

# Model Hubungan Persamaan Antara Kecepatan, Kepadatan dan Volume Lalulintas Ruas Jalan Arteri Primer Kabupaten Gowa

Risma Nofianti Idris<sup>1</sup>, Sainuddin<sup>2</sup>, Ummu Kalsum Basman<sup>3</sup>, Almayana alwi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sulawesi Barat, <sup>2</sup>Universitas Sulawesi Barat, <sup>3</sup>Universitas Sulawesi Barat, <sup>4</sup>Universitas Sulawesi Barat  
[rismanofianti@unsulbar.ac.id](mailto:rismanofianti@unsulbar.ac.id), [sainuddin@unsulbar.ac.id](mailto:sainuddin@unsulbar.ac.id), [ummukalsumbasman@unsulbar.ac.id](mailto:ummukalsumbasman@unsulbar.ac.id),  
[almayana.alwi@unsulbar.ac.id](mailto:almayana.alwi@unsulbar.ac.id)

## Abstrak

Transportasi merupakan hal yang penting dan melekat dalam segala aktivitas masyarakat, berpengaruh terhadap setiap orang baik langsung maupun tidak langsung. Permasalahan lalu lintas jalan raya merupakan suatu permasalahan yang kompleks dalam dunia transportasi darat terutama transportasi perkotaan. Tujuan dalam penelitian ini Menganalisis karakteristik arus lalu lintas, serta Menganalisis hubungan model matematis dan grafis dari jalan arteri primer dengan menggunakan model terbaik dengan model Greenshield, Greenberg dan Underwood. Lokasi penelitian ini berada di Jalan Sultan Hasanuddin Kabupaten Gowa. Dari ruas jalan tersebut dibagi menjadi tiga titik penelitian yaitu diawal ruas, ditengah dan diakhir ruas jalan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan, Karakteristik arus lalu lintas Jalan Sultan Hasanuddin dimana pada titik 3 menjadi arus lalu lintas yang paling padat dengan ruas arah Gowa-Makassar 2697 smp/jam, kecepatan rata-rata 14,028 km/jam dengan nilai kepadatan 192.254 dan nilai kapasitas 2437,89 smp/jam. Model terbaik dari data hasil survei lapangan adalah model eksponensial Underwood untuk kondisi dibawah nilai kepadatan macet (D). Hal tersebut berdasarkan nilai determinasi ( $R^2$ ) = 0.9615 yang terbaik, bila dibandingkan dengan model lainnya.

**Kata kunci: Metode Greenshield, Metode Greenberg, Metode Underwood, Kecepatan arus lalu lintas, kerapatan lalu lintas.**

## Abstract

Transportation is an important thing and inherent in all community activities, affecting everyone both directly and indirectly. The problem of highway traffic is a complex problem in the world of land transportation, especially urban transportation. The objectives of this study are (1) To analyze the characteristics of traffic flow on primary arterial roads in Gowa Regency. (2) Analyze the relationship between mathematical and graphic models of primary arterial roads in Gowa Regency by using the best model with the Greenshield, Greenberg and Underwood

models. The location of this research is on Jalan Sultan Hasanuddin, Gowa Regency. The road section is divided into three research points, namely at the beginning of the section, in the middle and at the end of the road section. The results of the study show that the characteristics of the traffic flow of Jalan Sultan Hasanuddin where at point 3 is the most congested traffic flow with the Gowa - Makassar section of 2697 smp/h, an average speed of 14,028 km/h with a density of 192,254 and a capacity value of 2437.89 smp/h. The best model of the field survey data is the Underwood exponential model for conditions below the traffic density value (D). This is based on the determination value ( $R^2$ ) = 0.9615 which is the best, when compared to other models.

**Keywords: Greenshield Method, Greenberg Method, Underwood Method, Traffic flow velocity, traffic density.**

## I. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan suatu hal yang penting dan melekat dalam segala aktivitas masyarakat, berpengaruh terhadap setiap orang baik langsung maupun tidak langsung. Suatu aktivitas perjalanan dan pergerakan sudah menjadi bagian kehidupan kita sehari-hari di perkotaan maupun di pedesaan, dan penyediaan (demand) sarana dan prasarana transportasi yang memadai, merupakan masalah bagi kita semua pada saat ini, maupun pada masa yang akan datang. (Syafuruddin Rauf, 2004). Permasalahan transportasi diperkotaan timbul terutama disebabkan karena tingginya tingkat urbanisasi, pertumbuhan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi, serta populasi dan pergerakan yang meningkat dengan pesat setiap harinya (Timpal & Theo K. Sendow, 2018). Suatu peningkatan dalam volume lalu lintas akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume (flow) dengan kecepatan (speed) serta kepadatan (density). Teori pergerakan arus lalu lintas dapat menjelaskan mengenai kualitas dan kuantitas dari

arus lalu lintas, sehingga dapat diterapkan dalam kebijakan atau pemilihan sistem yang paling tepat untuk menampung lalu lintas yang ada pada saat sekarang, dan mengantisipasi demand di masa yang akan datang. Studi menganalisis arus lalu lintas dengan pendekatan matematis dan grafis untuk dapat menggambarkan perilaku arus lalu lintas, hubungannya dengan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas, antara lain telah dilakukan oleh Geenshield, Greenberg dan Underwood.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Jalan Sultan Hasanuddin Kabupaten Gowa



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Titik Pengamatan 1



Gambar 3. Titik Pengamatan 2



Gambar 4. Titik Pengamatan 3

### 2.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder dimana data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas data kecepatan kendaraan (spot speed) dan data volume lalu lintas pada ruas jalan arteri kabupaten gowa dan data sekunder terdiri atas data mengenai kondisi geometrik jalan, dan kondisi perkerasan dan panjang ruas jalan serta peta jalan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

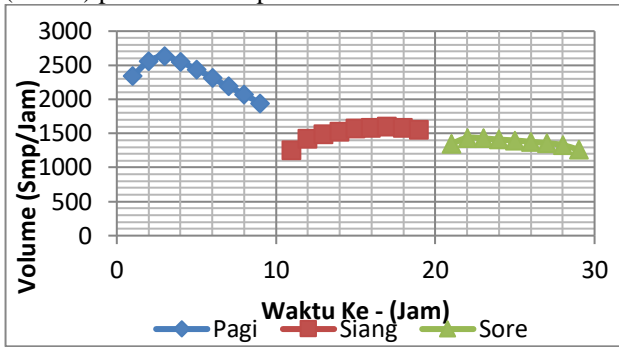
### 3.1 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Pada penelitian ini Pengumpulan data diperoleh berdasarkan survey pendahuluan dan pengambilan data berdasarkan hari yaitu: Hari kerja dan hari libur yaitu Senin, Rabu, Jumat, Sabtu dan Minggu. Oleh karena itu pengamatan langsung lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan kerapatan dan kecepatan lalu lintas yaitu volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan lebar efektif jalan, kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data. Pengambilan data dari masing-masing jenis kelompok kendaraan dihitung jumlahnya setiap periode pengamatan yaitu periode waktu 15 menit selama 1 jam, kemudian diambil volume tertinggi disetiap ruas jalannya.

#### 3.1.1 Analisa Volume Lalu Lintas

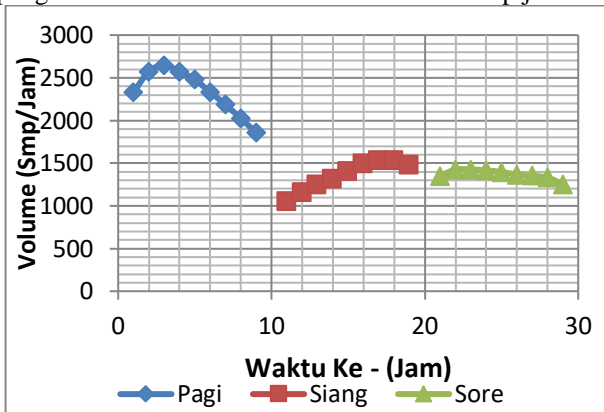
Analisis volume lalu lintas pada titik pengamatan didapatkan jam puncak terjadi pada hari senin pada Jln.

Sultan Hasanuddin pada Titik 3 arah Gowa – Makassar (masuk) periode waktu pukul 07.00 – 08.00 wita



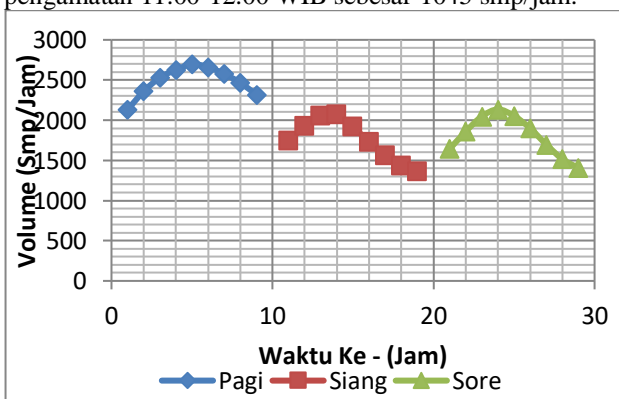
Gambar 5. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 1

Pada gambar 5 terlihat bahwa volume yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 6.30-7.30 WITA sebesar 2633 smp/jam dan volume terkecil pada waktu pengamatan 11.00-12.00 WIB sebesar 1242 smp/jam.



Gambar 6. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 2

Pada gambar 6 terlihat bahwa volume yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 6.30-7.30 WITA sebesar 2648 smp/jam dan volume terkecil pada waktu pengamatan 11.00-12.00 WIB sebesar 1045 smp/jam.

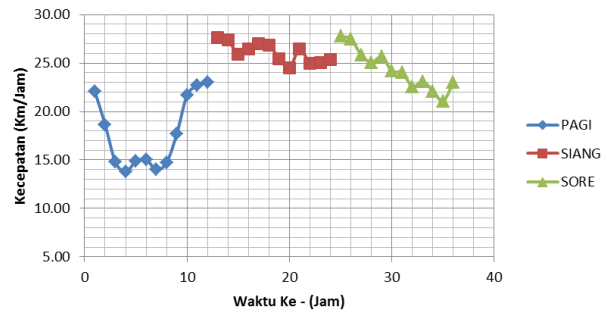


Gambar 7. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 3

Pada gambar 7 terlihat bahwa volume yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 7.00-8.00 WITA

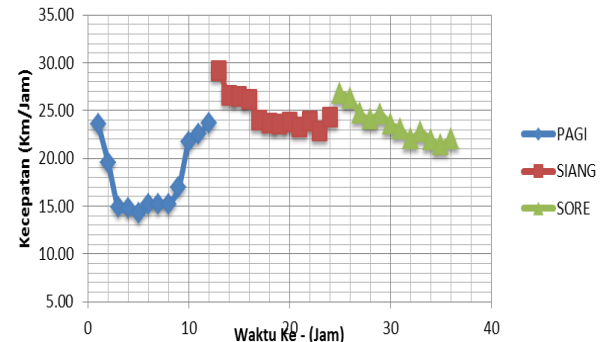
sebesar 2697 smp/jam dan volume terkecil pada waktu pengamatan 13.00-14.00 WIB sebesar 1360 smp/jam.

### 3.1.2 Analisa Volume Lalu Lintas



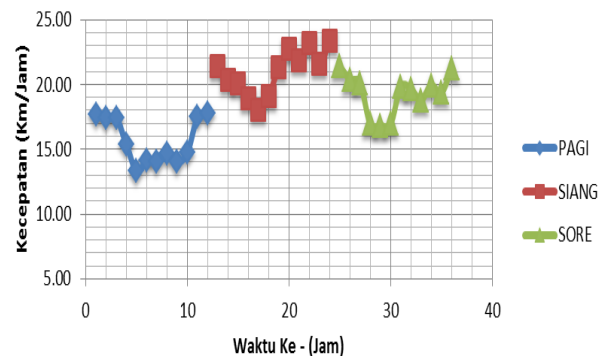
Gambar 8. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 1

Pada gambar 8 terlihat bahwa kecepatan yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 11.00-12.00 WITA sebesar 26.83 km/jam dan kecepatan terkecil pada waktu pengamatan 6.45-7.45 WITA sebesar 14.42 km/jam.



Gambar 9. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 2

Pada gambar 9 terlihat bahwa kecepatan yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 11.00-12.00 WITA sebesar 27.12 km/jam dan kecepatan terkecil pada waktu pengamatan 6.30-7.30 WITA sebesar 14.80 km/jam.



Gambar 10. Grafik untuk volume lalu lintas terhadap waktu pengamatan di jalan Sultan Hasanuddin Titik 3

Pada gambar 10 terlihat bahwa kecepatan yang terbesar diperoleh pada waktu pengamatan 13.00-14.00 WITA

sebesar 22.49 km/jam dan kecepatan terkecil pada waktu pengamatan 7.00-8.00 WITA sebesar 14.03 km/jam.

### 3.1.3 Kerapatan Kendaraan

Kerapatan kendaraan didapatkan dengan menggunakan persamaan :

$$D = Q / S \text{ (Kend/km).}$$

Dimana :  
 D = Kerapatan kendaraan;  
 Q = Arus / Volume kendaraan  
 S = Kecepatan rata-rata ruang

Setelah diketahui volume dan kecepatan pada jam puncak yaitu pada ruas Jalan Sultan Hasanuddin Titik 3 pada saat jam puncak Pukul 7.00-8.00 WITA, maka analisis kerapatan lalu lintas dapat dihitung.

Hasil selengkapnya analisis kerapatan arus lalu lintas disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 1. Hasil Analisis Kepadatan**

Nama Ruas	Arah Pergerakan	Volume Puncak (smp/jam)	Kec. Rata-Rata (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Gowa - Mks	2633	14.61	180.19
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		2647	14.80	178.90
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		2697	14.03	192.26
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Mks - Gowa	993	28.86	34.39
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		1011	29.90	33.80
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		883	27.85	31.70

### 3.1.4 Analisa Kapasitas

Analisis kapasitas jalan Sultan Hasanuddin didapatkan dari persamaan :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

**Tabel 2. Hasil analisa kapasitas**

Nama Ruas	C <sub>0</sub>	FC <sub>w</sub>	FC <sub>sp</sub>	FC <sub>sf</sub>	FC <sub>cs</sub>	C
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	6000	1.00	1.00	0.98	0.94	5527.20
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2	6000	0.95	1.00	0.95	0.94	5090.10
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3	6000	0.91	1.00	0.95	0.94	4875.78

### 3.1.5 Analisa Derajat Kejenuhan

Analisis kapasitas jalan Sultan Hasanuddin didapatkan dari persamaan :

$$DS = Q / C$$

**Tabel 3. Hasil analisa derajat kejenuhan**

Nama Ruas	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS = Q/C
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	3626	5527.20	0.66

Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2	3658	5090.10	0.72
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3	3580	4875.78	0.73

## 3.2. Pembahasan Karakteristik Lalu Lintas

### 3.2.1 Hubungan antara kecepatan, kerapatan dan arus

- Metode Greenshield
- Menentukan Sff dan Dj

**Tabel 4. Perhitungan Model Greenshield Jalan Sultan Hasanuddin Titik 3**

Waktu	V smp/jam	S km/ jam	D= v/s=x	X <sup>2</sup>	Xi . Yi
06.00 - 07.00	2131	16.967	125.571	15768.024	2130.600
06.15 - 07.15	2359	15.876	148.581	22076.335	2358.900
06.30 - 07.30	2530	15.050	168.086	28252.807	2529.700
06.45 - 07.45	2626	14.201	184.914	34193.011	2626.000
07.00 - 08.00	2697	14.028	192.254	36961.492	2696.900
07.15 - 08.15	2661	14.199	187.402	35119.394	2660.900
07.30 - 08.30	2576	14.354	179.487	32215.583	2576.400
07.45 - 08.45	2466	15.223	161.990	26240.601	2466.000
08.00 - 09.00	2317	16.006	144.739	20949.350	2316.750
11.00 - 12.00	1742	20.214	86.182	7427.393	1742.100
11.15 - 12.15	1926	19.385	99.373	9875.070	1926.350
11.30 - 12.30	2049	19.073	107.433	11541.868	2049.100
11.45 - 12.45	2064	19.377	106.530	11348.584	2064.250
12.00 - 13.00	1918	20.325	94.385	8908.564	1918.350
12.15 - 13.15	1727	21.263	81.210	6595.082	1726.750
12.30 - 13.30	1554	22.272	69.793	4871.017	1554.450
12.45 - 13.45	1433	22.327	64.193	4120.683	1433.200
13.00 - 14.00	1360	22.493	60.458	3655.160	1359.900
16.00 - 17.00	1642	19.713	83.311	6940.763	1642.350
16.15 - 17.15	1859	18.568	100.136	10027.283	1859.350
16.30 - 17.30	2048	17.705	115.652	13375.470	2047.600
16.45 - 17.45	2135	17.625	121.122	14670.561	2134.750
17.00 - 18.00	2054	18.304	112.192	12587.056	2053.600
17.15 - 18.15	1899	18.799	101.005	10201.914	1898.750
17.30 - 18.30	1697	19.550	86.819	7537.624	1697.350
17.45 - 18.45	1516	19.438	77.998	6083.766	1516.100
18.00 - 19.00	1406	19.832	70.886	5024.792	1405.800
jumlah	54392.25	492.17	3131.70	406569.25	54392.25
Rata - rata	2014.53	18.23	115.99	15058.120	2014.53

**Tabel 51. Hasil Analisis Metode Greenshield**

Nama Ruas	$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma(X*Y)$	$\Sigma X^2$	A/Y	B/X
Jln. Sultan Hasanudin Titik 1	2331.78	601.30	46855.05	255268.36	22.27	86.36
Jln. Sultan Hasanudin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 1	1766.2	593.91	37394.10	129756.72	22.00	65.42
Jln. Sultan Hasanudin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 1	1813.5	590.74	38107.00	137326.44	21.88	67.17
Jln. Sultan Hasanudin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 1	1134.3	633.29	26479.15	49052.14	23.46	42.01
Jln. Sultan Hasanudin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanudin Titik 3						

- Menentukan hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kecepatan (S)

**Tabel 6. Nilai Arus Maksimum Model Greenshield**

Nama Ruas	Rumus	Qm
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2,454
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2488.829
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2602.306
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2008.715
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2030.528
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3	$Q_m = (D_j.S_{ff}) / 4$	2049.154

b. Metode Greenberg

- Menentukan Sff dan Dj

**Tabel 7. Perhitungan Model Greenberg Jalan Sultan Hasanuddin Titik 3**

Waktu	V smp/jam	S = Yi km/ jam	D= v/s	Log e D=xi	Xi . Yi	Xi <sup>2</sup>
06.00 - 07.00	2131	16.967	125.571	4.833	82.001	23.357
06.15 - 07.15	2359	15.876	148.581	5.001	79.399	25.011
06.30 - 07.30	2530	15.050	168.086	5.124	77.124	26.260
06.45 - 07.45	2626	14.201	184.914	5.220	74.129	27.247
07.00 - 08.00	2697	14.028	192.254	5.259	73.770	27.655
07.15 - 08.15	2661	14.199	187.402	5.233	74.307	27.387
07.30 - 08.30	2576	14.354	179.487	5.190	74.500	26.937
07.45 - 08.45	2466	15.223	161.990	5.088	77.449	25.883

Waktu	V smp/jam	S = Yi km/ jam	D= v/s	Log e D=xi	Xi . Yi	Xi <sup>2</sup>
08.00 - 09.00	2317	16.006	144.739	4.975	79.631	24.750
11.00 - 12.00	1742	20.214	86.182	4.456	90.084	19.860
11.15 - 12.15	1926	19.385	99.373	4.599	89.149	21.150
11.30 - 12.30	2049	19.073	107.433	4.677	89.203	21.873
11.45 - 12.45	2064	19.377	106.530	4.668	90.461	21.794
12.00 - 13.00	1918	20.325	94.385	4.547	92.424	20.679
12.15 - 13.15	1727	21.263	81.210	4.397	93.493	19.334
12.30 - 13.30	1554	22.272	69.793	4.246	94.558	18.025
12.45 - 13.45	1433	22.327	64.193	4.162	92.921	17.321
13.00 - 14.00	1360	22.493	60.458	4.102	92.266	16.826
16.00 - 17.00	1642	19.713	83.311	4.423	87.184	19.559
16.15 - 17.15	1859	18.568	100.136	4.607	85.535	21.220
16.30 - 17.30	2048	17.705	115.652	4.751	84.108	22.568
16.45 - 17.45	2135	17.625	121.122	4.797	84.543	23.009
17.00 - 18.00	2054	18.304	112.192	4.720	86.400	22.280
17.15 - 18.15	1899	18.799	101.005	4.615	86.759	21.300
17.30 - 18.30	1697	19.550	86.819	4.464	87.269	19.926
17.45 - 18.45	1516	19.438	77.998	4.357	84.683	18.981
18.00 - 19.00	1406	19.832	70.886	4.261	84.505	18.157
<b>Jumlah</b>	<b>54392.25</b>	<b>492.17</b>	<b>3131.70</b>	<b>126.77</b>	<b>2287.85</b>	<b>598.35</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>2014.53</b>	<b>18.23</b>	<b>115.99</b>	<b>4.70</b>	<b>84.74</b>	<b>22.16</b>

**Tabel 8. Hasil Analisis Metode Greenberg**

Nama Ruas	$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma(X*Y)$	$\Sigma X^2$	A/Y	B/X
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	117.36	601.30	2562.24	515.60	22.27	4.35
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	117.02	583.36	2483.63	512.72	21.61	4.33
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	126.77	492.17	2287.85	598.35	18.23	4.70
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	111.29	593.91	2427.04	461.89	22.00	4.12
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	111.95	590.74	2427.21	467.44	21.88	4.15
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	100.43	633.29	2352.09	374.67	23.46	3.72
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2						
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3						

- Menentukan hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kecepatan (S)

**Tabel 9. Nilai Arus Maksimum Model Greenberg**

Nama Ruas	Rumus	Qm
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Gowa - Makassar Makassar	Qm = (Dj.Sff) / e 19151
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		Qm = (Dj.Sff) / e 23404
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		Qm = (Dj.Sff) / e 25427
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Keluar	Qm = (Dj.Sff) / e 29587
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		Qm = (Dj.Sff) / e 28268
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		Qm = (Dj.Sff) / e 1110221

Waktu	V smp/jam	S km/ jam	D= v/s=x	Ln e S=Yi	Xi . Yi	Xi <sup>2</sup>
17.30 - 18.30	1697.35	19.550	86.819	2.973	258.114	7537.624
17.45 - 18.45	1516.10	19.438	77.998	2.967	231.438	6083.766
18.00 - 19.00	1405.80	19.832	70.886	2.987	211.756	5024.792
<b>Jumlah</b>	<b>54392.25</b>	<b>492.17</b>	<b>3131.70</b>	<b>78.10</b>	<b>8905.77</b>	<b>406569.25</b>
<b>Rata - Rata</b>	<b>2014.53</b>	<b>18.23</b>	<b>115.99</b>	<b>2.89</b>	<b>329.84</b>	<b>15058.12</b>

c. Metode Underwood

- Menentukan Sff dan Dj

**Tabel 10. Perhitungan Model Underwood Jalan Sultan Hasanuddin Titik 3**

Waktu	V smp/jam	S km/ jam	D= v/s=x	Ln e S=Yi	Xi . Yi	Xi <sup>2</sup>
06.00 - 07.00	2130.60	16.967	125.571	2.831	355.527	15768.024
06.15 - 07.15	2358.90	15.876	148.581	2.765	410.800	22076.335
06.30 - 07.30	2529.70	15.050	168.086	2.711	455.745	28252.807
06.45 - 07.45	2626.00	14.201	184.914	2.653	490.636	34193.011
07.00 - 08.00	2696.90	14.028	192.254	2.641	507.750	36961.492
07.15 - 08.15	2660.90	14.199	187.402	2.653	497.208	35119.394
07.30 - 08.30	2576.40	14.354	179.487	2.664	478.162	32215.583
07.45 - 08.45	2466.00	15.223	161.990	2.723	441.068	26240.601
08.00 - 09.00	2316.75	16.006	144.739	2.773	401.359	20949.350
11.00 - 12.00	1742.10	20.214	86.182	3.006	259.097	7427.393
11.15 - 12.15	1926.35	19.385	99.373	2.964	294.592	9875.070
11.30 - 12.30	2049.10	19.073	107.433	2.948	316.744	11541.868
11.45 - 12.45	2064.25	19.377	106.530	2.964	315.765	11348.584
12.00 - 13.00	1918.35	20.325	94.385	3.012	284.273	8908.564
12.15 - 13.15	1726.75	21.263	81.210	3.057	248.256	6595.082
12.30 - 13.30	1554.45	22.272	69.793	3.103	216.591	4871.017
12.45 - 13.45	1433.20	22.327	64.193	3.106	199.368	4120.683
13.00 - 14.00	1359.90	22.493	60.458	3.113	188.219	3655.160
16.00 - 17.00	1642.35	19.713	83.311	2.981	248.376	6940.763
16.15 - 17.15	1859.35	18.568	100.136	2.921	292.543	10027.283
16.30 - 17.30	2047.60	17.705	115.652	2.874	332.366	13375.470
16.45 - 17.45	2134.75	17.625	121.122	2.869	347.536	14670.561
17.00 - 18.00	2053.60	18.304	112.192	2.907	326.158	12587.056
17.15 - 18.15	1898.75	18.799	101.005	2.934	296.326	10201.914

**Tabel 11. Hasil Analisis Metode Underwood**

Nama Ruas	ΣX	ΣY	Σ(X*Y)	ΣX <sup>2</sup>	A/Y	B/X	
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Gowa - Makassar	2331.78	83.19	6929.61	255268.36	3.08	86.36
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		2303.29	82.53	6822.44	248399.02	3.06	85.31
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		3131.70	78.10	8905.77	406569.25	2.89	115.99
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Mks - Gowa	1766.26	83.28	5378.59	129756.72	3.08	65.42
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		1813.52	83.13	5508.06	137326.44	3.08	67.17
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		1134.33	85.17	3572.88	49052.14	3.15	42.01

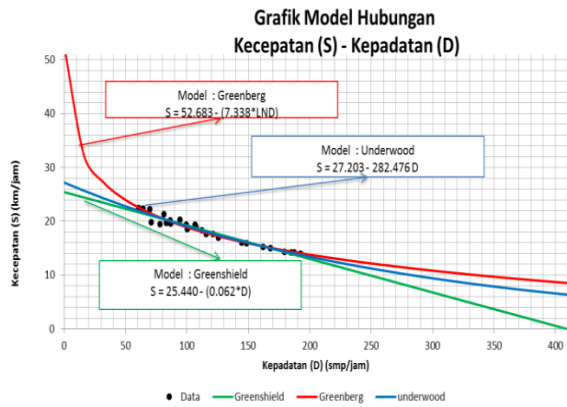
- Menentukan hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kepadatan (D), Volume (Q) – Kecepatan (S)

**Tabel 12. Nilai Arus Maksimum Model Underwood**

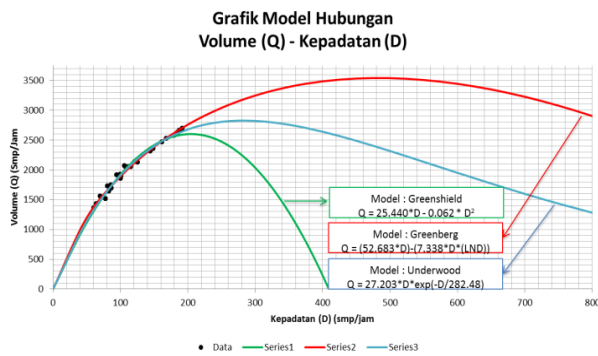
Nama Ruas	Rumus	Qm
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Gowa - Makassar	Qm = (Dm.Sff) / e 2548
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		Qm = (Dm.Sff) / e 2667
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		Qm = (Dm.Sff) / e 2827
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 1	Keluar	Qm = (Dm.Sff) / e 2263
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 2		Qm = (Dm.Sff) / e 2280
Jln. Sultan Hasanuddin Titik 3		Qm = (Dm.Sff) / e 2652

**3.2.2 Grafik Model Hubungan antara Kecepatan, Kerapatan, dan Arus**

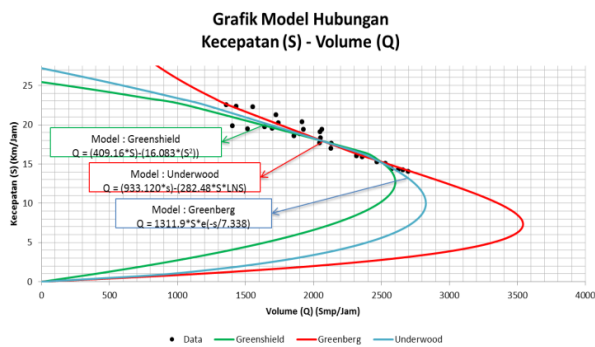
a. Model Hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D)



b. Model Hubungan Volume (Q) – Kepadatan (D)



c. Model Hubungan Kecepatan (S) – Volume (Q)



Berdasarkan hasil perhitungan uji  $R^2$  ketiga model tersebut untuk hubungan antara kecepatan-kepadatan nilai  $R^2$  tertinggi terdapat pada model *Greenberg* dengan nilai  $R^2 = 0.90$  dan model  $S = 52.68 - 7.34 \ln D$ . Hubungan antara volume-kepadatan nilai  $R^2$  tertinggi terdapat pada model *Underwood* dengan nilai  $R^2 = 0.96$  dan model  $Q = 27.2 D \exp (-D/282.48)$ . Hubungan antara volume-kecepatan nilai  $R^2$  tertinggi terdapat pada model *Greenshield* dengan nilai  $R^2 = 0.89$  dan model  $Q = 409.16 S - 16.08 S^2$ .

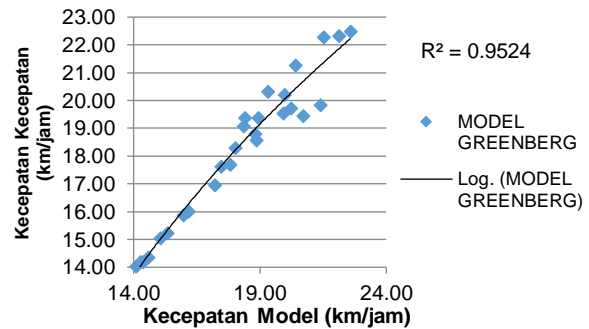
1. Validasi Model

a. Kecepatan (S) – Kepadatan (D)

Tabel 2. Uji Model Hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D)

No	Kepadatan	Kecepatan Model ( $S = 52.68 - 7.34 \ln D$ )	Kecepatan Survei
1	125.57	17.21	16.97
2	148.58	15.97	15.88
3	168.09	15.07	15.05
4	184.91	14.37	14.20
5	192.25	14.08	14.03
6	187.40	14.27	14.20
7	179.49	14.58	14.35
8	161.99	15.34	15.22
9	144.74	16.16	16.01
10	86.18	19.97	20.21
11	99.37	18.92	19.38
12	107.43	18.35	19.07
13	106.53	18.41	19.38
14	94.39	19.30	20.32
15	81.21	20.41	21.26
16	69.79	21.52	22.27
17	64.19	22.13	22.33
18	60.46	22.57	22.49
19	83.31	20.22	19.71
20	100.14	18.87	18.57
21	115.65	17.81	17.70
22	121.12	17.47	17.62
23	112.19	18.03	18.30
24	101.00	18.80	18.80
25	86.82	19.92	19.55
26	78.00	20.70	19.44
27	70.89	21.40	19.83

Berdasarkan hasil perhitungan uji model *Greenberg* hubungan kecepatan-kepadatan dengan model  $S = 52.68 - 7.34 \ln D$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.95$  sementara berdasarkan hasil survei didapatkan nilai  $R^2 = 0.90$ .



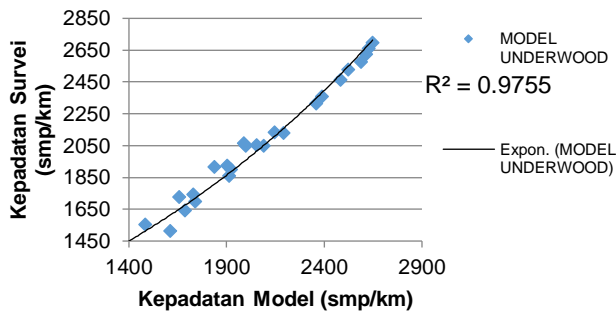
Gambar 111. Uji Model Kecepatan (S) – Kepadatan (D)  
b. Volume (Q) – Kepadatan (D)

Tabel 3. Uji Model Hubungan Volume (Q) – Kepadatan (D)

No	Kecepatan	Kepadatan Model $Q = 27.2 D \exp (-D/282.48)$	Kepadatan Survei
1	16.97	2313	2131
2	15.88	2443	2359
3	15.05	2516	2530
4	14.20	2568	2626

No	Kecepatan	Kepadatan Model $Q = 27.2 D \exp(-D/282.48)$	Kepadatan Survei
5	14.03	2575	2697
6	14.20	2568	2661
7	14.35	2560	2576
8	15.22	2502	2466
9	16.01	2429	2317
10	20.21	1700	1742
11	19.38	1889	1926
12	19.07	1954	2049
13	19.38	1891	2064
14	20.32	1674	1918
15	21.26	1430	1727
16	22.27	1136	1554
17	22.33	1120	1433
18	22.49	1068	1360
19	19.71	1817	1642
20	18.57	2053	1859
21	17.70	2204	2048
22	17.62	2216	2135
23	18.30	2102	2054
24	18.80	2009	1899
25	19.55	1853	1697
26	19.44	1878	1516
27	19.83	1790	1406

Berdasarkan hasil perhitungan uji model *Underwood* hubungan kecepatan-kepadatan dengan model  $Q = 27.2D \exp(-D/282.48)$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.98$  sementara berdasarkan hasil survei nilai  $R^2 = 0.96$ .



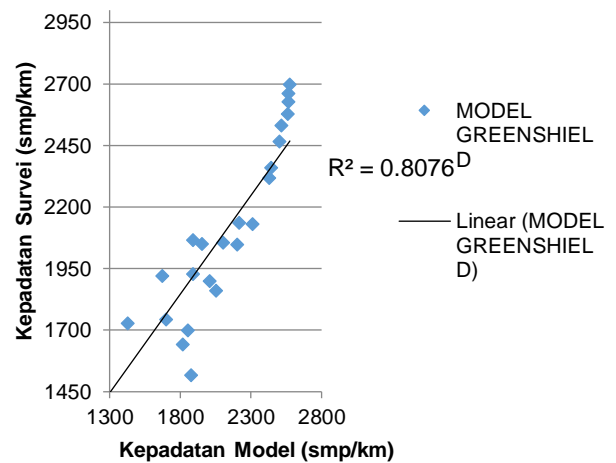
Gambar 122. Uji Model Volume (Q) – Kepadatan (D)  
c. Volume (Q) – Kecepatan (S)

Tabel 4. Uji Model Hubungan Volume (Q) – Kepadatan (D)

No	Kecepatan	Kepadatan Model $Q = 409.16 S - 16.08 S^2$	Kepadatan Survei
1	125.57	2190	2131
2	148.58	2388	2359
3	168.09	2522	2530
4	184.91	2614	2626
5	192.25	2648	2697
6	187.40	2626	2661

No	Kecepatan	Kepadatan Model $Q = 409.16 S - 16.08 S^2$	Kepadatan Survei
7	179.49	2586	2576
8	161.99	2483	2466
9	144.74	2358	2317
10	86.18	1728	1742
11	99.37	1901	1926
12	107.43	1998	2049
13	106.53	1987	2064
14	94.39	1838	1918
15	81.21	1657	1727
16	69.79	1483	1554
17	64.19	1391	1433
18	60.46	1328	1360
19	83.31	1687	1642
20	100.14	1911	1859
21	115.65	2089	2048
22	121.12	2146	2135
23	112.19	2051	2054
24	101.00	1921	1899
25	86.82	1737	1697
26	78.00	1610	1516
27	70.89	1500	1406

Berdasarkan hasil perhitungan uji model *Greenshield* hubungan kecepatan-kepadatan dengan model  $Q = 409.16 S - 16.08 S^2$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.81$  sementara berdasarkan hasil survei lapangan didapatkan nilai  $R^2 = 0.89$ .



Gambar 133. Uji Model Volume (Q) – Kecepatan (S)

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data lapangan yang telah disajikan, maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik arus lalu lintas jalan arteri primer Sultan Hasanuddin diperoleh nilai derajat kejenuhan antara 0.66 sampai 0.73 dimana nilai tersebut termasuk tingkat pelayanan C dengan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan dan pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.
2. Ketiga model yang diperoleh berdasarkan data hasil analisis untuk digunakan permodelan hubungan antara volume-kecepatan-kepadatan pada jalan arteri primer Kabupaten Gowa ruas Sultan Hasanuddin yaitu:
  - a. Model Greenberg dengan hubungan Kecepatan-kepadatan model  $S = 52.68 - 7.34 \ln D$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.95$  sementara berdasarkan hasil survei didapatkan nilai  $R^2 = 0.90$ .
  - b. Model Underwood dengan hubungan kecepatan-kepadatan model  $Q = 27.2D \exp (-D/282.48)$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.98$  sementara berdasarkan hasil survei nilai  $R^2 = 0.96$
  - c. Model Greenshield dengan hubungan kecepatan-kepadatan model  $Q = 409.16 S - 16.08 S^2$  didapatkan nilai  $R^2 = 0.81$  sementara berdasarkan hasil survei dilapangan didapatkan nilai  $R^2 = 0.89$ .

#### REFERENSI

- [1] Julianto, E. N. (2010). *Ruas Jalan Siliwangi Semarang*. D (024), 151–160.
- [2] Lubis, A. S. (2016). *Pemodelan Hubungan Parameter Karakteristik Lalu Lintas pada Jalan Tol Belmera*. 22(2), 151–160.
- [3] Maelissa, N., Maitimu, A., & Latar, S. (2018). *Analysis of Volume Relationship , Traffic Speed and Density in the Tulukabessy Street with the Greenberg and Underwood Methods*. 6495(12), 88–96.
- [4] Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.pdf. (n.d.).
- [5] Mashuri. (n.d.). *Model Hubungan Kecepatan – Volume – Kepadatan Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Arteri di Kota Palu “Mektek” Tahun VIII No. 2 Mei 2006 “Mektek” Tahun VIII No.2 Mei 2006*. L (V).
- [6] Ofyar Z Tamin. (n.d.). *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*.
- [7] Sholahudin, F., Rochim, A., Engineering, C., Program, M., & Faculty, E. (2019). *The Comparison Of Road Capacity Of Greenshield Model, Greenberg Model And Underwood Model Toward Mkji 1997 Calculation On The Jendral Sudirman Road, Batang*. 24(1), 30–44.
- [8] Siherly L Hendarsin. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*.
- [9] Silvia Sukirman. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*.
- [10] Syafruddin Rauf. (2004). *Analisis Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri Primer Ir. Sutami Makassar*.

[11] Timpal, G. S. J., & Theo K. Sendow, A. L. E. R. (2018). *Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan*. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado, 6(8), 599–610.