



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Perbandingan Model Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood* Pada Ruas Jalan Kaharuddin Nasution

Ester Febiola^a, Rizqy Ridho Prakasa^{b*}, Mardani Sebayang^c, Sri Djuniati^d

^{a,b,c,d}Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Jl. HR. Soebrantas KM. 12,5, Pekanbaru 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 08 Mei 2026

Revisi Akhir: 10 Juni 2026

Diterbitkan Online: 27 Juni 2026

KATA KUNCI

Karakteristik Arus Lalu Lintas

Model *Greenshields*

Model *Greenberg*

Model *Underwood*.

KORESPONDENSI

Telepon: -

E-mail: rizqyridhoprakasa@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

The growth of population and vehicles in the city of Pekanbaru increases traffic flow, especially on Jalan Kaharuddin Nasution which has high activity. This condition causes a decrease in road performance with category E service levels. This study aims to analyze the characteristics of traffic flow on the Kaharuddin Nasution Road section using Greenshields, Greenberg, and Underwood models. The research method is in the form of a field survey which includes observation of traffic volume, side obstacles, and vehicle speed. In addition, linear regression analysis was carried out to determine the relationship between volume, speed, and density. The results of the study conducted on Thursday showed that the relationship between volume, speed, and density based on each model have different levels of suitability with the field data. Based on the highest coefficient of determination, the model that most dominantly represents traffic flow characteristics on Jalan Kaharuddin Nasution is the Greenberg model. For the southbound direction, the Speed–Density (S–D) relationship yields an R^2 value of 0.7991 with the equation $S=67,66 - 9,39LnD$. The Volume–Density (V–D) relationship yields an R^2 value of 0.9471 with the equation $V=67,66D - 9,39DLnD$. The Volume–Speed (V–S) relationship yields an R^2 value of 0.4730 with the equation $V=1.348,24.S.e^{\frac{-S}{9.39}}$. For the northbound direction, the Speed–Density (S–D) relationship yields an R^2 value of 0.1317 with the equation $S=55,30 - 4,35LnD$. The Volume–Density (V–D) relationship yields an R^2 value of 0.9099 with the equation $V=55,30D - 4,35DLnD$. The Volume–Speed (V–S) relationship yields an R^2 value of 0.00003 with the equation $V=334.243,05.S.e^{\frac{-S}{4.35}}$.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi, peningkatan jumlah kendaraan, urbanisasi, dan kurangnya efisiensi sistem transportasi umum adalah faktor yang menyebabkan peningkatan arus lalu lintas di kota-kota besar Indonesia. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BPS tahun 2024, Kota Pekanbaru memiliki populasi penduduk sebanyak 1.167.599 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 3,23%

sehingga jumlah kendaraan dan aktivitas masyarakat ikut bertambah. Kondisi ini berdampak pada kinerja jalan, salah satunya ruas Jalan Kaharuddin Nasution.

Berdasarkan hasil penelitian [1], ruas Jalan Kaharuddin Nasution menunjukkan tingkat pelayanan kategori E. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus lalu lintas memiliki arus tidak stabil dan memiliki tundaan yang cukup tinggi. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada ruas tersebut telah mencapai kapasitas yang ditandai dengan kepadatan tinggi dan kecepatan rendah.

Berdasarkan kondisi tersebut, karakteristik lalu lintas pada ruas tersebut perlu dianalisis lebih mendalam untuk memahami karakteristik arus lalu lintas yang terjadi melalui hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan. Beberapa model yang umum digunakan dalam analisis tersebut adalah model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, yang masing-masing memiliki pendekatan berbeda dalam menggambarkan hubungan antar variabel sehingga dapat menghasilkan tingkat kesesuaian yang berbeda pada lokasi penelitian [2].

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi arus lalu lintas dengan melihat hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan pada ruas Jalan Kaharuddin Nasution STA 1+300–1+500 melalui pendekatan perhitungan matematis serta grafik menggunakan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*. Melalui analisis tersebut, penelitian ini berusaha mengetahui model mana yang merepresentasikan kondisi lalu lintas pada ruas Jalan Kaharuddin Nasution STA 1+300–1+500.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kinerja Ruas Jalan Perkotaan

Menurut [3] kapasitas jalan adalah jumlah terbesar dari kendaraan yang melintasi jalan tertentu dalam waktu tertentu (smp/jam). Dalam PKJI 2023, kapasitas segmen jalan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (1)$$

Tabel 1. Kapasitas Dasar [4]

Jenis Jalan	C ₀ (smp/jam)	Keterangan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1.700	Per lajur (satu arah)
2/2-TT	2.800	Per dua arah

Tabel 2. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FC_{LJ}) [4]

Jenis Jalan	L _{LE} atau L _{JE} (m)	FC _{LJ}
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	L _{LE} = 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2-TT	L _{JE 2 arah} = 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Tabel 3. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS Pada Jalan (FC_{HS}) [4]

Jenis Jalan	KHS	FC _{HS}			
		Lebar bahu efektif L _{BE} , m			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2-T	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2-TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel 4. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FC_{UK}) [4]

Ukuran kota (Juta jiwa)	FC _{UK}
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,04

2.2. Derajat Kejenuhan

Menurut [5] derajat kejenuhan (Ds) digunakan untuk menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Berdasarkan PKJI 2023, nilai Ds dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini [4]:

$$D_s = \frac{V}{C} \quad (2)$$

2.3. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan (LOS) yakni seberapa besar jalan dan/atau persimpangan jalan dapat menampung lalu lintas dalam kondisi tertentu. Penjabaran mengenai karakteristik masing-masing tingkat pelayanan jalan dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Pelayanan Jalan [6]

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Lalu Lintas
A	1. Volume sampai 30% kapasitas (yaitu 600 smp/jam/lajur)
	2. Kecepatan ≥ 100 km/jam
B	1. Awal dari kondisi arus stabil
	2. Volume sampai 50% kapasitas (yaitu 1000 smp/jam/lajur)
C	3. Kecepatan sekitar 90 km/jam
	1. Arus stabil
	2. Volume sampai 75% kapasitas (yaitu 1500 smp/jam/lajur)
D	3. Kecepatan ≥ 75 km/jam
	1. Mendekati arus tidak stabil
	2. Kecepatan sekitar 60 km/jam
	3. Volume sampai 90% kapasitas (yaitu 1800 smp/jam/lajur)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Lalu Lintas
E	1. Arus pada tingkat kapasitas (yaitu 2000 smp/jam/lajur) 2. Kecepatan sekitar 50 km/jam
F	1. Arus tertahan, kondisi terhambat 2. Kecepatan < 50 km/jam

2.4. Model Greenshields

Menurut [7] *Greenshields* menunjukkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan (S-D) yang diasumsikan linear. Hubungan antara keduanya dapat dinyatakan dalam persamaan berikut [7]:

$$S = S_{ff} \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D \tag{3}$$

Tabel 1. Rangkuman Persamaan Model *Greenshields* [7]

Hubungan	Persamaan	Hubungan	Persamaan
S-D	$S = S_{ff} \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D$	V_M	$V_M = \frac{D_j \cdot S_{ff}}{4}$
V-D	$V = D \cdot S_{ff} \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D^2$	S_M	$S_M = \frac{S_{ff}}{2}$
V-S	$V = D_j \cdot S \frac{D_j}{S_{ff}} \cdot S^2$	D_M	$D_M = \frac{D_j}{2}$

2.5. Model Greenberg

Menurut [7] *Greenberg* menunjukkan hubungan antara kepadatan dan kecepatan (D-S) yang diasumsikan fungsi eksponensial. Hubungan antara keduanya dapat dinyatakan dalam persamaan berikut [7]:

$$D = C_g \cdot e^{-bs} \tag{4}$$

Tabel 2. Rangkuman Persamaan Model *Greenberg* [7]

Hubungan	Persamaan	Hubungan	Persamaan
S-D	$S = S_M \cdot \ln \frac{C_g}{D}$	V_M	$V_M = \frac{C_g}{be}$
V-D	$V = D \cdot S_M \cdot \ln \frac{C_g}{D}$	S_M	$S_M = \frac{1}{b}$
V-S	$V = S \cdot C_g \cdot e^{-\frac{S}{S_M}}$	D_M	$D_M = \frac{C_g}{e}$

2.6. Model Underwood

Menurut [7] *Underwood* menunjukkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan (S-D) yang diasumsikan fungsi eksponensial. Hubungan antara keduanya dapat dinyatakan dalam persamaan berikut [7]:

$$S = S_{ff} \cdot e^{\frac{-D}{D_M}} \tag{5}$$

Tabel 3. Rangkuman Persamaan Model *Underwood* [7]

Hubungan	Persamaan	Hubungan	Persamaan
S-D	$S = S_{ff} \cdot e^{\frac{-D}{D_M}}$	V_M	$V_M = \frac{D_M \cdot S_{ff}}{e}$
V-D	$V = D \cdot S_{ff} \cdot e^{\frac{-D}{D_M}}$	S_M	$S_M = \frac{S_{ff}}{e}$
V-S	$V = S \cdot D_M \cdot \ln \frac{S_{ff}}{S}$	D_M	D_M

2.7. Analisis Regresi

2.5.1 Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linear digunakan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel tidak bebas. Hubungan antara keduanya dapat dinyatakan secara umum dalam persamaan berikut [7].

$$Y = A + BX \tag{6}$$

dengan:

X = variabel bebas (kepadatan)

Y = variabel tidak bebas (kecepatan)

A = konstanta regresi

B = koefisien regresi

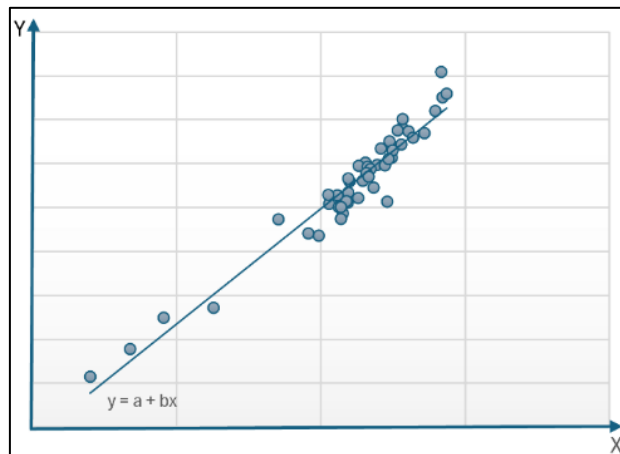
Parameter A dan B didapatkan berdasarkan persamaan berikut ini.

$$B = \frac{N \sum(X_i Y_i) - \sum(X_i) \sum(Y_i)}{N \sum(X_i^2) - (\sum(X_i))^2} \tag{7}$$

$$A = \bar{Y} - B \bar{X} \tag{8}$$

2.5.2 Koefisien Determinasi (R²)

Memilih hasil model terbaik digunakan untuk menentukan model yang paling cocok untuk menampilkan karakteristik arus lalu lintas. Dalam menentukan model tersebut, digunakan koefisien determinasi (R²) yang menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan variasi data. Koefisien determinasi (R²), ketika titik-titik diagram pencar makin dekat dengan garis regresi yang dapat dilihat pada Gambar 1, maka nilai R² makin dekat kepada satu (1), sebaliknya ketika titik-titik diagram pencar semakin menjauh dari garis regresi, maka nilai (R²) semakin dekat kepada nol (0).



Gambar 1. Grafik perbandingan antara model dan survei

3. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Titik lokasi untuk penelitian ditinjau sepanjang 200 meter pada ruas jalan tanpa ada persimpangan, berada pada ruas jalan Kaharuddin Nasution STA 1+300-1+500 kota

Pekanbaru seperti pada Gambar 2. Titik pengamatan di bagi menjadi tiga lokasi, yaitu:

- a. Titik lokasi pertama berada pada STA 0+000 digunakan untuk pengamatan volume lalu lintas.
- b. Titik lokasi kedua berada pada STA 0+100 digunakan untuk pengamatan hambatan samping.
- c. Titik lokasi ketiga berada pada STA 0+050 digunakan untuk pengamatan kecepatan kendaraan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

3.2. Metode Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Data primer dan sekunder adalah dua jenis data yang dikumpulkan. Data primer berasal dari data yang dikumpulkan secara langsung di lokasi penelitian, seperti geometrik jalan, volume, hambatan samping, dan kecepatan. Data sekunder berasal dari data yang dikumpulkan dari sumber sebelumnya, seperti jurnal, peta lokasi, dan jumlah penduduk.

3.2.2 Proses Analisis Data

Data primer dan sekunder, yang telah diperoleh, kemudian diproses untuk memenuhi kebutuhan analisis. Untuk mengetahui karakteristik lalu lintas, perhitungan data yang diperoleh mengacu pada PKJI 2023, untuk analisis hubungan antara kecepatan, volume, dan kepadatan menggunakan model *Greenshields*, *Greenberg*, serta *Underwood*. Kemudian, hasil pengolahan data mencakup kinerja ruas jalan, analisis hubungan antara kecepatan, volume, dan kepadatan menggunakan ketiga model, serta pemilihan model terbaik.

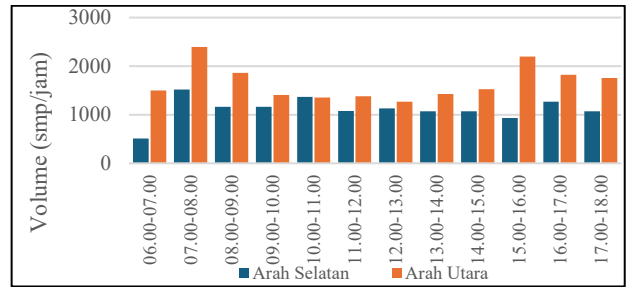
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan oleh peneliti pada hari Kamis, 4 Desember 2025 pada ruas Jalan

Kaharuddin Nasution yaitu di STA 1+300 – 1+500, di dapatkan data karakteristik lalu lintas.

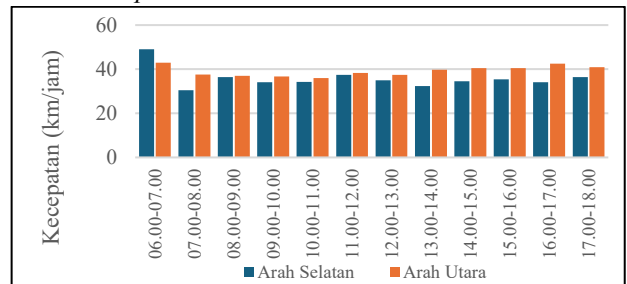
4.1.1. Volume Lalu Lintas



Gambar 3. Grafik Volume Pada Hari Kamis

Gambar 3 menunjukkan arus lalu lintas tertinggi dari perhitungan untuk arah Selatan dan Utara terjadi pada pukul 07.00-08.00 WIB dengan total kendaraan pada arah Utara mencapai 2.393,85 smp/jam dan pada arah Selatan mencapai 1.519,60 smp/jam.

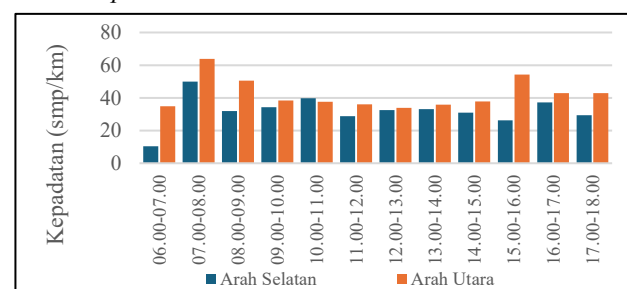
4.1.2. Kecepatan



Gambar 4. Grafik Kecepatan Rata-Rata Pada Hari Kamis

Gambar 4 menunjukkan kecepatan tertinggi untuk arah Selatan dan Utara terjadi pada pukul 06.00-07.00 WIB. Arah Selatan mencapai 48,99 km/jam dan arah Utara mencapai 42,97 km/jam.

4.1.3. Kepadatan



Gambar 5. Grafik Kepadatan Pada Hari Kamis

Gambar 5 menunjukkan kepadatan tertinggi pada arah Selatan dan Utara terjadi pada pukul 07.00-08.00 WIB. Arah Selatan mencapai 50,00 smp/km dan arah Utara mencapai 63,77 smp/km.

4.1.4. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Hasil perhitungan yang didapatkan, tingkat pelayanan terendah di Arah Selatan dan Arah Utara berada di kategori C berdasarkan kapasitas. Dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, ini menunjukkan kondisi lalu lintas semakin mendekati arus yang tidak stabil pada ruas jalan tersebut.

Tabel 4. Nilai Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Pada Arah Selatan

Periode Waktu	Volume (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (Ds)	Tingkat Pelayanan (LOS)
06.00-07.00	507,75	3.165,536	0,16	C
07.00-08.00	1.519,60	2.952,832	0,51	B
08.00-09.00	1.164,45	2.971,600	0,39	B
09.00-10.00	1.164,95	2.971,600	0,39	B
10.00-11.00	1.364,55	2.971,600	0,46	B
11.00-12.00	1.078,70	2.971,600	0,36	B
12.00-13.00	1.132,95	2.971,600	0,38	B
13.00-14.00	1.073,75	2.971,600	0,36	B
14.00-15.00	1.069,50	3.065,440	0,35	C
15.00-16.00	929,65	3.065,440	0,30	C
16.00-17.00	1.267,40	2.971,600	0,43	B
17.00-18.00	1.068,75	3.065,440	0,35	C

Tabel 5. Nilai Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Pada Arah Utara

Periode Waktu	Volume (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (Ds)	Tingkat Pelayanan (LOS)
06.00-07.00	1.501,85	2.970,349	0,51	B
07.00-08.00	2.393,85	2.970,349	0,81	B
08.00-09.00	1.863,75	3.022,899	0,62	C
09.00-10.00	1.408,05	3.022,899	0,47	C
10.00-11.00	1.354,10	2.970,349	0,46	B
11.00-12.00	1.378,80	2.970,349	0,46	B
12.00-13.00	1.271,20	2.970,349	0,43	B
13.00-14.00	1.424,50	3.022,899	0,47	C
14.00-15.00	1.524,60	2.970,349	0,51	B
15.00-16.00	2.198,45	2.970,349	0,74	B
16.00-17.00	1.822,45	2.970,349	0,61	B
17.00-18.00	1.756,45	3.022,899	0,58	C

4.2. Analisis Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Persamaan yang dihasilkan kemudian akan digunakan untuk menunjukkan hubungan volume dan kepadatan, kecepatan dan kepadatan, dan volume dan kecepatan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Hubungan ini digambarkan dalam grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6 hingga Gambar 11.

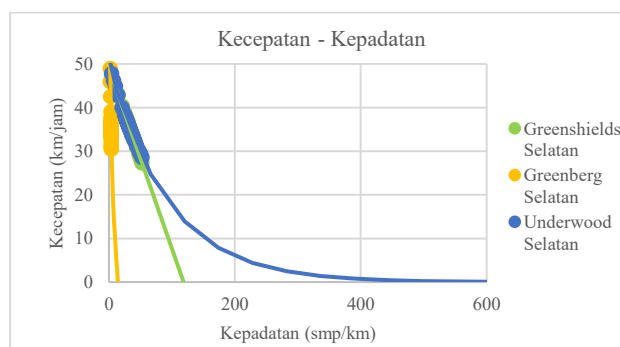
Tabel 6. Persamaan hasil analisis di arah selatan

Model	Hubungan	Arah Selatan
Greenshields	S-D	$S=49,06 - 0,41D$
	V-D	$V=49,06D - 0,41D^2$
	V-S	$V=118,59S-2,42S^2$
Greenberg	S-D	$S=67,66 - 9,39LnD$
	V-D	$67,66D - 9,39DLnD$
	V-S	$V=1.348,24.S.e^{\frac{-S}{9,39}}$
Underwood	S-D	$S = 49,93.e^{\frac{-D}{94,14}}$
	V-D	$V = 49,93D.e^{\frac{-D}{94,14}}$
	V-S	$V = 1.532,61S - 406,65SLnS$

Tabel 7. Persamaan hasil analisis di arah utara

Model	Hubungan	Arah Utara
Greenshields	S-D	$S=43,43-0,10D$
	V-D	$V = 43,43D - 0,10D^2$
	V-S	$V=436,22S-10,04S^2$
Greenberg	S-D	$S=55,30 - 4,35LnD$
	V-D	$V = 55,30D - 4,35DLnD$
	V-S	$V=334.243,05.S.e^{\frac{-S}{4,35}}$
Underwood	S-D	$S=43,33.e^{\frac{-D}{406,65}}$
	V-D	$V = 43,33D.e^{\frac{-D}{406,65}}$
	V-S	$V = 368,16S - 94,14SLnS$

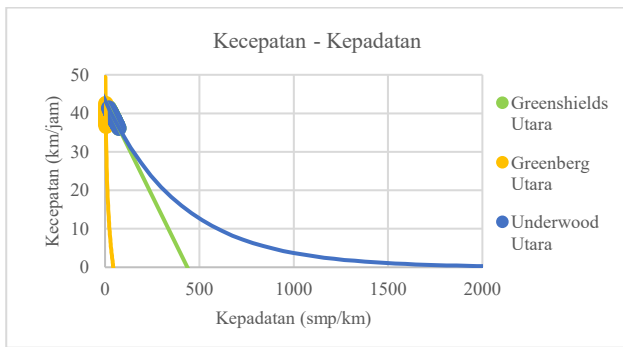
Berikut hasil grafik yang dihasilkan dari persamaan hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan pada Tabel 6 dan Tabel 7.



Gambar 6. Hubungan Kecepatan dan Kepadatan pada arah Selatan

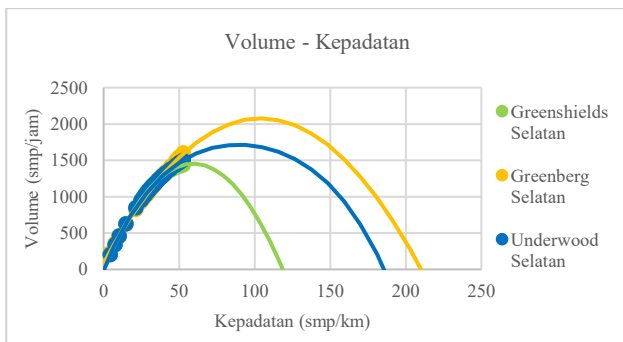
Pada Gambar 6 hubungan kecepatan dan kepadatan pada arah Selatan, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang berbeda. Model *Greenshields* menunjukkan kecenderungan kecepatan menurun seiring meningkatnya kepadatan hingga kondisi jenuh. Pada model *Greenberg*, penurunan kecepatan terjadi semakin signifikan ketika kepadatan bertambah. Sementara itu, model *Underwood* penurunan

kecepatan yang awalnya bertahap pada kepadatan rendah dan menjadi lebih tajam pada kepadatan tinggi.



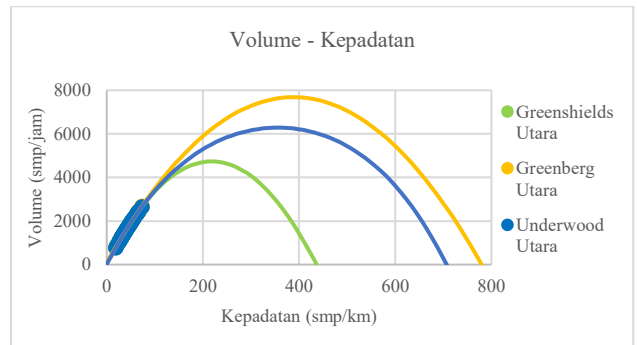
Gambar 7. Hubungan Kecepatan dan Kepadatan pada arah Utara

Pada Gambar 7 hubungan kecepatan dan kepadatan pada arah Utara, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang berbeda. Model *Greenshields* menunjukkan kecepatan menurun seiring meningkatnya kepadatan hingga kondisi jenuh. Pada model *Greenberg*, kecepatan menurun secara bertahap ketika kepadatan bertambah. Sementara itu, model *Underwood* penurunan kecepatan secara bertahap dan lebih landai.



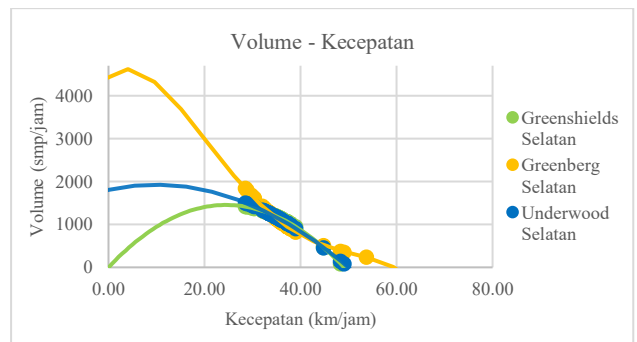
Gambar 8. Hubungan Volume dan Kepadatan pada arah Selatan

Pada Gambar 8 hubungan volume dan kepadatan pada arah Selatan, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang mirip. Model *Greenshields* menunjukkan volume meningkat seiring bertambahnya kepadatan hingga mencapai titik maksimum, kemudian menurun ketika kepadatan terus meningkat menuju kondisi macet. Pada model *Greenberg*, volume meningkat tajam pada awal kenaikan kepadatan, sebelum akhirnya melambat dan menurun pada kondisi jenuh. Sementara itu, model *Underwood* menunjukkan volume yang meningkat hingga titik puncak lalu menurun secara bertahap ketika kepadatan semakin tinggi.



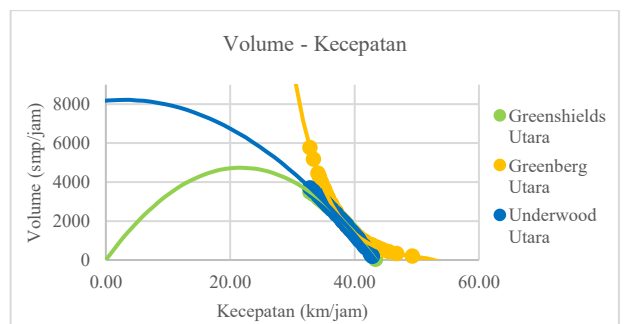
Gambar 9. Hubungan Volume dan Kepadatan pada arah Utara

Pada Gambar 9 hubungan volume dan kepadatan pada arah Utara, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang mirip. Model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood* menunjukkan volume dan kepadatan meningkat secara bertahap dan data yang diperoleh masih berada pada fase meningkat sehingga belum mencapai kondisi volume dan kepadatan maksimum. Hal ini disebabkan sebaran data lebih dominan seragam pada arah Utara sedangkan pada arah Selatan yang memiliki data beragam.



Gambar 10. Hubungan Volume dan Kecepatan pada arah Selatan

Pada Gambar 10 hubungan volume dan kecepatan pada arah Selatan, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang berbeda namun konsisten secara umum. Ketiga model menggambarkan bahwa volume lalu lintas menurun seiring kecepatan meningkat setelah melewati titik arus maksimum.



Gambar 11. Hubungan Volume dan Kecepatan pada arah Utara

Pada Gambar 11 hubungan volume dan kecepatan pada arah Utara, berdasarkan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*, memperlihatkan pola yang berbeda namun konsisten secara umum. Ketiga model menggambarkan bahwa volume lalu lintas menurun secara konsisten seiring kecepatan meningkat setelah melewati titik arus maksimum. Hal ini disebabkan karena sebaran data kecepatan pada arah Utara lebih dominan seragam.

Tabel 8. Hasil Analisis Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Pada Hari Kamis

Model	Arah	Vm	Dm	Sm	Dj	Sff
<i>Greenshields</i>	Selatan	1.454,43	59,29	24,53	118,59	49,06
	Utara	4.736,04	218,11	21,71	436,22	43,43
<i>Greenberg</i>	Selatan	4.656,62	495,99	9,39	1.348,24	∞
	Utara	534.631,10	122.961,15	4,35	334.243,05	∞
<i>Underwood</i>	Selatan	1.729,25	94,14	18,37	∞	49,93
	Utara	6.482,20	406,65	15,94	∞	43,33

4.3. Perbandingan Hubungan Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kepadatan, Volume-Kecepatan antara Model dan Survei

Perbandingan hubungan antara hasil model dengan hasil survei lapangan dilakukan untuk melihat tingkat kesesuaian antara kondisi teoritis dan kondisi aktual di lapangan. Perbandingan ini mencakup hubungan antara volume dan kepadatan, kecepatan dan kepadatan, serta volume dan kecepatan. Hasil perbandingan ini digunakan untuk menentukan model yang merepresentasikan kondisi lalu lintas pada lokasi penelitian.

Tabel 9. Hasil Koefisien Determinasi (R²)

Model	Hubungan	R ² Pada Arah Selatan	R ² Pada Arah Utara
<i>Greenshields</i>	S-D	0,7102	0,1200
	V-D	0,9323	0,9094
	V-S	0,5793	0,0077
<i>Greenberg</i>	S-D	0,7991	0,1317
	V-D	0,9471	0,9099
	V-S	0,4730	0,0000
<i>Underwood</i>	S-D	0,7456	0,1211
	V-D	0,9431	0,9095
	V-S	0,5813	0,0059

Berdasarkan hasil analisis pada ruas jalan Kaharuddin Nasution, yakni arah Selatan dan arah Utara, model *Greenberg* dipilih sebagai model terbaik untuk merepresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan pada lokasi penelitian karena memiliki nilai R² dominan tertinggi dibandingkan dengan model yang lain.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di ruas Jalan Kaharuddin Nasution di kedua arah, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yakni:

1. Dari hasil analisis data dilapangan di hari Kamis dengan menggunakan PKJI (2023) di jalan Kaharuddin Nasution, didapatkan volume lalu lintas tertinggi pada arah Utara dan arah Selatan di jam 07.00-08.00 WIB. Kecepatan rata-rata lalu lintas tertinggi pada arah Utara dan arah Selatan di jam 06.00-07.00 WIB. Kepadatan lalu lintas tertinggi pada arah Utara dan arah Selatan di jam 07.00-08.00 WIB. Derajat kejenuhan tertinggi pada arah Utara dan arah Selatan di jam 07.00-08.00 WIB serta *Level Of Service* berdasarkan kapasitas di ruas Jalan Kaharuddin Nasution pada arah Selatan dan arah Utara berada pada kategori C.
2. Berdasarkan hasil analisis, hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada ruas Jalan Kaharuddin Nasution dengan menggunakan model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*. Didapatkan hasil paling dominan yang ditunjukkan dalam koefisien determinasi (R²) untuk dipakai dalam analisis volume, kecepatan, dan kepadatan adalah model *Greenberg*. Pada arah Selatan volume maksimum sebesar 4.656,62 smp/jam, kecepatan pada kondisi maksimum sebesar 9,39 km/jam, dan kepadatan maksimum sebesar 495,99 smp/km dan pada arah Utara volume maksimum sebesar 534.632,10 smp/jam, kecepatan pada kondisi maksimum sebesar 4,35 km/jam, dan kepadatan maksimum sebesar 122.961,15 smp/km.
3. Berdasarkan hasil analisis koefisien determinasi (R²), model *Greenberg* memiliki nilai koefisien determinasi mendekati 1. Berikut nilai koefisien determinasi yang didapatkan antara model dan survei hubungan:
 - a. Kecepatan – Kepadatan (S-D) pada arah Selatan nilai R² sebesar 0,7991 dengan persamaan $S=67,66 - 9,39LnD$.
 - b. Volume – Kepadatan (V-D) pada arah Selatan nilai R² sebesar 0,9471 dengan persamaan $V=67,66D - 9,39DLnD$.
 - c. Volume – Kecepatan (V-S) pada arah Selatan nilai R² sebesar 0,4730 dengan persamaan $V=1.348,24.S.e^{\frac{-S}{9,39}}$.
 - d. Kecepatan – Kepadatan (S-D) pada arah Utara nilai R² sebesar 0,1317 dengan persamaan $S=55,30 - 4,35LnD$.
 - e. Volume – Kepadatan (V-D) pada arah Utara nilai R² sebesar 0,9099 dengan persamaan $V=55,30D - 4,35DLnD$.
 - f. Volume – Kecepatan (V-S) pada arah Utara nilai R² sebesar 0,00003 dengan persamaan $V=334.243,05.S.e^{\frac{-S}{4,35}}$.

Namun untuk hubungan kecepatan – kepadatan dan volume - kecepatan pada arah Utara ruas Jalan Kaharuddin Nasution, model tidak cukup baik untuk menjelaskan hubungan tersebut karena nilai R^2 relatif kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Lasmita, A. P. Permata, and Gusnanda, "Analisis karakteristik aliran lalu lintas lingkungan Jalan Kaharuddin Nasution–Marpoyan Kota Pekanbaru," *Journal of Engineering Science and Technology Management*, vol. 3, no. 2, pp. 109–120, 2023.
- [2] I. A. Rahardian, "Perbandingan Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Menggunakan Model Greenshield, Greenberg Dan Underwood Dengan MKJI 1997 Pada Jalan Soekarno Hatta Cilacap," *Skripsi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2024.
- [3] A. Kristanti and H. T. Tjandani, "Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Sepanjang Pasar Tradisional Menganti Kabupaten Gresik Menggunakan Metode PKJI 2023," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, pp. 269–278, 2025.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga, Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 21 Tahun 2023 tentang Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Jakarta, Indonesia, 2023.
- [5] M. C. Nangaro, J. I. R. Lefrandt, and J. A. Timboeleng, "Pengaruh hambatan samping terhadap kinerja jalan (studi kasus: Jl. Lembong, Kota Manado)," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 10, no. 1, pp. 13–28, 2022.
- [6] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. Jakarta, Indonesia, 2006.
- [7] O. Z. Tamin, *Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportasi*. 2008.
- [8] U. Sulung and M. Muspawi, "Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier" *Edu Res. IICLS*, vol. 5, no. September, pp. 110–116, 2024.
- [9] M. S. Widanar, "Permodelan kinerja lalu lintas menggunakan model Greenshield, Greenberg, dan Underwood (studi kasus ruas Jalan Gajah Mada Kabupaten Jember)," *Skripsi*, Universitas Jember, Jember, Indonesia, 2020.
- [10] W. M. Z. Iqbal, M. Yunus, H. Pramono, and A. Khamid, "Analisis volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas dengan metode Greenshields," *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikian dan Informatika*, vol. 1, no. 3, pp. 30–47, 2023.
- [11] P. M. Kania, "Analisis karakteristik arus lalu lintas dengan model Greenshields dan Greenberg (studi kasus: ruas Jalan Adinegoro, Kota Padang)," *Applied Science In Civil Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 155–160, 2025.
- [12] R. P.P., "Study Komparasi Karakteristik Arus Lalu Lintas Model Greenshields, Greenberg, Dan Underwood Pada Ruas-Ruas Jalan Jogjakarta," *Skripsi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2005.
- [13] M. Lubis and H. Batubara, "Analisa karakteristik arus lalu lintas dengan model Greenshields, Greenberg dan Underwood pada ruas Jalan A. H. Nasution Medan Johor STA 3+350 s/d 3+," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 217–223, 2022.
- [14] G. N. Abdi and S. Priyanto, "Hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman," *Teknisia*, vol. 24, no. 1, pp. 55–64, 2019.
- [15] A. Juanda and M. Isya, "Hubungan volume, kecepatan dan kepadatan dengan model Greenshields, Greenberg, dan Underwood pada ruas jalan luar kota kawasan Gunung Geurutee," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 2, no. 4, pp. 286–293, 2019.
- [16] B. Saputra, "Analisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas berdasarkan model Greenshield, Greenberg dan Underwood," *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, vol. 5, no. 1, pp. 43–60, 2021.
- [17] S. Radesty, A. C. Windari, R. N. Sari, and K. Warianti, "Analisis karakteristik arus lalu lintas menggunakan metode logaritmik Greenberg dan eksponensial Underwood (studi kasus: Jalan RS Fatmawati Raya, Kota Jakarta Selatan)," *AKSELERASI: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 17–26, 2024.
- [18] A. Athallah, B. H. R. Putra, and S. Djuniati, "Analisis karakteristik arus lalu lintas dengan model Greenshield, Greenberg dan Underwood di ruas jalan Kota Pekanbaru (studi kasus Jalan HR. Soebrantas Km 9,5 Kota Pekanbaru)," *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, vol. 12, no. 2, pp. 196–204, 2024.
- [19] F. Sholahudin and A. Rochim, "The comparison of road capacity of Greenshield model, Greenberg model and Underwood model toward MKJI 1997 calculation on the Jendral Sudirman Road, Batang," *PONDASI*, vol. 24, no. 1, pp. 30–44, 2019.
- [20] M. T. N. Thalib, "Analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas Jalan Prof. Dr. H. B. Jassin dengan membandingkan metode Greenshield dan metode Greenberg," *RADIAL – jurnal perADaban saInS, rekayAsa dan teknoLogi*, vol. 6, no. 1, pp. 59–68, 2018.
- [21] M. Zulrehansyah, "Analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas dengan metode Greenshield dan Greenberg (studi kasus: Simpang Jl. Paus–Simpang Jl. Terubuk)," *Skripsi*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Indonesia, 2021.