

## Analisis Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Jalan Raya Kletek Sidoarjo dengan Metode Greenberg dan Greenshield

Reza Fadilah<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur  
E-mail: [rezafadilah203@gmail.com](mailto:rezafadilah203@gmail.com)

Hendrata Wibisana<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur  
E-mail: [hendrata.ts@upnjatim.ac.id](mailto:hendrata.ts@upnjatim.ac.id)

### Abstrak

*Jalan Raya Kletek merupakan salah satu jalan yang dikenal dengan jalur pertigaan (simpang tiga) yang menghubungkan antara Surabaya-Sidoarjo kota dan Surabaya-Madiun. Jalan Raya Kletek termasuk dalam kelas jalan kolektor dengan tipe lajur 4/2 D yang berada di kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Jalan ini merupakan jalan utama yang menghubungkan antara pusat aktivitas seperti, perekonomian, bisnis, pendidikan, pemukiman penduduk, dan lain-lain. Dalam penelitian ini, dianalisa hubungan antara ketiga komponen utama arus lalu lintas yaitu Volume, Kecepatan, dan Kepadatan dalam dua metode yaitu Model Greenshield dan Model Greenberg. Metode Greenshield mengasumsikan hubungan antara kecepatan dan kepadatan. Sedangkan, Metode Greenberg mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan arus fluida, dan menganalisis hubungan antara, volume, kepadatan, dan kecepatan dengan menggunakan asumsi persamaan kontinuitas dari persamaan benda cair, berbentuk logaritma. Dari hasil penelitian dan analisis data arus lalu lintas, model yang paling baik untuk menggambarkan kepadatan pada saat macet (Dj) adalah Model Greenshield, mendapatkan nilai 293,89 – 1315,32 smp/km, sedangkan Model Greenberg memperoleh kepadatan saat macet (Dj) yaitu antara 27,907 – 63,295 smp/km. Model Greenshield mendapatkan nilai volume maksimum antara 5444,98 – 11446,6 smp/jam, sedangkan Model Greenberg, nilai volume maksimumnya yaitu antara 0,05 – 166,69 smp/jam.*

**Kata kunci:** Greenberg, Greenshield, Kecepatan, Kepadatan, Volume.

### Abstract

*Highway road Kletek Sidoarjo is one of the roads known as the T-junction (three-way intersection) that connects Surabaya-Sidoarjo city and Surabaya-Madiun. Jalan Raya Kletek is included in the collector road class with lane 4/2 D in Sidoarjo district, East Java. This road is the main road that connects between centers of activity such as the economy, business, education, residential areas, and others. In this study, analyzed the relationship between the three main components of traffic flow, namely Volume, Speed, and Density in two methods, namely the Greenshield Model and the Greenberg Model. The Greenshield method assumes a relationship between speed and density. Meanwhile, the Greenberg method assumes that traffic flow has similarities with fluid flows, and analyzes the relationship between volume, density, and speed by using the assumption of the continuity equation of the liquid equation, in logarithmic form. From the results of research and analysis of traffic flow data, the best model to describe density during traffic jams (Dj) is the Greenshield Model, obtaining a value of 293.89 – 1315.32 pcu/km, while the Greenberg Model obtains density during traffic jams (Dj) namely between 27.907 – 63.295 pcu/km. The Greenshield model has a maximum volume value between 5444.98 – 11446.6 pcu/hour, while for the Greenberg model, the maximum volume value is between 0.05 – 166.69 pcu/hour.*

---

**Keywords:** *Density, Greenberg, Greenshield, Speed, Volume.*

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan kebutuhan untuk setiap orang, dengan meningkatnya jumlah penduduk pada setiap tahunnya sangat mempengaruhi terhadap tingkat kebutuhan akan transportasi terutama pada Kota-kota besar. Dalam suatu karakteristik lalu lintas maupun tingkat pelayanan, volume, kepadatan, maupun kecepatan saling berhubungan. Semakin banyak berbagai macam moda transportasi seperti, sepeda, sepeda motor, mobil, bus, dan juga truck yang berada dalam suatu ruas jalan, maka kecepatan rata-rata kendaraan berkurang. Rendahnya kecepatan suatu kendaraan disebabkan oleh tingkat volume dan kepadatan lalu lintas yang tinggi. Kapasitas jalan didefinisikan sebagai sebagai arus lalu lintas maksimum dalam satuan kendaraan ringan per jam (skr/jam) yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu, yaitu yang melingkupi geometrik, lingkungan, dan lalu lintas [1].

Jalan Raya Kletek merupakan salah satu jalan yang dikenal dengan jalur pertigaan (simpang tiga) yang menghubungkan antara Surabaya-Sidoarjo kota dan Surabaya-Madiun. Jalan Raya Kletek termasuk dalam kelas jalan kolektor dengan tipe lajur 4/2 D yang berada di kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Jalan ini merupakan jalan utama yang menghubungkan pusat aktivitas seperti, perekonomian, bisnis, pendidikan, pemukiman penduduk, dan lain-lain. Pada ruas jalan tersebut terdapat pergudangan dan pabrik yang menyebabkan volume lalu lintas semakin besar sehingga mengakibatkan kinerja ruas jalan menjadi berkurang. Keadaan tersebut diperparah dengan adanya angkutan umum yang berhenti menunggu dan menurunkan penumpang serta banyaknya kendaraan bermotor yang selalu meningkat.

Alasan mengapa penelitian ini dilakukan di jalan Raya Kletek Sidoarjo karena jalan tersebut merupakan jalan penghubung antar wilayah daerah dan kota, sering terjadinya peningkatan jumlah kendaraan, dan banyaknya aktivitas perekonomian, pendidikan, dan perindustrian yang menyebabkan volume lalu lintas di jalan tersebut mengalami kemacetan.

Arus (Volume) lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam satuan ruas jalan tertentu dalam satu waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam [2]. Volume lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi satu sama lain pada suatu ruas jalan dan lingkungannya [3]. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan lokasi maupun waktunya. Karakteristik arus lalu lintas dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor jalan [4]. Dalam menganalisis arus lalu lintas yang ada diberbagai ruas jalan, baik itu ruas jalan arteri, kolektor ataupun lokal, perlu diperhatikan komponen-komponen dari lalu lintas yang akan mempengaruhi situasi jalan [5].

Metode *Greenshield* mengasumsikan hubungan antara kecepatan dan kepadatan. Dengan terjadinya interaksi antara kecepatan dan kepadatan dapat dihitung dengan kedua variabel yang berasal dari arus lalu lintas. Sedangkan, *Greenberg*

menyatakan hubungan matematis antara Kecepatan dan Kepadatan bukan suatu fungsi linier melainkan merupakan bentuk eksponential dan dinyatakan dalam persamaan dasar *Greensberg* [6].

Dalam buku rekayasa Lalu Lintas Untuk analisis lalu lintas, keterkaitan satu parameter dengan parameter lain sangat penting untuk diketahui (jika memang ada). Karena dengan diketahuinya suatu nilai parameter, maka nilai parameter lain dapat dihitung (diketahui atau diprediksi). Hal ini dilakukan dengan tinjauan parameter lalu lintas secara makroskopik [7]. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap ruas jalan Raya Kletek untuk mengetahui informasi mengenai pergerakan arus lalu lintas dengan menganalisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan dengan membandingkan metode *Greenberg* dan metode *Greenshield*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara survei untuk pengamatan dan pengambilan data langsung di lapangan, dilanjutkan dengan pengolahan dan analisis data. Tahapan pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan seluruh data mentah yang akan digunakan untuk perhitungan kapasitas jalan dan kecepatan arus lalu lintas [8]. Selama proses penelitian data yang didapat dari survey lapangan akan dianalisis berdasar MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 [9].

Dalam hal ini, Setelah dilakukannya penelitian di ruas jalan Raya Kletek dan data yang dibutuhkan didapatkan dari survei langsung dilapangan, akan dilakukan analisa transport. Data kecepatan kendaraan berfungsi untuk mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan dan mengukur kecepatan rata-rata yang terjadi pada ruas tersebut [10]. Pengamatan untuk mendapatkan besaran volume kendaraan dilakukan pada 3 (tiga) waktu. Waktu pengamatan yang dimaksud adalah waktu yang dianggap menjadi jam sibuk (*peak hour*), yaitu waktu pagi, siang, dan sore pencatatan jumlah kendaraan disesuaikan dengan jenis kendaraan bermotor yang melintas. Banyaknya volume kendaraan akan dikonversikan ke dalam satuan (smp/jam) yang didapat dari perkalian dengan faktor emp (ekuivalen mobil penumpang) setiap jenis kendaraan.

Diawali dengan menentukan panjang lintasan guna memulai pencatatan waktu tempuh kendaraan yang melintas. Pencatatan waktu tempuh kendaraan yang melintas dimulai ketika roda depan kendaraan melintasi batas awal dan akhir panjang lintasan yang telah ditandai. Data yang didapatkan nantinya dalam satuan waktu yaitu (detik). Diolah dengan menggunakan rumus dari persamaan (1), setelah itu hasil pengamatan yang telah didapatkan dikonversi menjadi satuan (km/jam).

$$S = \frac{Q}{T} \quad (1)$$

Keterangan:

S = Kecepatan (km/jam)

Q = Jarak Tempuh (km)

T = Waktu Tempuh (jam)

Untuk menghitung kapasitas jalan, dari beberapa data geometri yang didapatkan dari pengamatan langsung dianalisis dengan menggunakan persamaan (2). Menggunakan beberapa variabel dari geometri jalan tersebut kapasitas jalan dinyatakan dalam satuan (smp/jam).

$$V_{smp} = (empLV \times LV + empHV \times HV + empMC \times MC) \quad (2)$$

Keterangan:

V	: Volume Kendaraan Bermotor (smp/jam)
EmpLV	: Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Ringan
EmpHV	: Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Berat
EmpMC	: Nilai Ekuivalen Penumpang Sepeda Motor
LV	: Notasi Kendaraan Ringan
HV	: Notasi Kendaraan Berat
MC	: Notasi Kendaraan Sepeda Motor

Dari data pengamatan yang telah dilakukan perhitungan analisa untuk menentukan kategori kepadatan, selanjutnya adalah pemetaan kepadatan. Untuk pemetaan kondisi dari hasil analisa perhitungan volume kendaraan akan menggunakan beberapa *software* yaitu *Microsoft Excel* dan *Mapwindow GIS*. *Software* tersebut digunakan untuk mengolah data spasial yang menjadi acuan pada pemetaan. Dengan menggunakan peta Rupa Bumi Indonesia yang nantinya akan dijadikan bahan dasar untuk mengolah peta tematik. Peta tematik yang dimaksud adalah suatu peta yang menampilkan jenis atau kelas informasi berdasarkan tema tertentu.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data karakteristik jalan Raya Kletek Sidoarjo didapat melalui survei atau pengamatan dilapangan. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Walking distance meter* (meteran roda), aplikasi *Traffic counter*, dan *stopwatch* sebagai alat bantu ukur.

#### 3.1 Volume Kendaraan

Data penelitian ini diambil dengan survei langsung dilapangan yaitu pada ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo, sebagaimana disajikan dalam tabel 1 berikut:

**Tabel 1** Hasil Rekapitulasi Volume Lalu Lintas pada Segmen (I)

Waktu	Jalan Raya Kletek Sidoarjo (Segmen 1)				
	Total Volume Kendaraan (smp/jam)				
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
07.00-08.00	6051,5	4871,65	4761,8	4845,95	5860,75
07.15-08.15	5939,4	4865,85	4726,1	4919,1	5925,1
07.30-08.30	5767,25	4799,9	4537,55	4579,3	5857,85
07.45-08.45	5436,05	4447,75	4127,4	4341,7	5566,7
08.00-09.00	5164,95	4044,6	3791,6	3950	5190,6
11.00-12.00	6051,5	3622,55	3607,45	3682	2925,35
11.15-12.15	5939,4	3629,85	3570,95	3773,3	2806,3

11.30-12.30	5767,25	3399	3344,7	3591,5	2845,6
11.45-12.45	5436,05	3294,35	3220,8	3651,35	3073,25
12.00-13.00	5164,95	3219,1	3142,65	3547,25	3380,6
16.00-17.00	6051,5	4178,65	9021,9	4285,6	5137
16.15-17.15	5939,4	4329,9	9475,65	4281,1	5809,8
16.30-17.30	5767,25	4506,25	<b>9964,1</b>	4217,85	6178,1
16.45-17.45	5436,05	4521,95	9933,55	4376,75	6256,45
17.00-18.00	5164,95	4480,15	9819,85	4342,55	6262,75

Hasil perhitungan volume kendaraan pada Segmen (I) dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi pada volume kendaraan terjadi pada hari Rabu, 10 Mei 2023 jam 16.30 – 17.30 adalah **9964,1** smp/jam. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan volume kendaraan di jam tersebut. Berikut adalah hasil rekapitulasi volume lalu lintas selama 5 hari penelitian pada 3 waktu penelitian di Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo pada Segmen (II):

**Tabel 2** Hasil Rekapitulasi Volume Lalu Lintas pada Segmen (II)

Waktu	Jalan Raya Kletek Sidoarjo (Segmen II)				
	Total Volume Kendaraan (smp/jam)				
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
07.00-08.00	6009,5	4118,1	4822,7	4946	5734,1
07.15-08.15	5938,35	4068,25	4742,7	5057,7	5695,5
07.30-08.30	5826,5	3987,85	4547,45	4700,5	5622,6
07.45-08.45	5738,3	3872,4	4162,15	4409,05	5519,85
08.00-09.00	5509,25	3855	3758,45	3938,3	5184,6
11.00-12.00	4263,8	3678,7	3607,95	3843,15	3151,55
11.15-12.15	4170,75	3602,4	3594,05	3896,95	2973,95
11.30-12.30	4023,2	3456,95	3428,5	3690,65	2938,65
11.45-12.45	3883,2	3362,25	3353,2	3718	3183,65
12.00-13.00	3799,15	3319,3	3255,6	3603,4	3432,9
16.00-17.00	5963,25	4978,2	10023,75	4433,2	5291,75
16.15-17.15	6181,15	5095,9	10635,3	4415,65	5395,5
16.30-17.30	6360,45	5268,5	11249,75	4394,2	5441,75
16.45-17.45	6413,85	5368,9	11354,7	4562,55	5414,75
17.00-18.00	6302,9	5306,1	<b>11385,9</b>	4508,35	5334

Hasil perhitungan volume kendaraan pada Segmen (II) dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi pada volume kendaraan terjadi pada hari Rabu, 10 Mei 2023 jam 17.00 – 18.00 adalah **11385,9** smp/jam. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan volume kendaraan di jam tersebut.

### 3.2 Kecepatan Kendaraan

Dari hasil survey yang dilakukan di Jalan Raya Kletek Sidoarjo diperoleh data waktu tempuh kendaraan sepanjang penggal jalan yang diamati, untuk analisis karakteristik arus lalu lintas kecepatan kendaraan yang digunakan adalah kecepatan

rata-rata ruang (*space mean speed*), maka dari itu kecepatan ruang dari masing-masing jenis kendaraan dapat dicari kecepatan rata-rata ruang kendaraan (Us). Berikut adalah hasil pengukuran kecepatan kendaraan :

**Tabel 3** Data Kecepatan Rata-rata Kendaraan Pada Segmen I

Waktu	Kecepatan Rata-Rata Kendaraan (Km/Jam)				
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at
07.00-08.00	25,61	23,37	29,98	27,79	25,10
07.15-08.15	25,82	23,87	31,45	27,21	23,25
07.30-08.30	25,52	24,25	31,17	27,19	21,69
07.45-08.45	25,03	25,00	31,20	27,56	20,94
08.00-09.00	24,27	23,37	<b>31,82</b>	28,43	21,47
11.00-12.00	23,84	29,40	27,87	29,34	26,97
11.15-12.15	23,88	28,70	28,42	29,95	26,92
11.30-12.30	23,75	27,99	28,74	28,25	26,62
11.45-12.45	24,00	27,67	29,79	28,43	26,59
12.00-13.00	24,31	26,94	29,82	28,71	27,18
16.00-17.00	25,52	28,66	28,87	26,91	25,57
16.15-17.15	24,73	29,23	28,80	26,65	22,30
16.30-17.30	23,44	28,85	29,00	26,36	20,18
16.45-17.45	22,09	29,20	28,65	27,21	17,64
17.00-18.00	22,02	28,09	27,88	27,65	<b>16,77</b>

Dari hasil survey yang dilakukan pada segmen (I) dalam 5 hari penelitian di jalan Raya Kletek Sidoarjo diperoleh hasil kecepatan kendaraan terendah terjadi pada hari Jum'at, 12 Mei 2023 yaitu sebesar **16,77** km/jam yang terjadi pada kisaran jam 17.00 – 18.00 WIB, karena jam pulang kerja dan banyaknya kendaraan besar yang beraktivitas pada jam tersebut menyebabkan arus lalu lintas melambat dan mengalami kemacetan. Sedangkan kecepatan tertinggi terjadi pada hari Rabu, 10 Mei 2023 yaitu sebesar **31,82** km/jam yang terjadi pada kisaran jam 08.00 – 09.00 WIB.

**Tabel 4** Data Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Pada Segmen II

Waktu	Kecepatan Rata-Rata Kendaraan (Km/Jam)				
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at
07.00-08.00	25,61	28,67	<b>31,80</b>	26,87	26,98
07.15-08.15	25,82	28,19	30,30	26,58	27,05
07.30-08.30	25,52	27,40	31,39	26,48	25,98
07.45-08.45	25,03	26,46	29,86	29,53	25,43
08.00-09.00	24,27	26,84	29,36	29,44	26,08
11.00-12.00	23,84	28,47	25,96	29,30	26,90
11.15-12.15	23,88	28,24	25,53	27,91	26,27
11.30-12.30	23,75	27,78	24,57	26,69	26,52
11.45-12.45	24,00	27,83	24,82	27,99	25,64
12.00-13.00	24,31	27,92	25,26	28,63	25,95
16.00-17.00	25,52	27,64	30,22	29,48	22,53
16.15-17.15	24,73	27,97	29,17	30,55	21,34

16.30-17.30	23,44	28,02	27,84	30,18	20,24
16.45-17.45	22,09	27,08	26,62	28,45	<b>19,24</b>
17.00-18.00	22,02	26,97	25,54	28,10	19,43

Dari hasil survey yang dilakukan pada segmen (II) dalam 5 hari penelitian di jalan Raya Kletek Sidoarjo diperoleh hasil kecepatan kendaraan terendah terjadi pada hari Jum'at, 12 Mei 2023 yaitu sebesar **19,24** km/jam yang terjadi pada kisaran jam 16.45 – 18.00 WIB, karena jam pulang kerja dan banyaknya kendaraan besar yang beraktivitas pada jam tersebut menyebabkan arus lalu lintas melambat dan mengalami kemacetan. Sedangkan kecepatan tertinggi terjadi pada hari Rabu, 10 Mei 2023 yaitu sebesar **31,80** km/jam yang terjadi pada kisaran jam 07.00 – 08.00 WIB.

### 3.3 Kepadatan Kendaraan

**Tabel 5** Data Kepadatan Kendaraan Pada Segmen I

WAKTU	KEPADATAN KENDARAAN (SMP/JAM)				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUM'AT
07.00-08.00	236,29	154,813	158,856	174,407	233,468
07.15-08.15	230,011	155,179	150,294	180,794	254,843
07.30-08.30	225,989	154,298	145,587	168,413	270,121
07.45-08.45	217,201	144,663	132,269	157,557	265,902
08.00-09.00	212,787	135,636	119,155	138,923	241,709
11.00-12.00	253,811	123,217	129,439	125,506	108,473
11.15-12.15	248,687	126,473	125,646	126,005	104,243
11.30-12.30	242,862	121,43	116,391	127,137	106,9
11.45-12.45	226,48	119,063	108,113	128,428	115,568
12.00-13.00	212,42	119,511	105,384	123,553	124,382
16.00-17.00	237,119	145,812	312,515	159,243	200,863
16.15-17.15	240,165	148,109	329,055	160,648	260,547
16.30-17.30	246,036	156,174	343,546	160,014	306,105
16.45-17.45	246,102	154,867	346,671	160,826	354,665
17.00-18.00	234,601	159,486	352,251	157,07	<b>373,429</b>

Dari hasil survey kepadatan kendaraan yang dilakukan pada Segmen (I) dan Segmen (II) di jalan Raya Kletek Sidoarjo di dapatkan bahwa kepadatan kendaraan pada jam puncak tertinggi pada Segmen (I) terjadi pada hari Jum'at, 12 Mei 2023 yaitu sebesar **373,429** smp/km pada kisaran jam 17.00 – 18.00 WIB.

**Tabel 6** Data Kepadatan Kendaraan Pada Segmen II

WAKTU	KEPADATAN KENDARAAN (SMP/JAM)				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUM'AT
07.00-08.00	234,65	143,641	151,68	184,093	212,566
07.15-08.15	229,97	144,314	156,513	190,265	210,534
07.30-08.30	228,311	145,548	144,872	177,537	216,41
07.45-08.45	229,278	146,36	139,387	149,325	217,051
08.00-09.00	226,971	143,654	128,014	133,782	198,762
11.00-12.00	178,831	129,213	138,966	131,184	117,159
11.15-12.15	174,632	127,574	140,762	139,644	113,198
11.30-12.30	169,419	124,424	139,557	138,28	110,796

11.45-12.45	161,784	120,807	135,125	132,854	124,147
12.00-13.00	156,248	118,892	128,863	125,859	132,265
16.00-17.00	233,661	180,096	331,69	150,376	234,841
16.15-17.15	249,94	182,202	364,637	144,532	252,875
16.30-17.30	271,342	188,003	404,133	145,611	268,814
16.45-17.45	290,37	198,294	426,522	160,358	281,459
17.00-18.00	286,289	196,775	<b>445,76</b>	160,446	274,503

Kepadatan kendaraan pada jam puncak tertinggi pada Segmen (II) terjadi pada hari Rabu, 10 Mei 2023 yaitu sebesar **445,76** smp/km pada kisaran jam 17.00 – 18.00 WIB. Karena, saat volume lalu lintas meningkat dan kecepatan kendaraan menurun mengakibatkan kepadatan kendaraan di ruas jalan Raya Kletek menjadi tinggi yang mengakibatkan arus lalu lintas tersendat-sendat yang bisa menimbulkan masalah kemacetan.

### 3.4 Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas

Data kecepatan dan kepadatan pada Segmen (I) dan Segmen (II) akan dicari regresinya dengan persamaan model *Greenshield* dan Model *Greenberg* yang telah diturunkan menjadi bentuk persamaan *linier*. Dalam karakteristik lalu lintas yaitu volume (V), kecepatan (Us), dan kepadatan (D), dari tiga parameter tersebut dapat dianalisis hubungan matematisnya dengan menggunakan Model *Greenshield* dan Model *Greenberg*, Adapun hasil model karakteristik arus lalu lintas dapat dilihat pada tabel dibawah beserta hasil analisis hubungan volume (V), kecepatan (Us) dan kepadatan (D).

**Tabel 7** Model Aliran Karakteristik Arus Lalu Lintas Segmen (I)  
Pada Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo

Segmen (I)			
Hari	Jenis Model	Tinjauan	Model Lapangan
1	2	3	4
Senin	<i>Greenshield</i>	D - Us	$Us = -0,0316 D + 31,641$
		Us - V	$V = (5,4706) Us^2 - 119,16 Us + 5336,4$
		D - V	$V = (-0,4599) D^2 + 230 D - 22896$
	<i>Greenberg</i>	D - Us	$Us = -7,158 \ln(D) + 63,295$
		Us - V	$V = 3055,4 e^{0,0254Us}$
		D - V	$V = 3903,5 \ln(D) - 15618$
Selasa	<i>Greenshield</i>	D - Us	$Us = -0,0462 D + 33,93$
		Us - V	$V = (93,022) Us^2 - 5069,8 Us + 72803$
		D - V	$V = (-0,4881) D + 171,17 D - 10186$
	<i>Greenberg</i>	D - Us	$Us = -6,247 \ln(D) + 58,29$
		Us - V	$V = 9222,7 e^{-0,03Us}$
		D - V	$V = 4974 \ln(D) - 20448$
Rabu	<i>Greenshield</i>	D - Us	$Us = -0,0062 D + 30,786$
		Us - V	$V = (-29,607) Us^2 + 826,99 Us + 7278,5$
		D - V	$V = (-0,0253) D^2 + 39,543 D - 793,25$
	<i>Greenberg</i>	D - Us	$Us = -1,223 \ln(D) + 35,891$
		Us - V	$V = 270673 e^{-0,134Us}$
		D - V	$V = 5878,2 \ln(D) - 24612$
Kamis	<i>Greenshield</i>	D - Us	$Us = -0,0404 D + 33,902$



		Us - V	$V = (-29,289) Us^2 + 1356,7 Us - 10883$
		D - V	$V = (0,1607) D^2 - 25,626 D + 4332,1$
		D - Us	$Us = -6,061 \ln(D) + 58,16$
	Greenberg	Us - V	$V = 30109 e^{-0,071Us}$
		D - V	$V = 3903,5 \ln(D) - 15618$
		D - Us	$Us = -0,0365 D + 31,358$
Jumat	Greenshield	Us - V	$V = (-50,548) Us^2 + 1941,4 Us - 12361$
		D - V	$V = (-0,0575) D^2 + 40,14 D - 752,75$
		D - Us	$Us = -6,879 \ln(D) + 59,794$
	Greenberg	Us - V	$V = 27396 e^{-0,076Us}$
		D - V	$V = 3001,5 \ln(D) - 11061$

(Sumber: Hasil Analisis data survey)

**Tabel 8** Model Aliran Karakteristik Arus Lalu Lintas Segmen (II)  
Pada Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo

Segmen (II)			
Hari	Jenis Model	Tinjauan	Model Lapangan
1	2	3	4
Senin	Greenshield	D - Us	$Us = -0,0069 D + 25,776$
		Us - V	$V = (466,93) Us^2 - 22354 Us + 272266$
		D - V	$V = (-0,1473) D^2 + 86,789 D - 6367,1$
	Greenberg	D - Us	$Us = -1,056 \ln(D) + 29,936$
		Us - V	$V = 4194,8 e^{0,0093Us}$
		D - V	$V = 4773,2 \ln(D) - 20325$
Selasa	Greenshield	D - Us	$Us = -0,0074 D + 28,823$
		Us - V	$V = (-318,6) Us^2 + 17305 Us - 230541$
		D - V	$V = (-0,0084) D^2 + 29,158 D - 26,862$
	Greenberg	D - Us	$Us = -1,161 \ln(D) + 33,52$
		Us - V	$V = 21737 e^{-0,06Us}$
		D - V	$V = 4133,1 \ln(D) - 16494$
Rabu	Greenshield	D - Us	$Us = -0,001 D + 28,105$
		Us - V	$V = (-422,23) Us^2 + 23775 Us - 325846$
		D - V	$V = (-0,069) D^2 + 64,952 D - 3832,1$
	Greenberg	D - Us	$Us = -0,005 \ln(D) + 27,907$
		Us - V	$V = 2030,9 e^{0,0356Us}$
		D - V	$V = 6777,7 \ln(D) - 29563$
Kamis	Greenshield	D - Us	$Us = -0,0376 D + 34,088$
		Us - V	$V = (130,51) Us^2 - 7480,6 Us + 111244$
		D - V	$V = (-0,2515) D^2 + 101,29 D - 5190,5$
	Greenberg	D - Us	$Us = -5,637 \ln(D) + 56,649$
		Us - V	$V = 6672,1 e^{-0,016Us}$
		D - V	$V = 3433,9 \ln(D) - 12926$
Jumat	Greenshield	D - Us	$Us = -0,0376 D + 34,088$
		Us - V	$V = (4,4888) Us^2 - 370,81 Us + 11023$
		D - V	$V = (-0,1698) D^2 + 81,154 D - 4104,1$
	Greenberg	D - Us	$Us = -5,892 \ln(D) + 55,209$

	Us - V	$V = 12090 e^{-0,04U_s}$
	D - V	$V = 3095,3 \ln(D) - 11512$

(Sumber: Hasil Analisis data survey)

**Tabel 9** Rangkuman Hasil Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Segmen (I)  
di Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo

Segmen I				
Hari	Parameter	Satuan	Model	
			Greenshield	Greenberg
Senin	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	84,84	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	327,75	63,295
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	163,87	234,04
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	42,42	7,158
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	6951,57	166,69
Selasa	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	89,86	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	203,22	58,29
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	101,61	141,25
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	44,93	6,247
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	4565,33	133,97
Rabu	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	34,81	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	1315,32	35,891
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	657,66	198,34
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	17,41	1,223
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	<b>11446,57</b>	16,14
Kamis	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	37,54	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	580,18	58,16
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	290,09	149,90
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	18,77	6,061
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	<b>5444,98</b>	129,69
Jumat	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	32,09	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	806,29	59,794
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	403,15	221,41
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	16,05	6,879
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	6468,46	151,33

(Sumber: Hasil Analisis data survey)

**Tabel 10** Rangkuman Hasil Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Segmen (II)  
di Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo

Segmen II				
Hari	Parameter	Satuan	Model	
			Greenshield	Greenberg
Senin	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	47,09	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	456,73	29,936
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	228,36	221,45
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	23,54	1,056

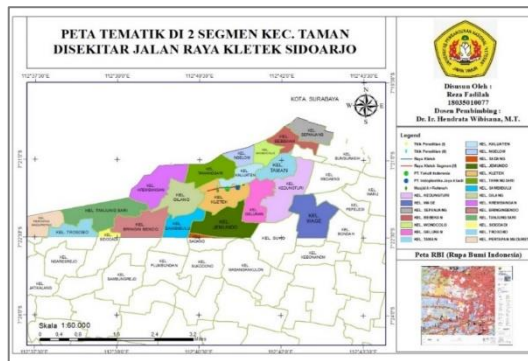
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	5376,85	11,63
Selasa	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	37,96	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	564,79	33,52
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	282,40	152,65
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	18,98	1,161
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	5359,85	14,31
Rabu	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	119,12	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	293,89	27,907
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	146,95	225,1
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	59,56	0,005
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	8751,04	0,05
Kamis	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	46,50	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	387,94	56,649
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	193,97	150,94
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	23,25	5,637
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	4509,80	117,48
Jumat	kecepatan rata-rata arus bebas (Uf)	km/jam	36,44	Tak Terhingga
	Kepadatan pada saat macet total (Dj)	smp/km	596,89	55,209
	Kepadatan pada arus maksimum (Dm)	smp/km	298,44	197,69
	Kecepatan pada arus maksimum (Um)	km/jam	18,22	5,892
	Volume maksimum/kapasitas	smp/jam	5437,66	119,68

(Sumber: Hasil Analisis data survey)

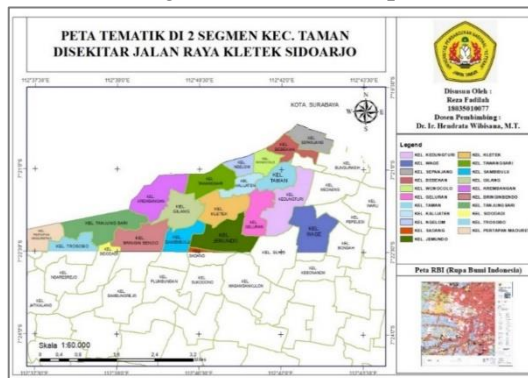
Kriteria yang dipakai untuk menilai model adalah kriteria lalu lintas yang masuk akal yaitu, kepadatan macet ( $D_j$ ) dan volume maksimum atau kapasitas. Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, maka langkah pemilihan model dapat dilakukan. Nilai kepadatan macet ( $D_j$ ) yang terbaik adalah nilai yang paling mendekati kondisi lapangan. Berdasarkan pembahasan gambar grafik hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan diatas, maka model yang paling baik untuk menggambarkan kepadatan saat macet ( $D_j$ ) adalah Model *Greenshield* yang mendapatkan nilai antara **293,89 – 1315,32** smp/km, sedangkan Model *Greenberg* memperoleh nilai kepadatan saat kondisi macet yang yaitu **27,907 – 63,295** smp/km.

Nilai kapasitas secara empiris yang lazim untuk tipe jalan empat-lajur dua-arah terbagi (4/2 D) adalah berkisar **1650** smp/jam (MKJI 1997). Rangkuman hasil analisis karakteristik arus lalu lintas Model *Greenshield* dan Model *Greenberg* dapat dilihat dalam tabel 7. dan 8. Dari rangkuman hasil analisis tersebut, Model *Greenshield* mendapatkan nilai volume kapasitas antara **5444,98 – 11446,6** smp/jam, sedangkan hasil analisis yang diperoleh dari Model *Greenberg* nilai volume kapasitasnya **0,05 – 166,69** smp/jam dari rangkuman hasil analisis tersebut, kedua kriteria tersebut maka bisa ditarik kesimpulan awal bahwa model yang dapat menggambarkan kondisi karakteristik arus lalu lintas di ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo adalah Model *Greenshield*.

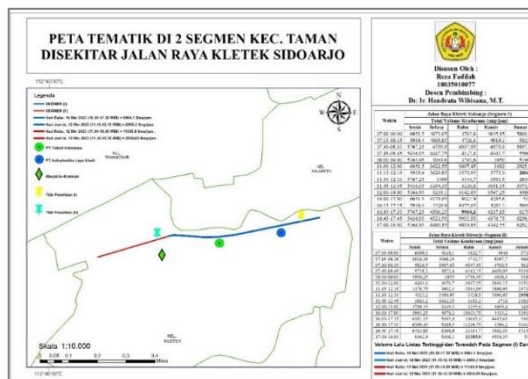
### 3.5 Pemetaan



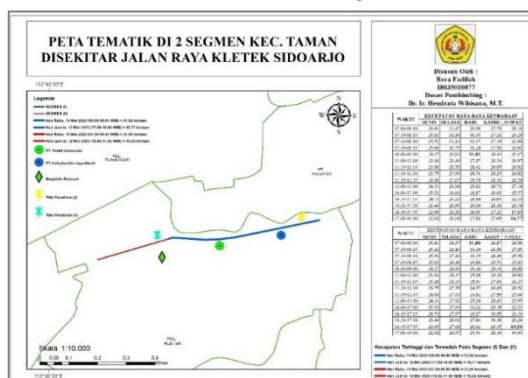
Gambar 1 Peta Tematik Di 2 Segmen Kec. Taman pada Jalan Raya Kletek Sidoarjo



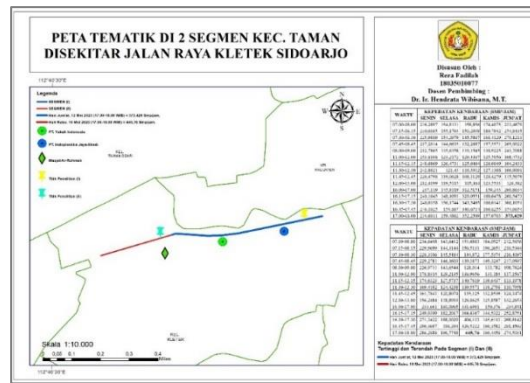
Gambar 2 Peta Batas Administrasi Tematik 2 Segmen Kec. Taman pada Jalan Raya Kletek



Gambar 3 Peta Tematik Volume Kendaraan di 2 Segmen Pada Jalan Raya Kletek Sidoarjo



Gambar 4 Peta Tematik Kecepatan Kendaraan di 2 Segmen Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo



**Gambar 5** Peta Tematik Kecenderungan Kecelakaan Lalu Lintas di 2 Segmen Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo

### 3.6 Nilai Korelasi Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lalu Lintas

Berikut tabel nilai korelasi volume, kecepatan, dan kepadatan:

**Tabel 11** Perhitungan Nilai Korelasi Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

	<i>volume</i>	<i>kecepatan</i>	<i>kepadatan</i>
<b>volume</b>	1		
<b>kecepatan</b>	-0,1663	1	
<b>kepadatan</b>	0,930337	-0,49959	1

Dari tabel diatas dapat kita ketahui data volume dengan kecepatan memiliki nilai korelasi sebesar **-0,1663**, disimpulkan data volume dengan kecepatan memiliki nilai korelasi negatif sangat rendah. Data volume dengan kepadatan memiliki nilai korelasi sebesar **0,930337**, disimpulkan data volume dengan kepadatan memiliki nilai korelasi positif sangat kuat. Data kecepatan dengan kepadatan memiliki nilai korelasi sebesar **-0,49959**, disimpulkan data kecepatan dengan kepadatan memiliki nilai korelasi negatif sedang.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo Segmen (I) dan Segmen (II) mendapatkan volume lalu lintas tertinggi pada Segmen (II) sebesar 11385,9 pada hari Rabu, 10 Mei 2023 jam 17.00 -18.00 WIB. Kecepatan rata-rata lalu lintas tertinggi pada jam puncak pada Jalan Raya Kletek Sidoarjo Segmen (I) sebesar 26,84 km/jam. Kepadatan lalu lintas tertinggi pada jam puncak pada Jalan Raya Kletek yaitu Segmen (II) sebesar 445,76 Smp/km yang terjadi pada hari Rabu pada kisaran jam 17.00 – 18.00 WIB.

Saran sebaiknya jalan Raya Kletek Sidoarjo mendapatkan manajemen lalu lintas dengan memperhitungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada jalan tersebut dan perlu ditambahkan rambu-rambu lalu lintas atau *traffict light* di titik-titik persimpangan pada Jalan Raya Kletek sidoarjo, guna menghindari penumpukan kendaraan atau kemacetan pada ruas jalan tersebut.

---

## 5. REFERENSI

- [1] Murni, D. P. K., & Haza, Z. F. (2017). Karakteristik Arus Lalu Lintas Jalan di Ruas Jalan Godean. *Kapasitas Jalan*, 44–51.
- [2] Gamran, R., Jansen, F., Paransa, M. J., & Kunci, K. (2015). Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode *Greenshields*, *Greenberg*, Dan *Underwood* Terhadap Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode MKJI 1997. *Jurnal Sipil Statik*, 3(7), 466–474.
- [3] Sunardi, D., Farida, I., & Ismail, A. (2014). Studi Analisis Hubungan, Kecepatan, Volume, Dan Kepadatan Di Jalan Merdeka Kabupaten Garut Dengan Metode *Greenshields*. *Jurnal Konstruksi*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.11-1.84>
- [4] Wibowo, I. T. (2020). Panjang Antrian Akibat Penutupan Pintu Palang Perlintasan Kereta Api Di Jalan Laswi Kota Bandung. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional Bandung, 4.
- [5] Wibisana, H., & Utono, N. (2019). Pemetaan Kecepatan dan Kerapatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Arteri Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 121–145. <https://doi.org/10.28932/jts.v12i2.1420>
- [6] Wibisana, H. (2015). Efektifitas Model Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Raya Rungkut Madya Kota Madya Surabaya (Perbandingan Model *Greenshield* Dan *Greenberg*). IV(1), 20–29.
- [7] Zaini, A. K. (2020). Pengantar Rekayasa Lalu Lintas. UIR Press.
- [8] Sari, N. M., Salonten, S., & Supiyah, S. (2021). Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Ruas Jalan Metode Pkji 2014 Dengan Metode *Greenshield*, *Greenberg* Dan *Underwood*. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 286. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5276>
- [9] Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). MKJI 1997. In *departemen pekerjaan umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia"* (pp. 1–573).
- [10] Wijayanto, C. S., Adawiyah, R., & Abdurrahman. (2021). Analisis Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Arus Lalu Lintas Dengan Membandingkan Metode *Greenshield* Dan Metode *Greenberg*.