

# HUBUNGAN ARUS, KECEPATAN DAN KEPADATAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN MAJAPAHIT KOTA MATARAM

Agista Murtadinata<sup>1,\*</sup>, Titik Wahyuningsih<sup>1</sup>, Anwar Efendy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram  
Jl. KH. Amad Dahlan No.1. Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram  
Nusa Tenggara Barat 83115

\*Correspondent Author: meagtm@gmail.com

## Abstract

*Majapahit Road is one of the provincial roads which is included in the collector road class with 4/2 D lane type in Mataram City. This road is a road that connects activity centers which causes the traffic volume to increase, resulting in reduced road performance. In this research, the relationship between the three main components of traffic flow, namely volume (Q), speed (V) and density (D), is analyzed in three methods, namely the Greenshield, Greenberg and Underwood models. From the results of research and analysis of traffic flow data, the density during traffic jams (Dj) was obtained from each model, where the Greenshield Model got a value between 271,375 – 604,118 pcu/km, the Greenberg Model got a value between 164,001 – 3899,011 pcu/km, The Underwood model gets values between 224,210 – 504,674 pcu/km. From the summary of the analysis results, the Greenshield Model gets a capacity value between 3054,215 – 5844,222 pcu/hour, the Greenberg Model gets a capacity value between 436,546 – 7867,297 pcu/hour and the Underwood Model gets a capacity value between 3778,396 – 7297 ,475 pcu/hour.*

**Keywords:** Greenshield, Greenberg, Underwood, volume, speed, density.

## PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan yang berada di suatu segmen jalan dalam periode tertentu adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kapasitas jalan tersebut. Dalam konteks karakteristik lalu lintas dan tingkat pelayanannya, terdapat keterkaitan antara kecepatan, volume, dan kepadatan. Semakin banyak kendaraan yang berada di suatu segmen jalan, maka kecepatan rata-rata kendaraan cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh adanya volume yang tinggi dan kepadatan lalu lintas yang tinggi (Zulrehansyah, 2021). Volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas

selain untuk perencanaan, juga digunakan untuk evaluasi jalan, apakah dikatakan macet atau tidak. Suatu jalan dikatakan macet apabila arus lalu lintas yang melewati ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut semakin kecil dan arus lalu lintas semakin padat sehingga mengakibatkan terjadinya antrian (Abdi, 2019).

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. Problem transportasi di perkotaan tersebut timbul terutama disebabkan oleh tingginya tingkat urbanisasi, pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi (Tamin, 2000).

Ruas jalan Majapahit, Kakalik, di Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), merupakan jalan arteri dengan volume lalu lintas yang relatif tinggi dengan tipe lajur 4/2 D yang berada di Kota Mataram (Jusnaini, 2020). Jalan ini merupakan jalan yang menghubungkan pusat aktivitas pendidikan, perekonomian, perkantoran seperti Universitas Mataram, Universitas Teknologi Mataram, Taman Budaya, Rumah Sakit Siloam, Pom Bensin/SPBU Siloam, Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (DPUPR). Pada ruas jalan tersebut terdapat lapak pedagang yang berada di sebelah kiri jalan, sepanjang jalan tersebut dipenuhi oleh lapak pedagang yang merupakan pedagang kaki lima, karena lapak pedagang berada di sepanjang jalan maka hal tersebut dapat menyebabkan volume lalu lintas

semakin besar sehingga mengakibatkan kinerja ruas jalan menjadi berkurang, disebabkan adanya pergerakan kendaraan yang akan menuju ke lapak pedagang dan akan menambah volume lalu lintas. Salah satu cara pendekatan untuk memahami perilaku lalu lintas tersebut adalah dengan menjabarkannya dalam bentuk hubungan matematis dan grafis (Julianto, 2010)

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Majapahit dan model hubungan volume, kecepatan dan kepadatan menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*.

## METODE PENELITIAN

Langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data primer seperti volume lalu lintas, data kecepatan kendaraan dan kepadatan.
2. Analisis data dengan menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg*, dan *Underwood*.

## Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini di ruas Jalan Majapahit, Kota Mataram untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Lokasi penelitian

### Pengolahan Data

Adapun data yang akan diolah pada penelitian ini terdiri dari:

#### a. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Morlock, E.K., 1991), Untuk mendapatkan nilai arus suatu segmen jalan yang terdiri dari banyak tipe kendaraan maka semua tipe-tipe kendaraan tersebut harus dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Konversi kendaraan ke dalam satuan smp diperlukan angka faktor ekuivalen untuk berbagai jenis kendaraan. Faktor ekuivalen mobil penumpang (emp) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai (Emp) untuk jalan kota tak terbagi

Kendaraan ringan (LV)	1
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda motor (MC)	0,4

Sumber: MKJI, 1997

Adapun Persamaan untuk menghitung arus lalu lintas seperti Persamaan 1.

$$Q = empLV.Lv + empHv.Hv + empMc.Mc \quad (1)$$

Dimana:

- Q = Arus lalu lintas
- QLV = Arus lalu lintas kendaraan ringan
- QHV = Arus lalu lintas kendaraan berat
- QMC = Arus lalu lintas sepeda motor
- empLV = Ekuivalen mobil penumpang

kendaraan ringan

empHV = Ekuivalen mobil penumpang kendaraan berat

empMC = Ekuivalen mobil penumpang sepeda motor

#### b. Kecepatan kendaraan

Kecepatan adalah laju kendaraan yang biasanya dinyatakan dalam jarak per satuan waktu (MKJI, 1997). Kecepatan setempat (*spot Speed*), yaitu kecepatan sesaat. Dapat dilakukan dengan alat ukur dengan sistem radar, atau jika diukur dengan cara manual dapat dihitung seperti Persamaan 2.

$$V1 = \frac{L}{t} \quad (2)$$

Dimana :

V1 = spot Speed dengan satuan sesuai dengan satuan dari L dan t

L = jarak tempuh kendaraan, yang pendek (< 100 m)

t = waktu tempuh kendaraan untuk melintas sejauh L

Kecepatan ruang rata-rata (*space mean Speed = SMS*) yaitu kecepatan rata-rata ruang, yang biasanya diukur dengan cara fotografi. Kecepatan rata-rata ruang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3. (1)

$$V2 = \frac{\sum_{i=1}^n Lt}{n * t} \quad (3)$$

Dimana :

- V2 = kecepatan rata-rata ruang
- Lt = jarak tempuh kendaraan yang diamati
- t = waktu tempuh kendaraan

n = jumlah kendaraan

### c. Kepadatan

Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu bagian tertentu dari sebuah jalur jalan dalam satu atau dua arah selama jangka waktu tertentu, keadaan jalan serta lalu lintas tertentu pula (Morlock, E.K., 1991), kepadatan dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$D = \frac{V}{U_s} \quad (4)$$

Dimana :

D = Kepadatan

V = Volume lalu lintas

$U_s$  = Kecepatan rata-rata ruang

### d. Model *Greenshield*

Model ini adalah model yang paling awal dalam upaya mengamati perilaku lalu lintas. *Greenshield* yang melakukan studi pada jalan-jalan di luar kota Ohio, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas. *Greenshield* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan diasumsikan linier (Tamin, 2000). Model ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

Untuk mencari hubungan kecepatan-kepadatan model *Greenshield* ini digunakan Persamaan 5.

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) \cdot D \quad (5)$$

Untuk mencari hubungan volume-kepadatan model *Greenshield* ini digunakan Persamaan 6.

$$V = U_f \cdot D = (U_f / D_j) \cdot D^2 \quad (6)$$

Untuk mencari hubungan volume-kecepatan model *Greenshield* ini digunakan Persamaan 7.

$$V = D_j \cdot U_s - (D_j / U_f) \cdot U_s^2 \quad (7)$$

Kepadatan saat volume maksimum ( $D_m$ ) untuk model *Greenshield* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 8.

$$D = D_m = (D_j / 2) \quad (8)$$

Kecepatan saat volume maksimum ( $U_m$ ) untuk model *Greenshield* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 9.

$$U_s = U_m = (U_f / 2) \quad (9)$$

Volume maksimum dapat dihitung dengan Persamaan 10.

$$V_m = (D_j \cdot U_f) / 4 \quad (10)$$

### e. Model *Greenberg*

*Greenberg* mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan (S-D) bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi eksponensial. Persamaan dasar model *Greenberg* dapat dinyatakan melalui persamaan (5) (Tamin, 2008). Untuk mencari hubungan kecepatan-kepadatan model *Greenberg* ini digunakan Persamaan 11.

$$U_s = U_m \cdot \ln(D_j / D) \quad (11)$$

Untuk mencari hubungan volume-kepadatan model *Greenberg* ini digunakan Persamaan 12.

$$U_s = U_m \cdot \ln D_j - U_m \cdot \ln D \quad (12)$$

Untuk mencari hubungan volume-kecepatan model *Greenberg* ini digunakan Persamaan 13.

$$V = U_s \cdot D_j \cdot \exp(-U_s / U_m) \quad (13)$$

Kepadatan saat volume maksimum ( $D_m$ ) untuk model *Greenberg* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 14.

$$D = D_m = (D_j / e) \quad (14)$$

Kecepatan saat volume maksimum ( $U_m$ ) untuk model *Greenberg* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 15.

$$U_s = U_m = U_m \quad (15)$$

Volume maksimum dapat dihitung dengan Persamaan 16 berikut :

$$V_m = (D_j \cdot U_m) / e \quad (16)$$

#### f. Model *Underwood*

*Underwood* mengemukakan suatu hipotesis bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan merupakan hubungan eksponensial (Tamin, 2000). Untuk mencari hubungan kecepatan-kepadatan model *Underwood* ini digunakan Persamaan 17.

$$U_s = U_f e \frac{D}{D_m} \quad (17)$$

Untuk mencari hubungan volume-kepadatan model *Underwood* ini digunakan Persamaan 18.

$$V = D U_f e - \frac{D}{D_m} \quad (18)$$

Untuk mencari hubungan volume-kecepatan model *Underwood* ini digunakan Persamaan 19.

$$V = U_s D_m \cdot \ln \frac{D}{D_m} \quad (19)$$

Volume maksimum dapat dihitung dengan Persamaan 20.

$$V_m = \frac{D_m U_f}{e} \quad (20)$$

#### g. Analisis regresi

Analisis regresi adalah suatu metode statistika untuk mempelajari bagaimana suatu variabel tidak bebas dihubungkan dengan satu atau lebih variabel bebas. Terhadap data-data hasil penelitian dilakukan analisis untuk mendapatkan hubungan fungsional antara variabel-variabel yang diselidiki (Tamin, 2000).

Hubungan antara perubah bebas dengan perubah tidak bebas dalam fungsi regresi linier ditulis seperti Persamaan 21 berikut :

$$y = a + b \cdot x$$

Besarnya konstanta a dan b dapat dihitung memakai rumus 22 dan 23.

$$b = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum X)^2} \quad (22)$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X}$$

Koefisien korelasi (r) adalah derajat atau tingkat hubungan antara dua variabel diukur dengan indeks korelasi. Apabila nilai koefisien korelasi tersebut dikuadratkan ( $r^2$ ), maka disebut

koefisien determinasi yang berfungsi untuk melihat sejauh mana ketetapan fungsi regresi. Nilai koefisien korelasi tersebut dapat dihitung dengan persamaan 24.

$$r = \frac{n * \sum xy - \sum x * \sum y}{\sqrt{[n * \sum x^2 - (\sum x)^2][n * \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (24)$$

### Data Penelitian

Data-data primer penelitian ini didapatkan dari survei langsung di lapangan dengan menggunakan formulir survei, untuk mencatat lalu lintas harian rata-rata(LHR).

### Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data baik data yang berasal dari data primer hasil survei lapangan secara langsung. Hasil pengumpulan data dianalisis untuk mengetahui besarnya arus, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas Jalan Majapahit,

Kota Mataram. Adapun metode yang digunakan yaitu model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood* dengan bantuan aplikasi excel, dengan beberapa analisis sebagai berikut:

1. Analisis arus, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan majapahit.
2. Hubungan arus, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan majapahit dengan menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, didapatkan nilai dari volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas yang telah dihitung menggunakan Persamaan 1 – 4, kemudian direkapitulasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas

No	Periode	Volume (smp/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
1	06:00 - 07:00	1624,4	36,20	44,87
2	07:00 - 08:00	3866,9	31,33	123,42
3	08:00 - 09:00	2348,2	32,30	72,70
4	09:00 - 10:00	2444,6	33,71	72,52
5	10:00 - 11:00	2645,9	33,71	78,49
6	11:00 - 12:00	2844,4	34,17	83,25
7	12:00 - 13:00	3066,7	33,38	91,88
8	13:00 - 14:00	3173,4	32,66	97,17
9	14:00 - 15:00	3187,3	32,39	98,40
10	15:00 - 16:00	3134,7	33,12	94,64
11	16:00 - 17:00	3533,5	30,83	114,61
12	17:00 - 18:00	4247,6	28,87	147,12

Pada Tabel 2, terlihat volume tertinggi pada pukul 17:00-18:00 dan volume sebesar 4247,6 smp/jam yang terjadi terendah sebesar 1624,4 smp/jam pada

pukul 06:00-07:00. Kecepatan tertinggi sebesar 36,20 km/jam yang terjadi pada pukul 06:00-07:00 dan kecepatan terendah sebesar 28,87 km/jam yang terjadi pada pukul 17:00-18:00. Kecepatan tertinggi sebesar 147,12 smp/km yang terjadi pada pukul 17:00-

18:00 dan kepadatan terendah sebesar 44,87 smp/km yang terjadi pada pukul 06:00-07:00. Untuk analisis hubungan variabel volume, kecepatan dan kepadatan menurut *linier Greenshield* digunakan Persamaan 5 – 10.

Tabel 3. Data regresi untuk model *Greenshield*

No	Kepadatan (D)	Kecepatan (Us)	Volume (V)		
	(smp/km) X1	(km/jam) Y1	X1*Y1	X1 <sup>2</sup>	Y1 <sup>2</sup>
1	44,87	36,20	1624,40	2013,27	1310,64
2	123,42	31,33	3866,90	15231,45	981,71
3	72,70	32,30	2348,20	5285,91	1043,16
4	72,52	33,71	2444,60	5259,77	1136,18
5	78,49	33,71	2645,90	6161,38	1136,24
6	83,25	34,17	2844,40	6930,72	1167,36
7	91,88	33,38	3066,70	8441,02	1114,16
8	97,17	32,66	3173,40	9441,27	1066,64
9	98,40	32,39	3187,30	9682,56	1049,19
10	94,64	33,12	3134,70	8956,36	1097,14
11	114,61	30,83	3533,50	13134,92	950,57
12	147,12	28,87	4247,60	21645,21	833,54
Jumlah	1119,07	392,67	36117,60	112183,83	12886,53

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan nilai  $b=-0,064$ ,  $a = 38,69$ ,  $Dj=604,118$ ,  $r^2=0,859$ , Sehingga didapatkan hubungan kecepatan dan kepadatan  $Us=38,696-0,064.D$ , hubungan volume dan kepadatan  $V=38,696.D-0,064$  dan hubungan volume dan kecepatan  $V=604,118.Us-15,612$ . Untuk analisis hubungan variabel volume, kecepatan dan kepadatan menurut logaritma *Greenberg* digunakan Persamaan 11 – 16.

Tabel 4 didapatkan nilai,  $b = 5,485$ ,  $a = 45,351$ ,  $Dj = 3899,01$ ,  $r^2 = 0,819$ , sehingga didapatkan hubungan kecepatan dan kepadatan  $Us=5,485.Ln(3899,011/D)$ , hubungan volume dan kepadatan  $V=5,485.D.Ln(3899,011/D)$ , dan hubungan volume dan kecepatan  $V=Us.3899,011.Exp(Us/5,485)$ .

Analisis hubungan variabel volume, kecepatan dan kepadatan menurut eksponensial *Underwood* digunakan Persamaan 17 - 20.

Tabel 4. Data regresi untuk model *Greenberg*

No	Kecepatan (Us)	Kepadatan (D)	lnD			
	(km/jam) Y1	(smp/km) X1	X1	X1 <sup>2</sup>	Y1 <sup>2</sup>	X1*Y1
1	36,20	44,87	3,80	14,47	1310,64	137,71
2	31,33	123,42	4,82	23,19	981,71	150,88
3	32,30	72,70	4,29	18,37	1043,16	138,44
4	33,71	72,52	4,28	18,35	1136,18	144,40
5	33,71	78,49	4,36	19,04	1136,24	147,07
6	34,17	83,25	4,42	19,55	1167,36	151,08
7	33,38	91,88	4,52	20,43	1114,16	150,89
8	32,66	97,17	4,58	20,94	1066,64	149,46
9	32,39	98,40	4,59	21,06	1049,19	148,64
10	33,12	94,64	4,55	20,70	1097,14	150,71
11	30,83	114,61	4,74	22,48	950,57	146,19
12	28,87	147,12	4,99	24,91	833,54	144,10
Jumlah	392,67	1119,07	53,94	243,51	12886,53	1759,58

Tabel 5. Data regresi untuk model *Underwood*

No	Kecepatan (Us)	Kepadatan (D)	ln(Us)			
	(km/jam) Y1	(smp/km) X1	Y1	X1 <sup>2</sup>	Y1 <sup>2</sup>	X1*Y1
1	36,20	44,87	3,59	2013,27	12,88	161,04
2	31,33	123,42	3,44	15231,45	11,87	425,12
3	32,30	72,70	3,48	5285,91	12,08	252,65
4	33,71	72,52	3,52	5259,77	12,37	255,12
5	33,71	78,49	3,52	6161,38	12,37	276,12
6	34,17	83,25	3,53	6930,72	12,47	293,98
7	33,38	91,88	3,51	8441,02	12,31	322,29
8	32,66	97,17	3,49	9441,27	12,15	338,73
9	32,39	98,40	3,48	9682,56	12,10	342,22
10	33,12	94,64	3,50	8956,36	12,25	331,25
11	30,83	114,61	3,43	13134,92	11,75	392,94
12	28,87	147,12	3,36	21645,21	11,31	494,75
Jumlah	392,67	1119,07	41,84	112183,83	145,91	3886,23

Tabel 5 didapatkan nilai  $b = -0,002$ ,  $a = 3,671$ ,  $U_f = 39,306$ ,  $D_j = 504,674$ ,  $r^2 = 0,859$  sehingga didapatkan hubungan kecepatan dan kepadatan  $U_s = 39,306 \cdot \text{Exp}(-$

$D/504,674)$ , hubungan volume dan kepadatan  $V = D \cdot 39,306 \cdot \text{Exp}(D/504,674)$  dan hubungan volume dan kecepatan  $V = U_s \cdot 504,674 \cdot \ln(39,306/U_s)$ . Setelah



dilakukan analisis menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood* didapatkan hubungan

dari variabel volume (V), kecepatan (Us) dan kepadatan (D) dalam bentuk matematis seperti pada Tabel 6 – 8.

Tabel 6. Hubungan kecepatan dan kepadatan

No	<i>Greenshield</i>		<i>Greenberg</i>		<i>Underwood</i>	
	Us	D	Us	D	Us	D
1	35,82	44,87	24,49	44,87	35,96	44,87
2	30,79	123,42	18,94	123,42	30,78	123,42
3	34,04	72,70	21,84	72,70	34,03	72,70
4	34,05	72,52	21,85	72,52	34,04	72,52
5	33,67	78,49	21,42	78,49	33,64	78,49
6	33,36	83,25	21,10	83,25	33,33	83,25
7	32,81	91,88	20,56	91,88	32,76	91,88
8	32,47	97,17	20,25	97,17	32,42	97,17
9	32,39	98,40	20,18	98,40	32,34	98,40
10	32,63	94,64	20,40	94,64	32,58	94,64
11	31,35	114,61	19,34	114,61	31,32	114,61
12	29,27	147,12	17,98	147,12	29,37	147,12

Tabel 7. Hubungan volume dan kepadatan

No	<i>Greenshield</i>		<i>Greenberg</i>		<i>Underwood</i>	
	V	D	V	D	V	D
1	1607,31	44,87	1098,78	44,87	1613,60	44,87
2	3800,05	123,42	2337,34	123,42	3798,59	123,42
3	2474,77	72,70	1587,94	72,70	2474,29	72,70
4	2469,48	72,52	1585,00	72,52	2469,05	72,52
5	2642,75	78,49	1681,42	78,49	2640,87	78,49
6	2777,53	83,25	1756,44	83,25	2774,62	83,25
7	3014,51	91,88	1888,72	91,88	3010,17	91,88
8	3155,19	97,17	1967,66	97,17	3150,33	97,17
9	3187,47	98,40	1985,83	98,40	3182,54	98,40
10	3088,42	94,64	1930,14	94,64	3083,77	94,64
11	3593,51	114,61	2217,07	114,61	3589,59	114,61
12	4306,61	147,12	2644,54	147,12	4320,47	147,12

Tabel 8. Hubungan volume dan kecepatan

No	<i>Greenshield</i>		<i>Greenberg</i>		<i>Underwood</i>	
	V	Us	V	Us	V	Us
1	1409,10	36,20	191,93	36,20	1502,49	36,20
2	3601,95	31,33	403,68	31,33	3585,05	31,33
3	3226,05	32,30	348,95	32,30	3200,77	32,30
4	2625,16	33,71	281,65	33,71	2613,87	33,71
5	2624,81	33,71	281,62	33,71	2613,54	33,71
6	2415,95	34,17	262,56	34,17	2416,14	34,17
7	2770,66	33,38	296,11	33,38	2753,28	33,38
8	3077,82	32,66	330,34	32,66	3053,12	32,66
9	3188,18	32,39	344,05	32,39	3162,86	32,39
10	2881,80	33,12	307,88	33,12	2860,87	33,12
11	3785,52	30,83	435,22	30,83	3778,55	30,83
12	4428,38	28,87	582,63	28,87	4495,45	28,87

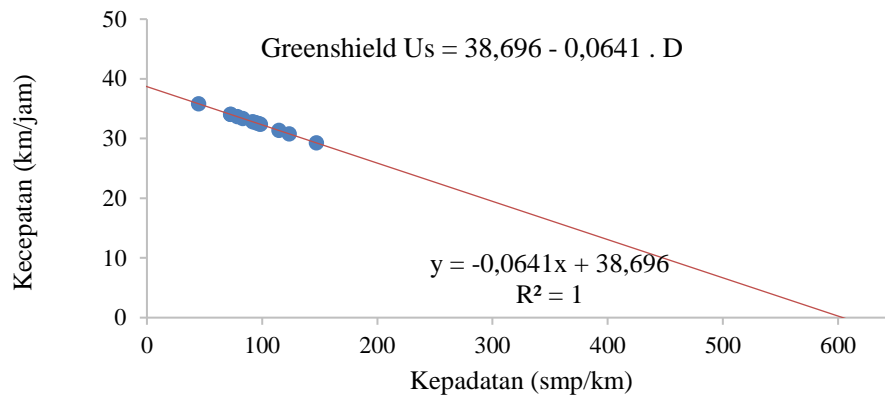
Tabel 8 dapat digunakan untuk membuat grafik dari variabel volume (V), kecepatan (Us) dan kepadatan (D) menggunakan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood* seperti grafik berikut:

a. Hubungan kecepatan dan kepadatan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*

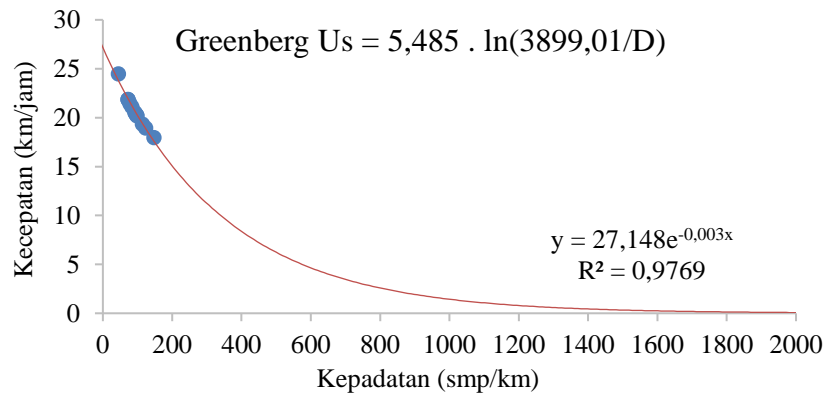
Gambar 2, terlihat, saat kecepatan arus lalu lintas yang bebas ( $U_f$ ) memiliki nilai sekitar 38,696 km/jam kepadatan mendekati nol, Namun, saat mencapai kepadatan kondisi macet ( $D_j$ ), yaitu sekitar 604,12 smp/km, kecepatan lalu lintas turun hingga mencapai nol. Gambar 3, terlihat, ketika kepadatan mendekati nol, kecepatan arus lalu lintas mencapai 45,351 km/jam. Namun, ketika kepadatan mencapai titik jenuh atau kondisi lalu lintas padat sebesar 3899,011 smp/km. Gambar 4, Terlihat bahwa ketika kepadatan

mendekati nol, kecepatan arus lalu lintas mencapai 39,306 km/jam. Namun, ketika kepadatan mencapai titik kepadatan kondisi macet sebesar 504,674 smp/km.

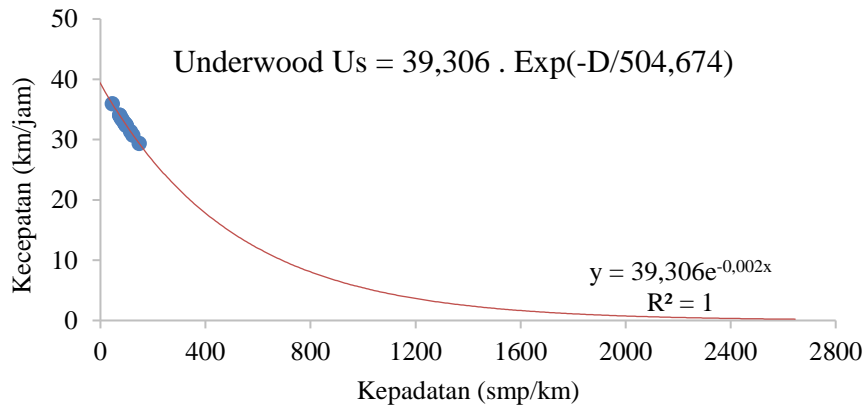
b. Hubungan volume dan kepadatan  
 Gambar 5, terlihat pada kepadatan di mana volume maksimum tercapai, yaitu sekitar 302,06 smp/km, akan ada titik di mana peningkatan kepadatan akan menyebabkan penurunan volume. Gambar 6, terlihat pada tingkat kepadatan di mana volume mencapai maksimum pada 267,288 smp/km, peningkatan kepadatan lebih lanjut akan menyebabkan penurunan volume. Pada gambar 7, terlihat pada tingkat kepadatan di mana volume mencapai maksimum pada 504,674 smp/km, peningkatan kepadatan lebih lanjut akan menyebabkan penurunan volume.



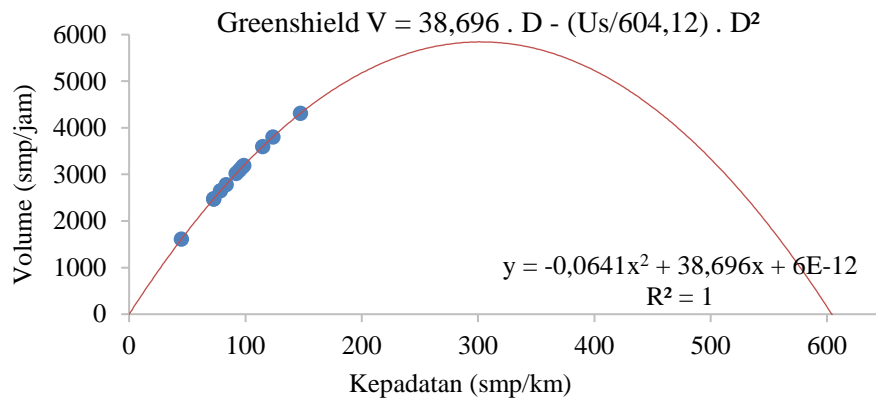
Gambar 2. Hubungan kecepatan-kepadatan model *Greenshield*



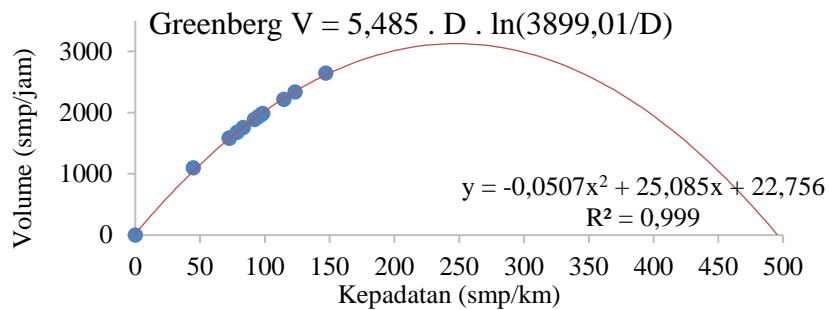
Gambar 3. Hubungan kecepatan-kepadatan model *Greenberg*



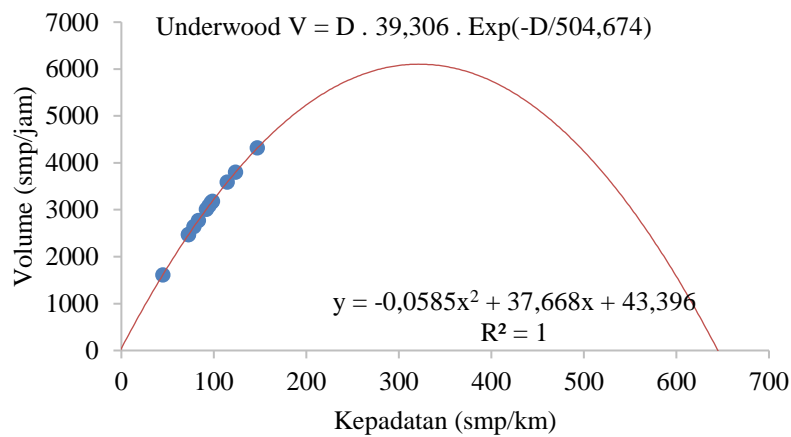
Gambar 4. Hubungan kecepatan-kepadatan model *Underwood*



Gambar 5. Hubungan volume-kepadatan model *Greenshield*



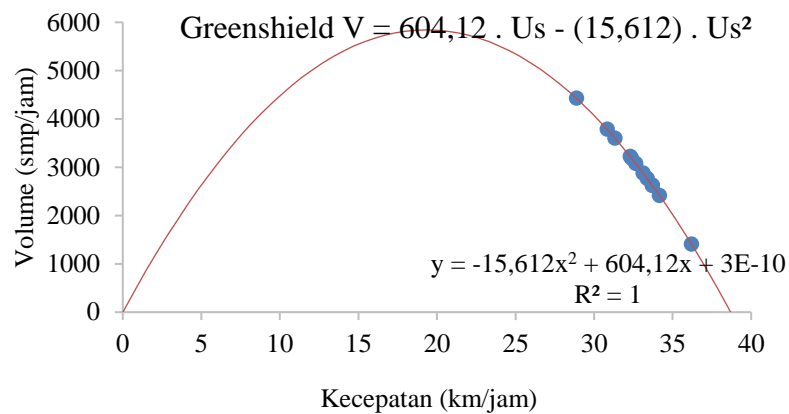
Gambar 6. Hubungan volume-kepadatan model *Greenberg*



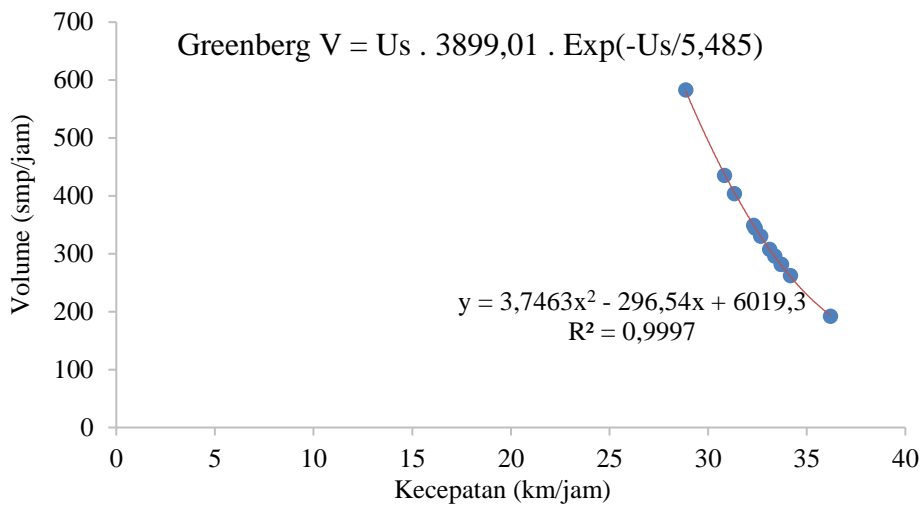
Gambar 7. Hubungan volume-kepadatan model *Underwood*

c. Hubungan volume dan kecepatan  
Gambar 8, terlihat ketika mencapai volume maksimum ( $V_m$ ) sekitar 5844,22 smp/jam, kecepatan lalu lintas pada saat volume maksimum ini mencapai sekitar 19,35 km/jam. Gambar 9, terlihat ketika volume

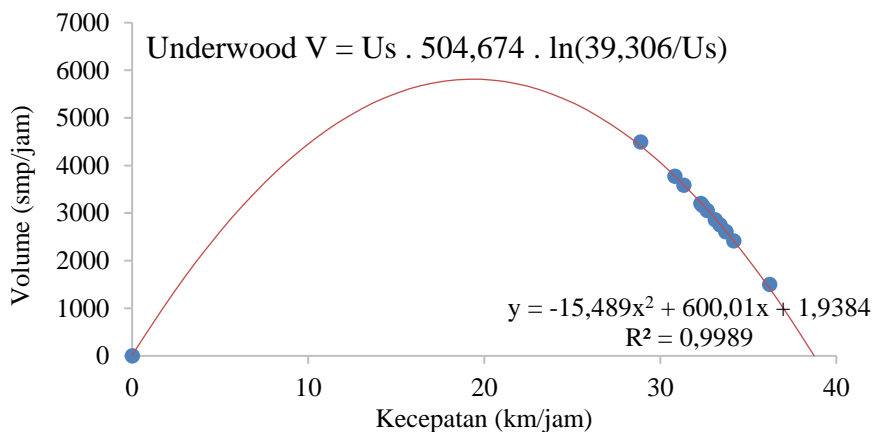
mencapai maksimum ( $V_m$ ) pada 7867,297 smp/jam, kecepatan mencapai 5,485 km/jam. Pada gambar 10, terlihat ketika volume mencapai maksimum ( $V_m$ ) pada 7297,475 smp/jam, kecepatan mencapai 14,460 km/jam.



Gambar 8. Hubungan volume-kecepatan model *Greenshield*



Gambar 9. Hubungan volume-kecepatan model *Greenberg*



Gambar 10. Hubungan volume-kecepatan model *Underwood*

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada ruas Jalan Majapahit didapatkan volume tertinggi sebesar 4247,6 smp/jam yang terjadi pada pukul 17:00-18:00 dan volume terendah sebesar 1624,4 smp/jam pada pukul 06:00-07:00. Kecepatan tertinggi sebesar 36,20 km/jam yang terjadi pada pukul 06:00-07:00 dan kecepatan terendah sebesar 28,87 km/jam yang terjadi pada pukul 17:00-18:00. Kepadatan tertinggi sebesar 147,12 smp/km yang terjadi pada pukul 17:00-18:00 dan kepadatan terendah sebesar 44,87 smp/km yang terjadi pada pukul 06:00-07:00. Diperoleh hubungan volume, kecepatan dan kepadatan dengan model *Greenshield*: hubungan kecepatan dan kepadatan  $U_s = 38,696 - 0,064 \cdot D$ , hubungan volume dan kepadatan  $V = 38,696 \cdot D - 0,064$  dan hubungan volume dan kecepatan  $V = 604,118 \cdot U_s - 15,612$ . Dengan model *Greenberg*: hubungan kecepatan dan kepadatan  $U_s = 5,485 \cdot \ln(3899,011/D)$ , hubungan volume dan kepadatan  $V = 5,485 \cdot D \cdot \ln(3899,011/D)$ , dan hubungan volume dan kecepatan  $V = U_s \cdot 3899,011 \cdot \exp(U_s/5,485)$ . Dengan model *Underwood*: hubungan kecepatan dan kepadatan  $U_s = 39,306 \cdot \exp(-D/504,674)$ , hubungan volume dan kepadatan  $V = D \cdot 39,306 \cdot \exp(-D/504,674)$  dan hubungan volume dan kecepatan  $V = U_s \cdot 504,674 \cdot \ln(39,306/U_s)$ .

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*, Direktorat Jendral Bina Marga,

Jakarta.

- Juanda, A., Isya, M., Fadhly, N., 2019, Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Dengan Model *Greenshields*, *Greenberg*, Dan *Underwood* Pada Ruas Jalan Luar Kota Kawasan Gunung Geurutee. *J. Arsip Rekayasa Sipil Dan Perenc.*, 2 (4), 287–293.
- Jusnaini, 2020, Analisa Pengaruh Jarak U-Turn Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus Di Jalan Majapahit, Kekalik, Kota Mataram). Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Julianto, E.N., 2010, Hubungan Antara Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (UNNES).
- Kriswardhana, W., Widanar, M.S., Arifin, S., Sulistyono, S., 2020, Model Hubungan Arus, Kecepatan, Dan Kepadatan Di Jalan Empat Lajur Dua Arah. *TERAS J. 10* (1), 89.
- Morlok K. Edward, 1984, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Nurinda Abdi, G., Priyanto, S., Malkamah, S., 2019, Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. *Teknisia*, XXIV (1), 55–64.
- Saputra, B., Savitri, D., 2021, Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-Lintas Berdasarkan Model

- Greenshield, Greenberg dan Underwood. J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas, 5 (1).*
- Tamin, O. Z., 2000, *Perencanaan dan pemodelan transportasi*, ITB, Bandung.
- Tanti, Y., Agustaniah, R., 2018, Studi Hubungan Antara Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Pada Ruas Jalan Slamet Riyadi Samarinda. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Zulrehansyah, M., 2021, Analisis Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalu Lintas Dengan Metode *Greenshield* Dan *Greenberg* (Studi Kasus: Simpang Jl. Paus – Simpang Jl. Terubuk). Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru.