10.00	210	77	0	518

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Survey Lalu Lintas Pada hari kedua

Waktu	Volume Kendaraan (kend)			Total Volume (smp/jam)
	MC	LV	HV	
06.00-06.15	174	64	2	442
06.15-06.30	153	67	0	421
06.30-06.45	147	73	4	463
06.45-07.00	151	69	2	439
07.00-07.15	179	77	2	499
07.15-07.30	173	83	2	517
07.30-07.45	176	85	2	528
07.45-08.00	174	72	4	486
08.00-08.15	167	89	2	535
08.15-08.30	178	73	0	470
08.30-08.45	154	74	2	462
08.45-09.00	163	87	1	517
09.00-09.15	175	83	2	519
09.15-09.30	183	76	1	493
09.30-09.45	176	63	0	428
09.45-10.00	194	70	2	486

#### 3.2. Pengolahan Data

Berikut adalah hasil dari pengolahan data untuk setiap ruas jalan yang telah diteliti (Tabel 3 dan 4)

**Tabel 1.** Hasil Pengolahan data Volume, Kecepatan dan Kepadatan di Jalan Raya Santiago: hari pertama

Hari Pertama										
Waktu	Volume Kendaraan (kend)			Total Volume	Kecepatan Rata-rata (km/jam)		% MC	% LV	SMS(km/jam)	Density (kend/km)
	MC	LV	HV		MC	LV				
06.00-06.15	214	81	2	550	16.99	11.16	72.05%	27.27%	13.47	88.19
06.15-06.30	194	74	4	514	16.32	7.69	71.32%	27.21%	10.46	104.04
06.30-06.45	203	67	2	483	17.17	9.74	74.63%	24.63%	12.43	87.51
06.45-07.00	185	63	1	443	17.76	6.46	74.30%	25.30%	9.47	105.17
07.00-07.15	207	71	0	491	18.58	8.82	74.46%	25.54%	11.96	92.98
07.15-07.30	179	76	2	495	17.49	8.78	69.65%	29.57%	11.69	87.91
07.30-07.45	157	87	2	517	16.45	8.44	63.82%	35.37%	11.15	88.23
07.45-08.00	178	93	1	556	18.35	7.72	65.44%	34.19%	10.87	100.13
08.00-08.15	198	97	4	610	16.42	11.60	66.22%	32.44%	13.60	87.95
08.15-08.30	211	67	3	497	17.42	11.10	75.09%	23.84%	13.56	82.90
08.30-08.45	223	78	2	547	17.89	7.71	73.60%	25.74%	10.77	112.51
08.45-09.00	201	87	0	549	17.07	9.03	69.79%	30.21%	11.81	97.51
09.00-09.15	186	92	2	566	16.58	9.45	66.43%	32.86%	12.04	93.02
09.15-09.30	196	81	1	526	16.76	9.94	70.50%	29.14%	12.48	89.10
09.30-09.45	197	73	1	495	17.74	6.47	72.69%	26.94%	9.49	114.27
09.45-10.00	210	77	0	518	17.63	8.86	73.17%	26.83%	11.80	97.32

**Tabel 2** Hasil Pengolahan data Volume, Kecepatan dan Kepadatan di Jalan Raya Santiago: hari kedua

Hari Kedua										
Waktu	Volume Kendaraan (kend)			Total Volume	Kecepatan Rata-rata (km/jam)		% MC	% LV	SMS(km/jam)	Density (kend/km)
	MC	LV	HV		MC	LV				
06.00-06.15	174	64	2	442	7.37	4.93	72.50%	26.67%	5.91	162.46
06.15-06.30	153	67	0	421	7.60	3.39	69.55%	30.45%	4.68	187.88
06.30-06.45	147	73	4	463	7.51	3.20	65.63%	32.59%	4.48	199.83
06.45-07.00	151	69	2	439	7.54	3.39	68.02%	31.08%	4.68	189.84
07.00-07.15	179	77	2	499	7.05	3.67	69.38%	29.84%	4.83	213.88
07.15-07.30	173	83	2	517	7.02	3.52	67.05%	32.17%	4.69	220.22
07.30-07.45	176	85	2	528	7.00	3.71	66.92%	32.32%	4.85	216.97
07.45-08.00	174	72	4	486	7.15	3.23	69.60%	28.80%	4.45	224.81
08.00-08.15	167	89	2	535	7.11	4.01	64.73%	34.50%	5.13	201.23
08.15-08.30	178	73	0	470	7.07	3.80	70.92%	29.08%	4.94	203.20
08.30-08.45	154	74	2	462	7.01	3.01	66.96%	32.17%	4.21	218.37
08.45-09.00	163	87	1	517	6.67	3.36	64.94%	34.66%	4.47	224.67
09.00-09.15	175	83	2	519	7.10	3.61	67.31%	31.92%	4.79	217.07
09.15-09.30	183	76	1	493	6.59	2.68	70.38%	29.23%	3.81	272.66
09.30-09.45	176	63	0	428	6.36	3.76	73.64%	26.36%	4.73	202.22
09.45-10.00	194	70	2	486	6.84	3.53	72.93%	26.32%	4.66	228.35

### 3.3. Analisa

#### a. Analisa Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 08.00 – 08.15 WITA dengan total volume 610 smp/jam dimana jumlah sepeda motor 792 kend/jam, jumlah kendaraan ringan 377 kend/jam dan jumlah kendaraan berat 16 kend/jam. Volume lalu lintas terendah terjadi pada pukul 06.45 - 07.00 WITA dengan total volume 443 smp/jam dimana jumlah sepeda motor 740 kend/jam, jumlah kendaraan ringan 252 kend/jam dan jumlah kendaraan berat 4 kend/jam.

#### Hari Pertama

- Volume lalu lintas tertinggi (08.00-08.15 WITA) total volume 610 smp/jam. MC = 792 kend/jam, LV = 388 kend/jam, HV = 16 kend/jam
- Volume lalu lintas terendah (06.45-07.00 WITA) total volume 443 smp/jam. MC = 740 kend/jam, LV = 252 kend/jam, HV = 4 kend/jam

#### Hari Kedua

- Volume lalu lintas tertinggi (08.00 – 08.15 WITA) total volume 535 smp/jam. MC = 668 kend/jam, LV = 356 kend/jam, HV = 8 kend/jam.
- Volume lalu lintas terendah (06.15 – 06.30 WITA) total volume 421 smp/jam. MC = 612 kend/jam, LV = 268 kend/jam, HV = 0 kend/jam

b. Analisa Proporsi Kendaraan Lalu Lintas

Proporsi kendaraan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah distribusi dari sepeda motor dan kendaraan ringan yang dinyatakan dalam persen (%). Proporsi volume lalu lintas dibagi menjadi proporsi sepeda motor (% MC) dan proporsi kendaraan ringan (% LV) untuk masing - masing ruas jalan yang diteliti.

Hari Pertama

- Proporsi sepeda motor tertinggi (08.15 – 08.30 WITA) sebesar 75,09%. Proporsi kendaraan ringan sebesar 23,84% (terendah).
- Proporsi sepeda motor terendah (07.30 - 07.45 WITA) sebesar 63,82%. Proporsi kendaraan ringan sebesar 35,37% (tertinggi).

Hari Kedua

- Proporsi sepeda motor tertinggi (09.30 - 09.45 WITA) sebesar 73,64%. Proporsi kendaraan ringan sebesar 26,36 %.
- Proporsi sepeda motor terendah (08.00 - 08.15 WITA) sebesar 64,73%. Proporsi kendaraan ringan sebesar 34,50%.

c. Analisa Kecepatan Lalu Lintas

Untuk kecepatan arus lalu lintas pada ruas jalan yang diteliti dinyatakan dalam bentuk kecepatan rata - rata untuk sepeda motor dan kendaraan ringan.

Hari Pertama

- Kecepatan tertinggi terjadi pada (07.00 - 07.15 WITA) dengan kecepatan sepeda motor 18,58 km/jam dan kendaraan ringan 6,46 km/jam.
- Kecepatan terendah terjadi pada (06.15 - 08.30 WITA) dengan kecepatan sepeda motor 7,16,32 km/jam dan kendaraan ringan 7,69 km/jam. Hari kedua
- Kecepatan tertinggi terjadi pada (06.15 - 06.30 WITA) dengan kecepatan sepeda motor 7,60 km/jam dan kendaraan ringan 3,39 km/jam.
- Kecepatan terendah terjadi pada (09.30 - 09.45 WITA) dengan kecepatan sepeda motor 6,36 km/jam dan kendaraan ringan 3,76 km/jam.

d. Analisa Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan adalah perbandingan antara volume dan kecepatan yang dinyatakan dalam satuan jumlah kendaraan per satuan jarak. Untuk kepadatan masing - masing jalan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dibawah ini:

Hari Pertama

- Kepadatan tertinggi terjadi pada (09.30-09.45 WITA) dengan nilai 52,18 smp/km.
- Kepadatan terendah terjadi pada (08.15-08.30 WITA) dengan nilai kepadatan 36,66 smp/km.
- Kepadatan mengalami fluktuasi

Hari Kedua

- Kepadatan tertinggi terjadi pada (09.15-09.30 WITA) dengan nilai 129,25 smp/km.
- Kepadatan terendah terjadi pada (06.00-06.15 WITA) dengan nilai kepadatan 74,80 smp/km.
- Kepadatan mengalami fluktuasi

### 3.4. Pembahasan

- a. Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan pada Jalan Raya Santiago yang disusun ke dalam 2 interval kelas presentase motor, yaitu 64 – 69% dan 70 – 75%. (Tabel 5, 6, 7)

Tabel 3. Hubungan Kecepatan, Volume, dan Kepadatan

- 60 – 69%

Model Greenshield	Model Greenberg	Model Underwood
<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 17,459 - 0,120 \cdot D</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 145,990 \cdot U_s - 8,362 U_s^2</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 17,459 \cdot D - 0,120 \cdot D^2</math></p>	<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 8,859 \cdot \ln(180,614/D)</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 180,614 \cdot U_s \cdot \exp(-U_s/8,859)</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 8,859 \cdot D \cdot \ln(180,614/D)</math></p>	<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 24,239 \cdot \exp(-D/64,918)</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 64,918 \cdot U_s \cdot \ln(24,239/U_s)</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 24,239 \cdot D \cdot \exp(-D/64,918)</math></p>
<p>Grafik Hubungan Antara Kecepatan – Kepadatan</p>	<p>Grafik Hubungan Antara Kecepatan – Volume</p>	<p>Grafik Hubungan Antara Volume – Kepadatan</p>

- 70 – 75%

Model Greenshield	Model Greenberg	Model Underwood
<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 16,596 - 0,117 \cdot D</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 142,338 \cdot U_s - 8,557 U_s^2</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 16,596 \cdot D - 0,117 \cdot D^2</math></p>	<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 8,401 \cdot \ln(174,123/D)</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 174,123 \cdot U_s \cdot \exp(-U_s/8,401)</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 8,401 \cdot D \cdot \ln(174,123/D)</math></p>	<p>Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah  <math>U_s = 22,312 \cdot \exp(-D/65,109)</math>                      Hubungan antara kecepatan dan volume adalah  <math>V = 65,109 \cdot U_s \cdot \ln(22,312/U_s)</math>                      Hubungan antara volume dan kepadatan adalah  <math>V = 22,312 \cdot D \cdot \exp(-D/65,109)</math></p>
<p>Grafik Hubungan Antara Kecepatan – Kepadatan</p>	<p>Grafik Hubungan Antara Kecepatan – Volume</p>	<p>Grafik Hubungan Antara Volume – Kepadatan</p>

Sumber: Penelitian 2022

**Tabel 4.** Rekap Hasil Permodelan pada Jalan Raya Santiago

Model	Interval (%)	Volume - Kecepatan	Kepadatan - Kecepatan	Kepadatan - Volume	r	R <sup>2</sup>
Greenshield	64-69	$V = 145.990 \times Us - 8.362 \times Us^2$	$Us = 17.459 - 0.120 \times D$	$V = 17.459 \times D - 0.120 \times D^2$	0.976	0.952
	70-75	$V = 142.338 \times Us - 8.577 \times Us^2$	$Us = 16.596 - 0.117 \times D$	$V = 16.596 \times D - 0.117 \times D^2$	0.949	0.9
Greenberg	64-69	$V = 180.614 \times Us \times \exp(-Us / 8.859)$	$Us = 8.859 \times \ln(180.614 / D)$	$V = 8.859 \times D \times \ln(180.614 / D)$	0.984	0.969
	70-75	$V = 174.123 \times Us \times \exp(-Us / 8.401)$	$Us = 8.401 \times \ln(174.123 / D)$	$V = 8.401 \times D \times \ln(174.123 / D)$	0.976	0.953
Underwood	64-69	$V = 64.918 \times Us \times \ln(24.239 / Us)$	$Us = 24.239 \times \exp(-D / 64.918)$	$V = 24.239 \times D \times \exp(-D / 64.918)$	0.981	0.963
	70-75	$V = 65.109 \times Us \times \ln(22.312 / Us)$	$Us = 22.312 \times \exp(-D / 65.109)$	$V = 22.312 \times D \times \exp(-D / 65.109)$	0.973	0.947

**Tabel 5** Hasil Vmax pada Kedua Kelas Interval

Interval (%) Sepeda Motor	Vmax (kend/jam)	Dmax (kend/km)	Umax (km/jam)	Dj (kend/km)	Um (km/jam)
64-69	588.66	66.45107	8.858505	180.614	8.859
70-75	538.18	64.06308	8.400793	174.123	8.401

b. Pengaruh Proporsi Kendaraan Sepeda Motor terhadap Karakteristik Lalu Lintas

Persentase yang diperoleh Jalan Raya Santiago, persentase terendah yaitu 64 % dan untuk persentase tertinggi yaitu 75 %. Lalu persentase yang telah diperoleh, dibagi menjadi dua interval kelas persentase sepeda motor. Untuk interval pertama 64 % - 69 %, interval kedua yaitu 70 % - 75 %.

Oleh karena itu, sesuai dengan interval kelas yang telah dibentuk, maka dibuatlah hubungan parameter lalu lintas dengan menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Berdasarkan hasil permodelan yang telah direkap didapat permodelan untuk setiap klasifikasi persentase sepeda motor dengan permodelan *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Dapat dilihat bahwa hubungan volume, kecepatan dan kepadatan yang disusun berdasarkan interval kelas memiliki nilai koefisien determinasi diatas 0,5 ( $R^2 > 0,5$ ).

Pada permodelan *Greenberg*, hubungan volume, kecepatan dan kepadatan sangat berpengaruh terhadap arus lalu lintas pada jalan tak terbagi sesuai dengan kelas persentase volume sepeda motor, namun nilai koefisien determinasi dari hubungan volume, kecepatan dan kepadatan yang dihasilkan berdasarkan persamaan analisis regresi linear bersifat fluktuatif seiring dengan peningkatan peningkatan kelas persentase volume sepeda motor. Adapun nilai koefisien determinasi pada permodelan *Greenberg* yaitu  $R^2 = 0,969$ , dan  $R^2 = 0,953$ .

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ruas Jalan Raya Santiago bahwa :

1. Dari hasil permodelan yang telah direkap, dapat dilihat bahwa untuk permodelan terbaik pada ruas Jalan Raya Santiago adalah model *Greenberg*, karena permodelan *Greenberg* memiliki nilai korelasi yang paling tinggi dengan nilai  $R^2 = 0,969$ . Artinya hubungan antar parameter dengan model *Greenberg* pada jalan tersebut saling mempengaruhi sebesar 96,9%. Pada perhitungan analisa kepadatan, jalan ini sangat padat pada jam pagi menuju siang dikarenakan adanya pasar yang aktif
2. Proporsi Sepeda Motor Yang di bagi ke dalam 2 kelas interval yaitu pada 64 – 69% dan 70 – 75%, tidak terlalu mempengaruhi volume, kecepatan, dan kepadatan lalu-lintas pada jalan tak terbagi, pada saat kelas interval pada 70 – 75 %, volume max dan kepadatan max menurun.

#### 4.2. Saran

Dari analisa dan pembahasna yang telah dilakukan, terdapat beberapa masukan terkait dalam penelitian yang telah dilakukan.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait faktor-faktor lain yang mempengaruhi hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada ruas jalan yang diteliti.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh proporsi sepeda motor terhadap hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada ruas jalan tak terbagi lainnya.

#### Referensi

- Abdi, G. N., Priyanto, S., & Malkamah, S. (2019). Hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. *Jurnal Teknisia*, 24(1), 55-64.
- Ariadi, A., Isya, M., & Caisarina, I. (2016). Analisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas (studi kasus: jembatan Lamnyong, jalan Teuku Nyak Arief Banda Aceh). *Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 279-290.
- Julianto, E. N. (2010). Hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas ruas jalan Siliwangi Semarang. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(2).
- Kurniati, T., & Fajriati, R. (2019). *The effect of motorcycle proportion on traffic flow parameters at multi-lane urban road*. Paper presented at the MATEC Web of Conferences.
- Lu, Z., & Meng, Q. (2013). *Analysis of traffic speed-density regression models-A case study of two roadway traffic flows in China*. Paper presented at the Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Marga, D. J. B. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). *Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum*.
- Sadili, R., Agah, H. R., & Sumabrata, R. J. (2011). Karakteristik arus lalu lintas campuran dengan variasi komposisi kendaraan sepeda motor pada jalan di daerah perkotaan.
- Sendow, T. K., & Elisabeth, L. (2013). Model derajat kejenuhan dan kecepatan kendaraan pada ruas jalan perkotaan pada ruas jalan Piere Tendean. *TEKNO*, 11(59).
- Tamin, O. Z. (1992). Hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalulintas di ruas jalan HR Rasuna Said (Jakarta). *Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil ITB, ISSN, 0853-2982*.
- Wong, K., Lee, T.-C., & Chen, Y.-Y. (2016). Traffic characteristics of mixed traffic flows in urban arterials. *Asian Transport Studies*, 4(2), 379-391.
- Rusli, Muhammad. (2014) Studi hubungan Kecepatan – Kepadatan dan hubungan Volume – Kepadatan
- Thalib, Muhammad, Taufiq, Nursalam. Analisis Hubungan, Kecepatan, dan Kepadatan Arus Lalulintas Prof. DR. H.B Jassin Dengan Membandingkan Metode Greenshield dan Metode Greenberg. Vol. 6, No. 1
- Tanti, Yustianti., Agustaniah Rosa., Tukimum. Studi Hubungan Antara Volume Kecepatan, dan Kepadatan, Pada Ruas Jalan Slamet Riyadi Samarinda. Samarinda.
- Widodo, Wahyu., Wicaksono, Nur., Harwin. (2012). Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshields dan Greenberg
- Hakim, Lukmanul. (2017). Hubungan kecepatan, volume dan kepadatan pada jalan raya pajajaran km 5 arah sukasari-baranangsiang dengan menggunakan model Greenberg. Vol. 6, No. 2.
- Nurhasanah, Iis., dkk. (2012). hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dengan Menggunakan metode linier. Vol. 1, No. 1.
- Ariadi., dkk. (2016). Analisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Vol. 5, No. 3.
- Julianto, Nugroho, Eko. (2010). Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. Vol. 12, No. 2.
- Mukhlis. (2013). Hubungan Kecepatan dan Volume Lalu Lintas dengan model Greenshields. Vol. 3, No. 2.
- Prasetyo, Didiek. (2016). Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas pada Ruas Jalan H.B. Yasin Kota Gorontalo.
- Finta, Ayu. (2017). model hubungan kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas.
- Arrang, Abdias, Tandil. (2019). hubungan kecepatan, volume dan kepadatan lalulintas di jalan

- dr. Ratulangi (depan city market palopo) menggunakan model *greenshields*. Vol. 4, No. 2.
- Khairunnisa, Siti. (2015). model hubungan kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas berdasarkan metode greenshield pada ruas jalan prof. dr. Jhon Ario Katili kota gorontalo.
- Abdi, Grisela Nurinda., Priyanto, Sigit., Malkamah, Siti. (2019). hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan padjajaran (ring road utara), sleman. Vol. 29, No. 1
- M, Isya., Ariadi., Caisarina, Irin. (2016). Analisa Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas. Vol. 5, No. 3.
- Sanjaya, Yudi., Kamaluddin, Lubis., Lubis, Marwan. (2017). Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan, terhadap Kinerja Ruas Jalan. Vol. 1, No. 1.
- Kriswardhana, Willy. (2020). Model Hubungan Arus, Kecepatan, dan Kepadatan 4 Jalur 2 Arah. Vol. 10, No. 1
- Leihitu, Donny Dwi Judianto. (2012). Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Metode MKJI 1997 dengan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode Greenshields, Greenberg, Underwood. Vol. 1, No. 1.
- Lusiana, Iluk., dkk. Analisis Hubungan Antara Volume, Kecepatan Dan Kerapatan Menggunakan Metode Greenshield, Greenberg Dan Underwood Studi Kasus Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto.
- Syaiful., Akbar, Lutfi. (2015). Analisis Pengaruh Kecepatan Lalu Lintas Terhadap Kebisingan Yang Ditimbulkan Kendaraan Bermotor. Vol. 4, No. 1.
- Farahdiba, Aulia Ulfah., Juliani, Any. (2016). Analisis Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Kualitas Udara Di Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. Vol. 8, No. 2.
- Darmadi; Metodologi Penelitian (2013)