



## PEMETAAN KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS DENGAN METODE GREENBERG PADA RUAS JALAN KOTA MALANG

Fauzi Aldiansyah<sup>1\*</sup>, Hendrata Wibisana<sup>2</sup>

<sup>1\*,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya  
Telp. (031) 870 6369  
Alamat E-mail: 19035010067@student.upnjatim.ac.id

### Info Artikel

### Abstrak

#### Sejarah Artikel:

Diterima: Des 2023  
Disetujui: Okt 2024  
Dipublikasikan: Des 2024

#### Keywords:

Traffic Flow  
Characteristics,  
Greenberg, Geographic  
Information System

Volume ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto cukup tinggi dan akan terus bertambah seiring berkembangnya jumlah penduduk. Maka dari itu perlu dilakukan analisis karakteristik arus lalu lintas. Pada penelitian ini pendekatan model matematis menggunakan metode *Greenberg*. Pada ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto didapatkan hasil penelitian dan analisis menggunakan metode *Greenberg* dengan nilai  $R^2$  terbesarnya yaitu pada hari Jum'at, tepatnya pada segmen 7 sebesar 0,89. Adapun nilai variabel yang didapatkan dari segmen ini yaitu, Volume Maksimum ( $V_m$ ) sebesar 5523,05 smp/jam, Kecepatan Bebas ( $U_f$ ) sebesar 73,01 km/jam, Kecepatan Maksimum ( $U_m$ ) sebesar 9,98 km/jam, dan Kepadatan Jenuh ( $D_j$ ) sebesar 1504,53 smp/km. Pengaplikasian Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan hasil penelitian sebagai data atribut dalam peta tematik karakteristik lalu lintas.

**Kata Kunci:** Karakteristik Arus Lalu Lintas, *Greenberg*, Sistem Informasi Geografis

### Abstract

*The volume of traffic on Jaksa Agung Suprpto Road is quite high and is expected to continue increasing with the growing population. Therefore, an analysis of traffic flow characteristics is necessary. In this study, a mathematical model approach using the Greenberg method was employed. The research and analysis on Jaksa Agung Suprpto Road yielded results using the Greenberg method, with the highest  $R^2$  value occurring on Fridays, specifically in segment 7, at 0.89. The variable values obtained for this segment include the Maximum Volume ( $V_m$ ) at 5523.05 pcu/hour, Free Flow Speed ( $U_f$ ) at 73.01 km/h, Maximum Speed ( $U_m$ ) at 9.98 km/h, and Saturation Density ( $D_j$ ) at 1504.53 pcu/km. The application of Geographic Information System (GIS) in this research involved using the research results as attribute data in thematic maps depicting traffic characteristics.*

---

## PENDAHULUAN

Permasalahan lalu lintas jalan raya merupakan suatu permasalahan yang kompleks dalam dunia transportasi darat terutama untuk transportasi perkotaan. Setiap diselesaikan satu permasalahan akan muncul permasalahan yang lain, dan tidak menutup kemungkinan bahwa masalah yang berhasil diselesaikan dikemudian hari akan muncul karena adanya perubahan. Masalah transportasi diperkotaan tersebut timbul terutama disebabkan oleh tingginya tingkat urbanisasi, pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi. Kota Malang adalah sebuah kota yang terletak di provinsi Jawa Timur, Indonesia, Kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya, dan kota terbesar ke-12 di Indonesia. Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Malang mencatat data kepadatan penduduk di Kota Malang mencapai 874.890 jiwa. Tingginya jumlah penduduk Kota Malang menyebabkan intensitas pergerakan masyarakat yang tinggi. Hal ini mendorong perkembangan Kota Malang semakin pesat. Perkembangan yang sangat pesat di Kota Malang, mengakibatkan intensitas kegiatan dan penggunaan lahan serta jumlah penduduk yang sangat tinggi. Meningkatnya volume lalu lintas yang berpengaruh pada kepadatan di sejumlah jalan Kota Malang, hal ini disebabkan oleh adanya kegiatan di sektor pendidikan, pariwisata serta berbagai macam distribusi yang intensif. Menurut [1] volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Volume lalu lintas yang meningkat menyebabkan perubahan karakteristik lalu lintas. Hal ini dapat diukur berdasarkan 3 parameter utama yaitu volume, kecepatan, dan kepadatan [2]. Alasan mendasar dilakukan penelitian ini adalah mencari model matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan pada ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto. Pendekatan model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Greenberg*. Dengan dilakukan penelitian ini dapat diketahui karakteristik lalu lintas guna meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas. Kemudian hasil penelitian digunakan dalam pemetaan dengan menggunakan alat bantu Sistem Informasi Geografis. Hasil tersebut diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dan dapat diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan lalu lintas yang terjadi di Kota Malang terutama pada ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto.

## TINJAUAN PUSTAKA

Menurut [3] sistem informasi geografis merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Pemetaan dapat dilakukan dengan menggunakan SIG terkait karakteristik pada suatu arus lalu lintas. Menurut [2] suatu pergerakan arus lalulintas pada jalan raya terdapat 3 variabel utama yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik arus lalulintas yaitu volume, kecepatan, dan kepadatan.

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Sedangkan menurut [4] kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kecepatan dapat didefinisikan sebagai gerak dari kendaraan dalam jarak persatuan waktu. Menurut [5] kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan rata-rata yang berada pada suatu ruas jalan setiap satu satuan panjang mas jalan atau lajur jalan tersebut.

Analisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan dilakukan dengan menggunakan metode *Greenberg*, hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan sebagai berikut:

1. Hubungan kecepatan dan kepadatan:

$$U_s = U_m \cdot \ln \left( \frac{D_j}{D} \right) \quad (1)$$

2. Hubungan volume dan kepadatan:

$$V = U_m \cdot D \cdot \ln \left( \frac{D_j}{D} \right) \quad (2)$$

3. Hubungan volume dan kecepatan:

$$V = U_s \cdot D_j \cdot \exp \left( \frac{-U_s}{U_m} \right) \quad (3)$$

Analisis regresi linear bertujuan untuk menentukan karakteristik kecepatan dan kepadatan.

Fungsi regresi linear dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$Y = a + bX \quad (4)$$

Besarnya konstanta a dan b dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum X \cdot Y - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5)$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \quad (6)$$

## METODE

Pada penelitian ini dibutuhkan data untuk dilakukan proses analisis data. Data yang dibutuhkan adalah jenis data primer, yaitu data yang didapatkan dengan melakukan survei langsung di lapangan. Survei tersebut dilaksanakan di ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto pada

hari senin sampai dengan hari jum'at. Untuk data volume selama proses pengamatan dilakukan setiap 15 menit, yang dilakukan dari pukul 06.00 WIB hingga pukul 18.00 WIB. Sedangkan untuk data kecepatan dilakukan pengukuran terlebih dahulu pada ruas jalan sepanjang 50 meter, setelah itu dilakukan perhitungan waktu tempuh dari titik awal hingga titik akhir pada masing-masing kendaraan dengan alat bantu *stopwatch*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Rekapitulasi Volume Kendaraan Pada Ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto

No	Hari	Volume Kendaraan				Total Kendaraan
		KR	SM	KBM	BB	
1	Senin	16760	37041	1132	90	55023
2	Selasa	16745	37336	1128	93	55302
3	Rabu	15665	35775	1071	94	52605
4	Kamis	13963	32936	971	96	47966
5	Jum'at	16568	37955	1120	97	55740

Tabel 1 terdapat berbagai macam jenis kendaraan yang melintas di suatu ruas jalan. Oleh karena itu perlu dilakukan konversi agar arus lalu lintas menjadi setara dengan acuan jenis kendaraan tertentu, acuan kendaraan yang digunakan adalah mobil penumpang. Konversi dilakukan dengan mengalikan jumlah dari tiap jenis kendaraan dengan faktor konversinya.

Tabel 2 Rekapitulasi Volume EMP Kendaraan Pada Ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto

No	Hari	Volume Kendaraan				Total Kendaraan (EMP)
		KR	SM	KBM	BB	
		1	0,5	1,3	1,5	
1	Senin	16760	18520,5	1471,6	135	36887,1
2	Selasa	16745	18668	1466,4	139,5	37018,9
3	Rabu	15665	17887,5	1392,3	141	35085,8
4	Kamis	13963	16468	1262,3	144	31837,3
5	Jum'at	16568	18977,5	1456	145,5	37147

Mengacu pada data hasil survei yang telah dilakukan selama penelitian didapatkan volume terpadat terjadi pada hari jum'at. Interval jam yang memiliki jumlah volume tertinggi dan terendah merupakan waktu masyarakat untuk mengawali dan mengakhiri aktivitasnya, khususnya jam berangkat dan pulang kerja ataupun sekolah. Hal itu yang menyebabkan terjadinya lonjakan volume kendaraan yang cukup signifikan. Pada jam puncak, volume lalu lintas didominasi oleh kendaraan tipe SM. Jumlah kendaraan tipe KR, KBM, dan BB di jam puncak cenderung sama dengan jam-jam lainnya, sedangkan kendaraan tipe TB tidak melewati tiap segmen pada lokasi penelitian.

Tabel 3 Rekapitulasi Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto

No	Hari	Kecepatan Rata-Rata (km/jam)	SMS (km/jam)
1	Senin	26,651	25,363
2	Selasa	26,589	25,365
3	Rabu	27,180	25,938
4	Kamis	27,927	26,536
5	Jum'at	26,113	24,942

Mengacu pada tabel 3 kecepatan tertinggi terjadi pada hari kerja, tepatnya pada hari rabu dan kamis. Sedangkan kecepatan terendah terjadi pada hari kerja awal dan akhir minggu. Artinya bahwa nilai kecepatan berbanding terbalik dengan jumlah volume, karena semakin tinggi volume maka kecepatannya akan semakin rendah.

Tabel 4 Data Regresi Linear Dengan Metode *Greenberg* Hari Jum'at

No	Periode	V (smp/15menit)	V (smp/jam)	Us = Yi (km/jam)	D = V/Us	Ln . D = Xi	Xi . Yi	Xi^2	Yi^2
1	06.00 - 06.15	967,6	3870,4	21,79	177,61	5,18	112,87	26,83	474,88
2	06.15 - 06.30	859,9	3439,6	22,63	152,01	5,02	113,68	25,24	511,99
3	06.30 - 06.45	875	3500	22,13	158,13	5,06	112,07	25,64	489,89
4	06.45 - 07.00	938,7	3754,8	22,13	169,70	5,13	113,60	26,36	489,59
5	07.00 - 07.15	901,7	3606,8	22,35	161,35	5,08	113,64	25,84	499,67
6	07.15 - 07.30	840,2	3360,8	22,22	151,28	5,02	111,50	25,19	493,52
7	07.30 - 07.45	812,3	3249,2	22,07	147,25	4,99	110,15	24,92	486,89
8	07.45 - 08.00	918,3	3673,2	22,22	165,29	5,11	113,51	26,09	493,83
9	08.00 - 08.15	672,6	2690,4	29,10	92,45	4,53	131,74	20,49	846,97
10	08.15 - 08.30	671,4	2685,6	25,96	103,47	4,64	120,41	21,52	673,68
11	08.30 - 08.45	653,9	2615,6	29,16	89,69	4,50	131,12	20,22	850,40
12	08.45 - 09.00	646,8	2587,2	27,37	94,54	4,55	124,49	20,69	748,90
13	09.00 - 09.15	672,9	2691,6	27,07	99,44	4,60	124,50	21,16	732,66
14	09.15 - 09.30	713,9	2855,6	27,43	104,11	4,65	127,42	21,58	752,33
15	09.30 - 09.45	690,3	2761,2	26,01	106,15	4,66	121,34	21,76	676,60
16	09.45 - 10.00	641,9	2567,6	25,82	99,46	4,60	118,75	21,16	666,45
17	10.00 - 10.15	629,6	2518,4	26,95	93,46	4,54	122,27	20,59	726,09
18	10.15 - 10.30	636	2544	28,59	88,97	4,49	128,34	20,14	817,62
19	10.30 - 10.45	703,9	2815,6	28,49	98,82	4,59	130,87	21,10	811,81
20	10.45 - 11.00	625,7	2502,8	27,16	92,15	4,52	122,85	20,46	737,64
21	11.00 - 11.15	689,3	2757,2	26,61	103,62	4,64	123,48	21,54	707,96
22	11.15 - 11.30	746,9	2987,6	25,18	118,63	4,78	120,28	22,81	634,22
23	11.30 - 11.45	728,3	2913,2	25,62	113,70	4,73	121,29	22,41	656,53
24	11.45 - 12.00	709,9	2839,6	27,58	102,97	4,63	127,80	21,48	760,42
25	12.00 - 12.15	642,4	2569,6	27,98	91,83	4,52	126,48	20,43	783,04
26	12.15 - 12.30	626,1	2504,4	25,73	97,32	4,58	117,81	20,96	662,17
27	12.30 - 12.45	659,6	2638,4	26,68	98,90	4,59	122,56	21,11	711,64
28	12.45 - 13.00	770,5	3082	25,64	120,20	4,79	122,80	22,94	657,46
29	13.00 - 13.15	760,4	3041,6	27,43	110,89	4,71	129,15	22,17	752,33

No	Periode	V (smp/ 15menit)	V (smp/ jam)	Us = Yi (km/ jam)	D = V/Us	Ln . D = Xi	Xi . Yi	Xi^2	Yi^2
30	13.15 - 13.30	814,6	3258,4	27,23	119,66	4,78	130,29	22,89	741,55
31	13.30 - 13.45	722,3	2889,2	26,60	108,63	4,69	124,69	21,98	707,44
32	13.45 - 14.00	690	2760	26,00	106,15	4,66	121,30	21,76	676,11
33	14.00 - 14.15	825,3	3301,2	23,40	141,08	4,95	115,81	24,50	547,53
34	14.15 - 14.30	753,5	3014	24,03	125,42	4,83	116,11	23,34	577,54
35	14.30 - 14.45	829,1	3316,4	22,42	147,90	5,00	112,04	24,97	502,79
36	14.45 - 15.00	828,8	3315,2	22,92	144,67	4,97	113,99	24,75	525,11
37	15.00 - 15.15	807,1	3228,4	23,38	138,10	4,93	115,20	24,29	546,47
38	15.15 - 15.30	766,1	3064,4	23,75	129,00	4,86	115,44	23,62	564,28
39	15.30 - 15.45	833,1	3332,4	24,22	137,60	4,92	119,26	24,25	586,51
40	15.45 - 16.00	869	3476	23,36	148,79	5,00	116,87	25,03	545,76
41	16.00 - 16.15	868,9	3475,6	23,94	145,15	4,98	119,19	24,78	573,32
42	16.15 - 16.30	903,8	3615,2	22,51	160,63	5,08	114,31	25,80	506,57
43	16.30 - 16.45	860,9	3443,6	23,34	147,55	4,99	116,56	24,94	544,70
44	16.45 - 17.00	854,4	3417,6	22,61	151,18	5,02	113,45	25,19	511,03
45	17.00 - 17.15	891,1	3564,4	23,53	151,49	5,02	118,13	25,21	553,63
46	17.15 - 17.30	970,2	3880,8	22,35	173,61	5,16	115,27	26,59	499,67
47	17.30 - 17.45	875,7	3502,8	22,72	154,17	5,04	114,47	25,38	516,20
48	17.45 - 18.00	777,1	3108,4	23,81	130,55	4,87	115,99	23,73	566,89
Jumlah		37147		1197,21		231,20	5745,12	1115,79	30100,27

1. Untuk mencari nilai b (koefisien regresi) dicari dengan menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum X.Y - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(48 \times 5745,12) - (231,20 \times 1197,21)}{(48 \times 1115,79) - (231,20)^2} = -9,98$$

2. Untuk mencari nilai a (konstanta) dicari dengan menggunakan persamaan (6) yang mana sebelumnya perlu dicari terlebih dahulu nilai variabelnya pada rumus tersebut:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Yi}{n} = \frac{1197,21}{48} = 24,94 \quad \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{231,20}{48} = 4,82$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 24,94 - (-9,98 \cdot 4,82) = 73,01$$

Maka:

$$a = Uf = 73,01 \text{ km/jam} \quad Um = -b = 9,98 \text{ km/jam}$$

$$Dj = \exp(a / Um) = \exp(73,01 / 9,98) = 1504,53 \text{ smp/km}$$

Berdasarkan contoh perhitungan di atas didapat persamaan logaritma natural sebagai berikut:

$$Us = Um \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right)$$

$$Us = 9,98 \cdot \ln\left(\frac{1504,53}{D}\right)$$

3. Untuk koefisien determinasi ( $R^2$ ) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{n \sum X.Y - \sum X \sum Y}{\sqrt{[(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)]}}$$

$$R = \frac{48 \times 5745,12 - (231,20 \times 1197,21)}{\sqrt{\{(48 \times 1115,79) - (231,20)^2\} \{(48 \times 30100,27) - (1197,21)^2\}}} = - 95$$

$$R^2 = 0,89$$

4. Hubungan antara volume dan kecepatan didapatkan dalam bentuk model persamaan (3) sebagai berikut:

$$V = U_s \cdot D_j \cdot \text{Exp} \left( \frac{-U_s}{U_m} \right)$$

$$V = U_s \cdot 1504,53 \cdot \text{exp} \left( \frac{-U_s}{9,98} \right)$$

5. Hubungan antara volume dan kepadatan didapatkan dalam bentuk model persamaan (2) sebagai berikut:

$$V = U_m \cdot D \cdot \ln \left( \frac{D_j}{D} \right)$$

$$V = 9,98 \cdot D \cdot \ln \left( \frac{1504,53}{D} \right)$$

6. Untuk mendapatkan nilai volume maksimum ( $V_m$ ) metode *Greenberg*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_m = \frac{D_j \cdot U_m}{e} = \frac{1504,53 \cdot 9,98}{2,718282} = 5523,05 \text{ smp/jam}$$

7. Untuk mendapatkan nilai kepadatan saat volume maksimum ( $D_m$ ) metode *Greenberg*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_m = \frac{D_j}{e} = \frac{1504,53}{2,718282} = 553,49 \text{ smp/km}$$

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Analisis Metode *Greenberg*

Hari	Variabel	Hasil Model <i>Greenberg</i>	Satuan
Senin	Volume Maksimum (Vm)	5181,60	smp/jam
	Kecepatan Bebas (Uf)	75,97	km/jam
	Kecepatan Maksimum (Um)	10,56	km/jam
	Kepadatan Jenuh (Dj)	1334,17	smp/jam
	Koefisien Determinasi (R2)	0,85	-
Selasa	Volume Maksimum (Vm)	5394,50	smp/jam
	Kecepatan Bebas (Uf)	74,73	km/jam
	Kecepatan Maksimum (Um)	10,29	km/jam
	Kepadatan Jenuh (Dj)	1424,95	smp/jam
	Koefisien Determinasi (R2)	0,83	-
Rabu	Volume Maksimum (Vm)	4074,68	smp/jam
	Kecepatan Bebas (Uf)	85,71	km/jam
	Kecepatan Maksimum (Um)	12,65	km/jam
	Kepadatan Jenuh (Dj)	875,48	smp/jam
	Koefisien Determinasi (R2)	0,81	-
Kamis	Volume Maksimum (Vm)	4021,94	smp/jam
	Kecepatan Bebas (Uf)	81,74	km/jam
	Kecepatan Maksimum (Um)	11,99	km/jam
	Kepadatan Jenuh (Dj)	911,53	smp/jam
	Koefisien Determinasi (R2)	0,84	-
Jumat	Volume Maksimum (Vm)	5523,05	smp/jam
	Kecepatan Bebas (Uf)	73,01	km/jam
	Kecepatan Maksimum (Um)	9,98	km/jam
	Kepadatan Jenuh (Dj)	1504,53	smp/jam
	Koefisien Determinasi (R2)	0,89	-

Tabel 6 Model Persamaan Metode *Greenberg*

Hari	Hubungan	Model <i>Greenberg</i>
Senin	Us - D	$10,56 \times \ln(1334,17 / D)$
	V - Us	$Us \times 1334,17 \times \exp(-Us / 10,56)$
	V - D	$10,56 \times D \times \ln(1334,17 / D)$
Selasa	Us - D	$10,29 \times \ln(1424,95 / D)$
	V - Us	$Us \times 1424,95 \times \exp(-Us / 10,29)$
	V - D	$10,29 \times D \times \ln(1424,95 / D)$
Rabu	Us - D	$12,65 \times \ln(875,48 / D)$
	V - Us	$Us \times 875,48 \times \exp(-Us / 12,65)$
	V - D	$12,65 \times D \times \ln(875,48 / D)$
Kamis	Us - D	$11,99 \times \ln(911,53 / D)$
	V - Us	$Us \times 911,53 \times \exp(-Us / 11,99)$
	V - D	$11,99 \times D \times \ln(911,53 / D)$
Jumat	Us - D	$9,98 \times \ln(1504,53 / D)$
	V - Us	$Us \times 1504,53 \times \exp(-Us / 9,98)$
	V - D	$9,98 \times D \times \ln(1504,53 / D)$

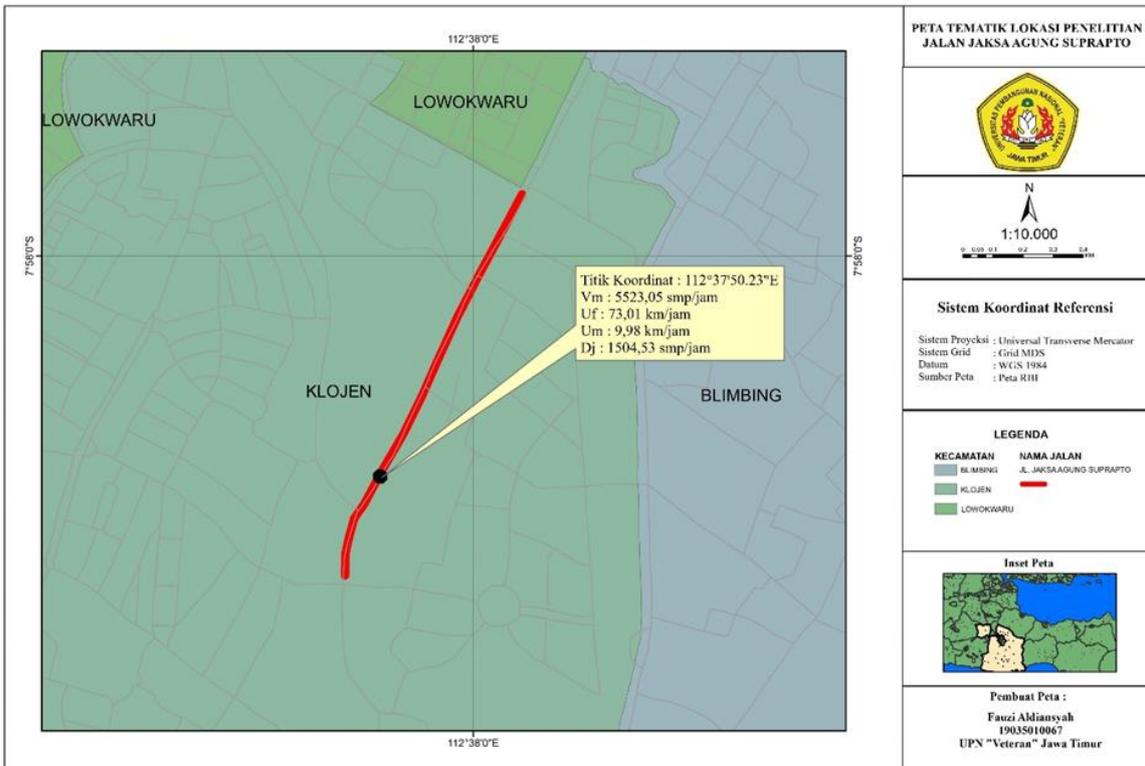
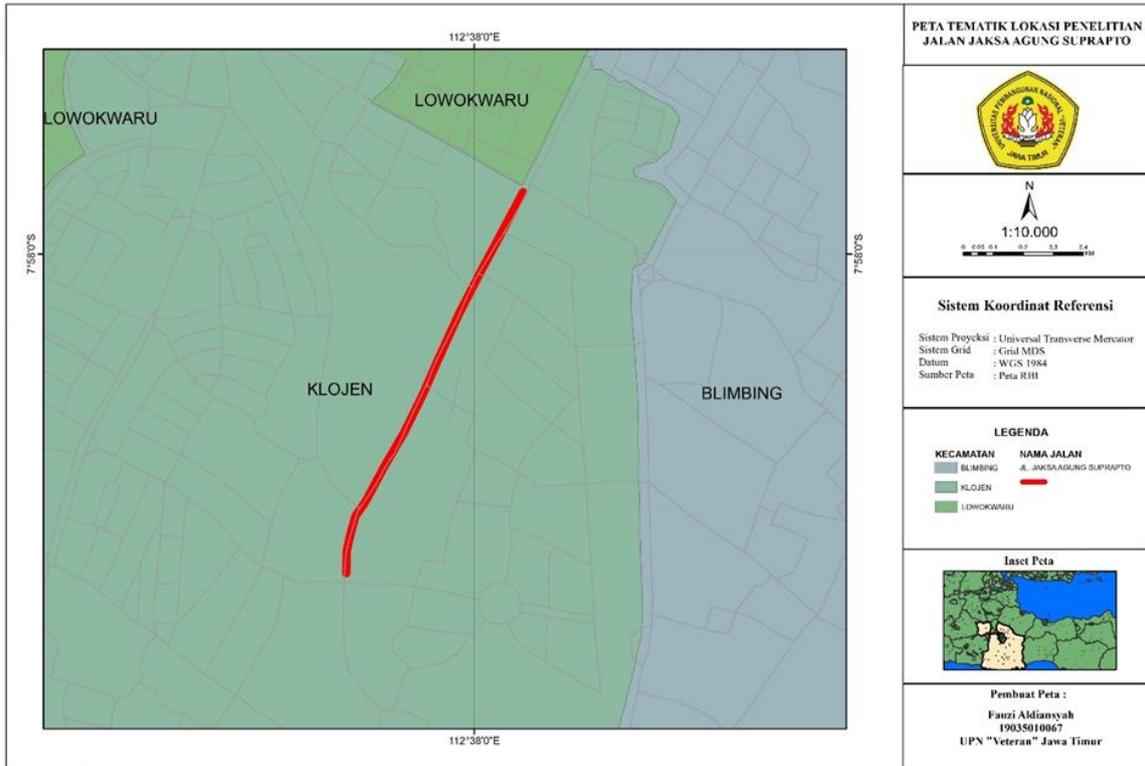
Dengan persamaan model *Greenberg* yang sudah didapatkan maka dapat dibuat grafik dari nilai-nilai variabel yang telah didapatkan. Grafik dibuat untuk memperjelas pembacaan karakteristik lalu lintas atau hubungan dari tiap-tiap variabel tersebut. Di bawah ini disajikan grafik hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas dengan  $R^2$  terbesar menggunakan model *Greenberg*.

Tabel 7 Grafik Persamaan Metode *Greenberg*

Hari	Hubungan	Grafik
	Us - D	<p>The graph shows Speed (Us) on the y-axis (0 to 80) and Density (D) on the x-axis (-20 to 180). A red curve starts at approximately (0, 75) and decreases as density increases. Blue data points are plotted along the curve, showing a clear inverse relationship between speed and density.</p>
Jum'at	V - Us	<p>The graph shows Speed (Us) on the y-axis (0 to 60) and Volume (V) on the x-axis (0 to 6000). A red parabolic curve opens downwards, starting at (0, 50) and peaking around (1000, 50) before decreasing. Blue data points are clustered between V=2000 and V=4000, following the downward slope of the curve.</p>
	V - D	<p>The graph shows Volume (V) on the y-axis (0 to 4500) and Density (D) on the x-axis (0 to 200). A red curve starts at (0, 0) and increases as density increases, following a concave-down path. Blue data points are plotted along this curve, showing a positive correlation between volume and density.</p>

Setelah didapatkan nilai variabel karakteristik lalu lintas yang diperoleh dengan metode *Greenberg*, kemudian dilakukan pemetaan dengan bantuan perangkat lunak ArcGis. Hasil yang diperoleh berupa peta tematik karakteristik arus lalu lintas ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto.

Nilai variabel digunakan sebagai data atribut sebagai informasi yang ditambahkan pada elemen vektor jalan (polyline) pada peta tematik.



## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada hari jum'at sebesar 0,89. Nilai masing-masing variabel pada segmen ini yaitu, Volume Maksimum ( $V_m$ ) sebesar 5523,05 smp/jam, Kepadatan Jenuh ( $D_j$ ) sebesar 1504,53 smp/km, Kecepatan Bebas ( $U_f$ ) sebesar 73,01 km/jam, dan Kecepatan Maksimum ( $U_m$ ) sebesar 9,98 km/jam.
2. Model karakteristik metode *Greenberg* dapat dituliskan dalam persamaan berikut:
  - Hubungan  $U_s - D = 9,98 \times \ln(1504,53 / D)$
  - Hubungan  $V - U_s = U_s \times 1504,53 \times \exp(-U_s / 9,98)$
  - Hubungan  $V - D = 9,98 \times D \times \ln(1504,53 / D)$
3. Setelah didapatkan nilai variabel pada ruas jalan berdasarkan model Greenberg, maka setelah itu dilakukan penerapan salah satu tahap di dalam Sistem Informasi Geografis yaitu memasukkan data atribut (tahap tabulasi) pada peta segmen ruas jalan (*polyline*) yang ada pada peta tematik yang telah dibuat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional ‘Veteran’ Jawa Timur yang telah membantu penelitian ini dan para pihak terkait yang telah membantu demi kelancaran penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sukirman, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova, 1994.
- [2] A. S. Lubis, Z. A. Muis, and T. Nasution, ‘Pemodelan Hubungan Parameter Karakteristik Lalu Lintas pada Jalan Tol Belmera’, *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, vol. 22, no. 2, pp. 151–160, Dec. 2016.
- [3] S. Aronoff, ‘Geographic information systems: a management perspective’, *Geocarto Int*, vol. 4, no. 4, p. 58, 1989.
- [4] E. N. Julianto, ‘HUBUNGAN ANTARA KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN LALU LINTAS RUAS JALAN SILIWANGI SEMARANG’, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, vol. 12, no. 2, pp. 151–160, Jul. 2010.
- [5] W. R. McShane and R. P. Roess, *Traffic engineering*. 1990.