



## Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Jalan di Takengon Dengan Model *Greenshields*, *Greenberg* dan *Underwood*

Muhammad Ridha<sup>1\*</sup>, Tety Sriana<sup>1</sup>, Amalia Effendy<sup>1</sup>, Muhammad Zardi<sup>1</sup>, Linda Warniati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil Universitas Abulyatama, Lampoh Keude-Aceh Besar 23372

Email: [ridha\\_sipil@abulyatama.ac.id](mailto:ridha_sipil@abulyatama.ac.id)

Diterima : November 2023 ; Disetujui : Januari 2024; Dipublikasi : Januari 2024

**Abstrak :** To serve the traffic of people, vehicles and goods, road construction is the main goal. One of the roads in Central Aceh Regency is the Sengeda-Takengon road. Congestion on this road has become a common thing every day. To see this condition, a survey of traffic observations in the field was carried out for 12 hours, namely at 07.00-19.00 WIB which was held on Monday, Thursday, and Saturday. To analyze the volume, speed and density of this traffic, the Greenshields, Greenberg and Underwood liner models are used. For the Greenshields model velocity-density (S-D)  $S = 36 - 0.27D$ , volume-velocity  $V = 133.38S - 3.75S^2$ , volume-density  $V = 35.54D - 0.27D^2$ . Greenberg model, velocity-density (S-D)  $S = 8.19 \ln(856.71/D)$ , volume-velocities  $V = V = 856.71Se^{-s/8.19}$ , volume-density  $V = 8.19D \ln 856.71/D$ . Underwood model velocity-density (S-D)  $S = 36.5e^{-D/103.24}$ , volume-velocity  $V = 103.24S \ln 36.5/S$ , volume-density  $V = 36.5De^{-D/103.24}$ . For the Sengeda – Takengon road, the most suitable model is Greenshield with the lowest traffic volume value, namely  $V_m = 1184.93$  Smp/Hour.

**Abstrak:** Untuk melayani lalu lintas orang, kendaraan maupun barang maka pembangunan jalan merupakan tujuan utama yang dilakukan. Salah satu jalan yang terdapat di kabupaten aceh tengah ini adalah jalan sengeda-takengon. Kemacetan di ruas jalan ini sudah menjadi hal yang biasa setiap harinya. Untuk melihat kondisi ini maka dilakukan survey pengamatan lalu lintas dilapangan selama 12 jam yaitu jam 07.00-19.00 WIB yang dilaksanakan pada hari, senin, kamis, dan sabtu. Untuk menganalisa volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas ini digunakan model liner Greenshields, Greenberg dan Underwood. Untuk model Greenshields kecepatan-kepadatan (S-D)  $S = 36 - 0,27D$ , volume-kecepatan  $V = 133,38S - 3,75 S^2$ , volume-kepadatan  $V = 35,54D - 0,27 D^2$ . Model Greenberg, kecepatan-kepadatan (S-D)  $S = 8,19 \ln(856,71/D)$ , volume-kecepatan  $V = V = 856,71Se^{-s/8,19}$ , volume-kepadatan  $V = 8,19D \ln^{856,71/D}$ . Model Underwood kecepatan-kepadatan (S-D)  $S = 36,5e^{-D/103,24}$ , volume-kecepatan  $V = 103,24S \ln^{36,5/S}$ , volume-kepadatan  $V = 36,5De^{-D/103,24}$ . Untuk jalan Sengeda – Takengon model yang dapat dikatakan paling sesuai adalah Greenshield dengan nilai volume lalu lintas paling rendah yaitu  $V_m = 1184,93$  Smp/Jam.

**Kata kunci :** Jalan Sengeda-Takengon, Greenshields, Greeberg, Underwood

Takengon adalah ibu kota Kabupaten Aceh Tengah yang terletak di Provinsi Aceh, Indonesia. Salah satu jalan yang terdapat di kabupaten aceh tengah ini adalah jalan sengeda-takengon. Kemacetan di ruas jalan ini sudah menjadi hal yang biasa setiap harinya. Keadaan ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah tingginya mobilitas penduduk dalam menjalani aktifitas kegiatan sehari-hari, mulai yang menggunakan sepeda, becak, sepeda motor, mobil dan juga bus.

Untuk itu maka dipandang perlu untuk menganalisa volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Sengeda Takengon Aceh Tengah, yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk penanganan pada daerah kawasan jalan ini.

Untuk melihat kondisi ini maka dilakukan survey pengamatan lalu lintas dilapangan selama 12 jam yaitu jam 07.00-19.00 WIB yang dilaksanakan pada hari, senin, kamis, dan sabtu. Pengambilan data primer berupa volume lalu lintas, kecepatan kendaraan ringan, dilakukan secara bersamaan di lokasi penelitian selama 3 hari dari jam 07.00 Wib sampai dengan 19.00 Wib.

Data yang didapatkan tersebut kemudian kemudian dirata-ratakan dan dianalisis berdasarkan model Liner Greenshields, model Logatitmik Greenberg dan Model Exponential Underwood.

Untuk melayani lalu lintas orang, kendaraan maupun barang maka pembangunan jalan merupakan tujuan utama yang dilakukan. Jalan secara umum diartikan sebagai suatu prasarana pergerakan darat yang berada di atas permukaan tanah, termasuk bangunan pelengkapannya.

Untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas terdapat tiga variabel utama yang dipakai yaitu volume (*flow*), kecepatan (*speed*) dan kepadatan (*density*) (Rahmad et al., 2019).

#### **Volume (*flow*)**

Didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjauan tertentu pada suatu ruas jalan persatuan waktu tertentu dengan satuan yang biasa digunakan adalah kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Volume dapat dirumuskan sebagai berikut :  
 $V = n/t$ , dengan n adalah jumlah kendaraan dan t = waktu tempuh.

#### **Kecepatan (*speed*)**

Yaitu jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan persatuan waktu tertentu. Satuan yang biasa digunakan adalah kilometer/jam atau meter perdetik. Kecepatan dapat digambarkan dalam rumusan berikut :

$$S = \text{Jarak/Waktu}$$

#### **Kepadatan (*density*)**

Adalah jumlah kendaraan persatuan panjang jalan pada suatu waktu tertentu. Satuan yang biasa digunakan adalah kendaraan/kilometer

## Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan

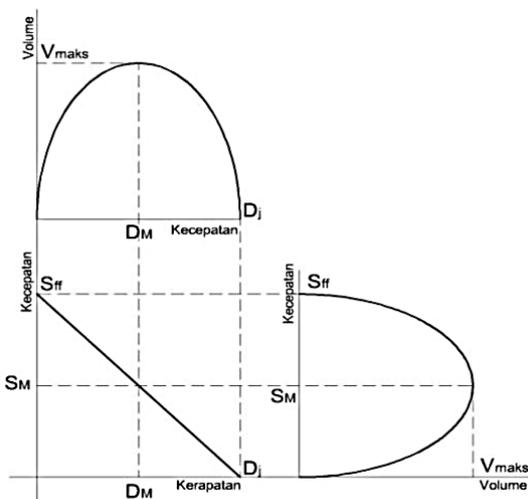
Hubungan dasar antara volume, kecepatan dan kepadatan untuk menggambarkan suatu arus lalu lintas adalah :  $V = D \cdot S$

Dengan :  $V = \text{Volume (Kend/Jam)}$

$D = \text{Kepadatan (Kend/Km)}$

$S = \text{Kecepatan (Km/Jam)}$

Untuk memperlihatkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan maka diasumsikan linier guna penyerderhanaan. Jadi kecepatan akan berkurang seiring dengan bertambahnya kepadatan lalu lintas. Kecepatan arus bebas (*free-flow speed*,  $S_{ff}$ ) akan terjadi pada saat kepadatan sama dengan nol dan ketika terjadi kemacetan (*jam density*,  $D_j$ ) maka kecepatan akan sama dengan nol.



**Gambar 1. Grafik Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan**

Keterangan :

$V_m = \text{Volume maksimum}$

$S_m = \text{Kecepatan saat volume lalu lintas maksimum}$

$D_m = \text{Kepadatan saat volume lalu lintas maksimum}$

$S_{ff} = \text{Kecepatan saat volume lalu lintas rendah}$

$D_j = \text{Kepadatan saat volume lalu lintas macet}$

## Model Linier Greenshields

Tahun 1934, Greenshields mengadakan penelitian pada jalur jalan luar kota Ohio, dengan kondisi arus lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (*steady state condition*), model ini merupakan model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas.

Greenshields mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier. Hubungan linier ini menjadi paling populer digunakan dalam mengamati pergerakan arus lalu lintas karena fungsinya dianggap paling mudah dan sederhana diaplikasikan untuk melihat hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas.

Untuk Persamaan Regresi Hubungan Kecepatan dan Kepadatan model ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} D \dots \dots (1)$$

Hubungan Volume dan Kepadatan Greenshields memberikan hubungan persamaan :

$$V = D S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} D^2 \dots \dots (2)$$

Untuk hubungan volume dan kecepatan lalu lintas, Greenshields memberikan model sebagai berikut :

$$V = D_j S - \frac{D_j}{S_{ff}} S^2 \dots \dots (3)$$

Untuk kepadatan, kecepatan dan volume maksimum pada model liner Greenshields adalah sebagai berikut :

$$D_m = \frac{D_j}{2} \dots\dots(4)$$

$$S_m = \frac{S_{ff}}{2} \dots\dots(5)$$

$$V_m = \frac{D_j S_{ff}}{4} \dots\dots(6)$$

**Model Logaritmik Greenberg**

Greenberg pada tahun 1959 melakukan penelitian yang dilaksanakan di terowongan Lincoln dan menganalisis hubungan antara kecepatan dan kepadatan dengan mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan arus fluida.

Dengan menggunakan asumsi persamaan kontinuitas dari gerak benda cair, Greenberg mendapatkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk logaritma.

Untuk hubungan Kecepatan dan Kepadatan model logaritmik dari Greenberg seperti dibawah ini :

$$S = S_m \ln\left(\frac{D_j}{D}\right) \dots\dots(7)$$

Greenberg memberikan hubungan volume dan kepadatan lalu lintas sebagai berikut:

$$V = S_m D \ln(D_j/D) \dots\dots(8)$$

hubungan volume dan kecepatan lalu lintas Greenberg memberikan model sebagai berikut:

$$V = S D_j e^{-S/S_m} \dots\dots(9)$$

Kepadatan, kecepatan dan volume maksimum model liner Greenberg adalah :

$$D_m = e^{-\frac{S_{ff}}{S_m}} \dots\dots(10)$$

$$S_m = -\frac{1}{b} \dots\dots(11)$$

$$V_m = \frac{D_j S_m}{4} \dots\dots(12)$$

**Model Eksponensial Underwood**

Underwood mengemukakan suatu hipotesis bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah suatu fungsi eksponensial dengan bentuk persamaan

$$S = S_{ff} e^{-D/D_m} \dots\dots(13)$$

Hubungan volume dan kepadatan lalu lintas, Underwood memberikan persamaan sebagai berikut :

$$V = D S_{ff} e^{-D/D_m} \dots\dots(14)$$

hubungan volume dan kecepatan lalu lintas Underwood mendefinikan :

$$V = S D_M \ln \frac{S_{ff}}{S} \dots\dots(15)$$

Kepadatan, kecepatan dan volume maksimum untuk model Eksponensial Underwood adalah sebagai berikut :

$$D_m = -\frac{1}{b} \dots\dots(16)$$

$$S_m = \frac{S_{ff}}{e} \dots\dots(17)$$

$$V_m = D_m \frac{S_{ff}}{e} \dots\dots(18)$$

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode penelitian perlu dirancang untuk memudahkan langkah-langkah kerja yang akan dilaksanakan pada tahapan pengumpulan data dilapangan sehingga data yang didapat bisa memberikan gambaran hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan pada ruas jalan yang ditinjau. Untuk tahapan metode penelitian adalah sebagai berikut :

### 1. Pengambilan data Volume Kendaraan

Pengambilan data volume kendaraan dilakukan tiga hari yaitu pada hari senin tanggal 18/01/2021, kamis tanggal 21/01/2021 dan sabtu tanggal 22/01/2022.

Pemilihan hari ini berdasarkan hari pertama masuk kerja senin, hari tengah kerja dan hari libur kerja. Jam pengambilan dari jam 07:00 s/d 19:00 WIB, dengan istirahat pada waktu shalat dzuhur dan ashar. Data yang diambil adalah untuk kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC) dan kendaraan tak bermotor (UM). data kemudian dimasukkan kedalam tabel yang telah disiapkan, data tersebut kemudian dikalikan dengan angka Equivalent Mobil Penumpang (EMP), untuk LV = 1 ; HV = 1,2 ; MC = 0,25 dan UM = 0,8 dan terakhir dijumlahkan untuk didapatkan semua untuk didapatkan Satuan Mobil Penumpang (SMP).

### 2. Pengambilan data Kecepatan Kendaraan

Untuk data kecepatan kendaraan, diambil dengan metode bendera dengan dua orang. Jarak pengambilan data sejauh 50 meter

untuk setiap kendaraan seperti yang telah dijelaskan pada point 1. Data yang telah diambil kemudian dimasukkan kedalam tabel dan dikalikan dengan 3,6 untuk mengubah data dari m/detik menjadi Km/Jam. Setelah dikalikan seluruh data dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah macam kendaraan dan dijumlahkan total seluruhnya untuk tiap-taip waktu pengambilan.

MS excel, data yang diperoleh disini berupa data tahanan konus (qc), Jumlah Hambatan Pelekat (JLH) dan friction ratio. Data kemudian di gambarkan dalam bentuk grafik memanjang ke bawah dengan sisi kiri grafik menginformasikan kedalaman dan sisi atas informasi tentang tahanan konus (qc), Jumlah Hambatan Pelekat (JLH) dan friction ratio.

3. Setelah didapatkan dua data yaitu volume dan kecepatan, kemudian dicari data kepadatan dengan terlebih dahulu data dari volume kendaraan dikalikan dengan 4, karena pengambilan data dari volume kendaraan per limabelas menit. Data volume kendaraan dibagikan dengan kecepatan rata-rata kendaraan pada jam waktu pengambilan data tersebut. Data kepadatan memiliki satuan smp/km.
4. Setelah itu data dianalisis dengan model Greenshields, Greenberg dan Underwood untuk hubungan kecepatan dan kepadatan, volume dan kecepatan serta volume dan kepadatan dan terakhir dicari juga nilai maksimum dari masing-masing model.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Volume Kendaraan

Setelah dilakukan pengumpulan data dilapangan, kemudian data setiap jenis kendaraan yang telah diambil dilapangan dikalikan dengan nilai Ekuivalent Mobil Penumpang (EMP) pada hari-hari pengambilan data yang telah ditentukan dan dibagi rata-rata. Adapun hasil yang diperoleh adalah seperti diperlihatkan pada tabel.1 dibawah :

**Tabel 1. Data Volume Kendaraan**

Periode Waktu	Senin 18/01/21 (Smp)	Kamis 21/01/21 (Smp)	Sabtu 23/01/21 (Smp)	Rata- Rata (Smp)
07.00 - 07.15	153.05	171.20	177.65	167.30
07.15 - 07.30	177.00	159.90	144.55	160.48
07.30 - 07.45	174.50	174.55	159.90	169.65
07.45 - 08.00	195.25	135.85	155.20	162.10
08.00 - 08.15	190.75	187.35	177.45	185.18
08.15 - 08.30	187.75	159.45	159.70	168.97
08.30 - 08.45	178.50	201.45	194.20	191.38
08.45 - 09.00	179.45	177.15	178.95	178.52
09.00 - 09.15	176.75	177.95	208.45	187.72
09.15 - 09.30	191.25	122.50	233.05	182.27
09.30 - 09.45	186.75	195.20	179.25	187.07
09.45 - 10.00	180.25	168.20	170.45	172.97
10.00 - 10.15	164.50	203.20	182.25	183.32
10.15 - 10.30	161.25	156.50	187.45	168.40
10.30 - 10.45	206.25	194.15	229.50	209.97
10.45 - 11.00	211.95	163.00	226.75	200.57
11.00 - 11.15	208.25	181.25	172.95	187.48
11.15 - 11.30	153.50	217.65	185.75	185.63
11.30 - 11.45	213.50	223.45	186.75	207.90
11.45 - 12.00	197.75	165.00	248.90	203.88
12.00 - 12.15	127.75	269.30	222.50	206.52
12.15 - 12.30	197.85	355.50	161.25	238.20
12.30 - 12.45	244.50	277.50	195.25	239.08
14.15 - 14.30	289.00	189.25	298.25	258.83
14.30 - 14.45	239.00	242.65	280.75	254.13
14.45 - 15.00	235.00	199.25	257.25	230.50
15.00 - 15.15	190.65	248.00	150.75	196.47
15.15 - 15.30	219.50	184.75	181.50	195.25
15.30 - 15.45	275.50	218.85	121.00	205.12
15.45 - 16.00	245.50	242.50	240.25	242.75
16.15 - 16.30	187.50	171.15	207.75	188.80
16.30 - 16.45	225.75	171.25	254.65	217.22
16.45 - 17.00	246.50	242.25	196.75	228.50
17.00 - 17.15	253.95	244.00	191.00	229.65
17.15 - 17.30	282.75	209.50	189.90	227.38
17.30 - 17.45	247.25	243.75	237.75	242.92
17.45 - 18.00	214.25	250.50	174.25	213.00
18.00 - 18.15	209.15	169.50	222.35	200.33
18.15 - 18.30	205.75	165.00	257.00	209.25
18.30 - 18.45	210.25	195.00	194.00	199.75
18.45 - 19.00	171.50	172.35	187.75	177.20

### Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan diambil dengan jarak pantauan 50 meter untuk masing-masing jenis kendaraan. Dengan jarak ini kecepatan dihitung berapa detik kendaraan dapat menempuh jarak 50 meter tersebut. Data diambil oleh dua orang dengan masing-masing memegang bendera sebagai tanda. Setelah data didapat, kemudian dikonversikan kedalam satuan km/jam dengan mengalikan dengan angka 3,6. Adapun daya yang telah diperoleh adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. Data Kecepatan Kendaraan**

Periode Waktu	Senin 18/01/21 (Km/Jam)	Kamis 21/01/21 (Km/Jam)	Sabtu 23/01/21 (Km/Jam)	Rata- Rata (Km/Jam)
07.00 - 07.15	25.80	21.60	21.00	22.80
07.15 - 07.30	27.60	28.80	21.60	26.00
07.30 - 07.45	25.20	30.00	21.00	25.40
07.45 - 08.00	27.60	28.80	21.60	26.00
08.00 - 08.15	27.60	29.40	33.00	30.00
08.15 - 08.30	30.00	33.60	28.20	30.60
08.30 - 08.45	25.20	30.60	33.00	29.60
08.45 - 09.00	22.20	22.20	27.60	24.00
09.00 - 09.15	29.40	24.00	25.80	26.40
09.15 - 09.30	29.40	24.00	25.80	26.40
09.30 - 09.45	31.20	28.80	25.80	28.60
09.45 - 10.00	21.60	22.20	27.00	23.60
10.00 - 10.15	30.60	27.60	24.00	27.40
10.15 - 10.30	28.20	24.60	26.40	26.40
10.30 - 10.45	33.60	28.80	25.80	29.40
10.45 - 11.00	30.00	28.80	25.20	28.00
11.00 - 11.15	34.20	21.00	26.40	27.20
11.15 - 11.30	29.40	33.00	28.80	30.40
11.30 - 11.45	32.40	34.20	29.40	32.00
11.45 - 12.00	34.20	26.40	32.40	31.00
12.00 - 12.15	30.60	27.60	34.20	30.80
12.15 - 12.30	34.20	25.80	29.40	29.80
12.30 - 12.45	31.20	31.20	30.60	31.00
14.15 - 14.30	25.80	24.60	30.00	26.80
14.30 - 14.45	27.60	25.20	24.00	25.60
14.45 - 15.00	25.20	24.60	26.40	25.40
15.00 - 15.15	27.60	28.20	28.20	28.00
15.15 - 15.30	30.00	23.40	24.60	26.00
15.30 - 15.45	22.20	27.60	21.60	23.80
15.45 - 16.00	35.40	31.80	30.60	32.60
16.15 - 16.30	27.60	24.00	31.20	27.60
16.30 - 16.45	25.80	37.20	19.20	27.40
16.45 - 17.00	27.60	25.80	21.60	25.00
17.00 - 17.15	34.20	31.20	28.80	31.40
17.15 - 17.30	28.20	36.60	26.40	30.40
17.30 - 17.45	24.60	29.40	21.60	25.20
17.45 - 18.00	25.20	24.60	27.60	25.80
18.00 - 18.15	25.20	24.60	28.80	26.20
18.15 - 18.30	27.00	24.00	23.40	24.80
18.30 - 18.45	25.80	25.80	25.20	25.60
18.45 - 19.00	30.00	24.60	34.80	29.80

### Data Kepadatan Lalu Lintas

Data kepadatan lalu lintas diperoleh dengan membagi data volume kendaraan yang terlebih dahulu dikali 4 untuk setiap periode pengambilan, karena periode pengambilan setiap 15 menit untuk menjadi jam dengan data kecepatan kendaraan. Data pada tabel.3 inilah yang kemudian dianalisis untuk dapatkan model Greenshields, Greenberg dan Underwood Untuk ini secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel.3 dibawah ini :

**Tabel 3. Data Kepadatan Lalu Lintas**

Periode Waktu	Kecepatan (S) (km/jam)	Volume (V) (smp/15 mnt)	Volume (V) (Smp/Jam)	Kepadatan (D) (smp/km)
07.00 - 07.15	22.80	167.30	669.20	29.35
07.15 - 07.30	26.00	160.48	641.93	24.69
07.30 - 07.45	25.40	169.65	678.60	26.72
07.45 - 08.00	26.00	162.10	648.40	24.94
08.00 - 08.15	30.00	185.18	740.73	24.69
08.15 - 08.30	30.60	168.97	675.87	22.09
08.30 - 08.45	29.60	191.38	765.53	25.86
08.45 - 09.00	24.00	178.52	714.07	29.75
09.00 - 09.15	26.40	187.72	750.87	28.44
09.15 - 09.30	26.40	182.27	729.07	27.62
09.30 - 09.45	28.60	187.07	748.27	26.16
09.45 - 10.00	23.60	172.97	691.87	29.32
10.00 - 10.15	27.40	183.32	733.27	26.76
10.15 - 10.30	26.40	168.40	673.60	25.52
10.30 - 10.45	29.40	209.97	839.87	28.57
10.45 - 11.00	28.00	200.57	802.27	28.65
11.00 - 11.15	27.20	187.48	749.93	27.57
11.15 - 11.30	30.40	185.63	742.53	24.43
11.30 - 11.45	32.00	207.90	831.60	25.99
11.45 - 12.00	31.00	203.88	815.53	26.31
12.00 - 12.15	30.80	206.52	826.07	26.82
12.15 - 12.30	29.80	238.20	952.80	31.97
12.30 - 12.45	31.00	239.08	956.33	30.85
14.15 - 14.30	26.80	258.83	1035.33	38.63
14.30 - 14.45	25.60	254.13	1016.53	39.71
14.45 - 15.00	25.40	230.50	922.00	36.30
15.00 - 15.15	28.00	196.47	785.87	28.07
15.15 - 15.30	26.00	195.25	781.00	30.04
15.30 - 15.45	23.80	205.12	820.47	34.47
15.45 - 16.00	32.60	242.75	971.00	29.79
16.15 - 16.30	27.60	188.80	755.20	27.36
16.30 - 16.45	27.40	217.22	868.87	31.71
16.45 - 17.00	25.00	228.50	914.00	36.56
17.00 - 17.15	31.40	229.65	918.60	29.25
17.15 - 17.30	30.40	227.38	909.53	29.92
17.30 - 17.45	25.20	242.92	971.67	38.56
17.45 - 18.00	25.80	213.00	852.00	33.02
18.00 - 18.15	26.20	200.33	801.33	30.59
18.15 - 18.30	24.80	209.25	837.00	33.75
18.30 - 18.45	25.60	199.75	799.00	31.21
18.45 - 19.00	29.80	177.20	708.80	23.79

### Model Regresi Liner Greenshields

Berdasarkan data volume, kepadatan dan kecepatan kendaraan yang telah didapatkan, kemudian di analisis dengan regresi liner. Untuk hubungan antara kecepatan dan kepadatan didapat :

$$S = 36 - 0,27D$$

Untuk hubungan antara volume dan kecepatan didapat :

$$V = 133,38S - 3,75 S^2$$

Untuk hubungan antara volume dan kepadatan didapat :

$$V = 35,54D - 0,27 D^2$$

Untuk kondisi puncak/maksimum didapatkan kepadatan pada arus lalu lintas maksimum adalah :

$$D_m = D_j/2 = 133,38/2 = 66,69 \text{ Smp/Km}$$

Kecepatan yang terjadi pada kondisi arus lalu lintas puncak/maksimum adalah sebagai berikut :

$$S_m = S_{ff}/2 = 35,54/2 = 17,77 \text{ Km/Jam}$$

Sedangkan untuk volume maksimum yang terjadi pada saat arus lalu lintas puncak adalah :

$$V_m = (D_{ij} \times S_{ff})/4 = 1184,93 \text{ Smp/Jam}$$

### Model Regresi Logaritmik Greenberg

Untuk regresi logaritmik Greenberg, data volume, kepadatan dan kecepatan kendaraan di analisis dengan regresi logaritmik. didapatkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan didapat :

$$S = 8,19 \text{ Ln}(856,71/D)$$

Hubungan antara volume dan kecepatan didapatkan :

$$V = 856,71Se^{-s/8,19}$$

Untuk hubungan antara volume dan kepadatan didapat :  $V = 8,19DLn^{856,7/D}$

Pada kondisi puncak/maksimum didapatkan nilai kepadatan pada arus lalu lintas maksimum adalah :  $D_m = 856,71 \text{ Smp/Km}$ . Kecepatan yang terjadi pada kondisi arus lalu lintas puncak/maksimum adalah sebagai berikut :  $S_m = 8,19 \text{ Km/Jam}$  dan volume maksimum yang terjadi pada saat arus lalu lintas puncak adalah :  $V_m = (D_m \times S_m)/e = 2.581,75 \text{ Smp/Jam}$ .

### Model Regresi Eksponensial Underwood

Regresi eksponensial underwood dari data volume, kepadatan dan kecepatan, didapatkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah sebagai berikut :

$$S = 36,5e^{-D/103,24}$$

Hubungan volume dan kecepatan didapatkan :

$$V = 103,24SLn^{36,5/S}$$

hubungan antara volume dan kepadatan didapat :  $V = 36,5De^{-D/103,24}$

Untuk kondisi puncak/maksimum nilai kepadatan didapat pada arus lalu lintas maksimum adalah :  $D_m = 103,24 \text{ Smp/Km}$ . Kecepatan yang terjadi pada kondisi arus lalu lintas tersebut memiliki puncak/maksimum adalah  $S_m = 14,43 \text{ Km/Jam}$  dan volume maksimum adalah  $V_m = 1386,14 \text{ Smp/Jam}$ . Untuk rekapitulasi model regresi dan nilai maksimum yang di dapat diperlihatkan pada

tabel dibawah ini :

**Tabel 4. Model Hasil Analisis**

No	Model	Hubungan	Persamaan
1	Greenshield	S - D	$S = 36 - 0,27D$
		V - S	$V = 133,38S - 3,75 S^2$
		V - D	$V = 35,54D - 0,27 D^2$
2	Greenberg	S - D	$S = 8,19\text{Ln}(856,71/D)$
		V - S	$V = 856,71Se^{-s/8,19}$
		V - D	$V = 8,19DLn^{856,7/D}$
3	Underwood	S - D	$S = 36,5e^{-D/103,24}$
		V - S	$V = 103,24SLn^{36,5/S}$
		V - D	$V = 36,5De^{-D/103,24}$

**Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Maksimum**

No	Model	Variabel	Nilai
1	Greenshield	$V_m$	1184,93 Smp/Jam
		$S_m$	17,77 Km/Jam
		$D_m$	66,69 Smp/Km
2	Greenberg	$V_m$	2581,75 Smp/Jam
		$S_m$	8,19 Km/Jam
		$D_m$	856,71 Smp/Km
3	Underwood	$V_m$	1386,14 Smp/Jam
		$S_m$	14,43 Km/Jam
		$D_m$	103,24 Smp/Km

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Dari volume kendaraan yang dicatat dari tiga hari senin 18/01/2021, kamis 21/01/2021 dan sabtu 23/01/2021, maka volume maksimum rata-rata kendaraan terjadi pada hari senin yaitu sebesar 205 Smp/Jam.
2. Untuk jalan Sengeda – Takengon model yang dapat dikatakan paling sesuai adalah Greenshield dengan nilai volume lalu lintas paling rendah yaitu  $V_m = 1184,93 \text{ Smp/Jam}$ , jika dibandingkan dengan model Greenberg dan Underwood. Model ini sudah sesuai

dengan kondisi arus lalu lintas pada jalan dalam kota.

3. Kondisi volume lalu lintas maksimum didapat dengan model Greenberg dengan  $V_m = 2581,75$  Smp/Km dan kecepatan maksimumnya  $S_m = 8,19$  Km/Jam.
4. Model persamaan yang dipilih memiliki hubungan antara kecepatan-kepadatan (S-D) adalah  $S = 36 - 0,27D$ , hubungan antara volume-kecepatan (V-S) adalah  $V = 133,38S - 3,75 S^2$  dan hubungan antara kecepatan-kepadatan (V-D) adalah  $V = 35,54D - 0,27 D^2$ .

#### **Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan ini, ini perlu adanya beberapa tambahan sehingga dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Saran yang perlu dipertimbangkan diantaranya :

1. Dilakukan pencatatan volume dan kecepatan kendaraan pada hari-hari libur nasional dan pada saat mudik lebaran, sehingga dapat diketahui model/persamaanya.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan teori mikropis, sehingga didapat simulasi mikropis pada suatu ruas jalan.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada segmen jalan lain yaitu Takengon – Sengeda, agar didapatkan perhitungan lalu lintas kendaraan yang lebih akurat.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Juanda A,dkk.2019. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan dengan Model Greenshields, Greenberg dan Underwood pada Ruas Jalan Luar Kota Kawasan Gunung Geurutee. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP), Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Unsyiah.
- MKJI 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.
- Rahmad, M., Meliyana, M., & Rahmawati, C. (2019). Evaluasi Kinerja Jalan Berdasarkan Variasi Waktu. Jurnal Teknik Sipil Unaya, 5(1), 26–33.
- Saputra B & Savitri D .2021. Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Berdasarkan Model Model Greenshields, Greenberg dan Underwood. Jurnal Manajemen Aset & Infrastruktur, Departemen Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Suwardo dkk,(2016).Perencanaan Geometrik Jalan, Gajah Mada University Press.
- Tamim O.Z., 2000. Perencanaan dan Permodelan Transportasi, Edisi Kedua Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.