

ANALISIS HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN DAN KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN METODE GREENSHIELD DAN GREENBERG

(Studi Kasus : Ruas Jl. Ibrahim Adjie, Kec. Indihiang, Kota. Tasikmalaya
Km. 101 + 700)

Epa Sehabudin¹, Uu Saepudin², Yanti Defiana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email: epasehabudin4@gmail.com, uusaepudin20@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com.

ABSTRACT

Ibrahim Adjie Road Km 101+700 in Indihiang District, Tasikmalaya City is a national road with a two-lane two-way undivided (2/2 UD) configuration that plays an important role in connecting various centers of community activities. High traffic volumes during certain periods, combined with relatively high side friction, result in a decline in traffic performance and level of service. This study aims to analyze traffic characteristics in terms of volume, speed, and density, as well as the relationships among these parameters using the Greenshield and Greenberg methods, and to compare the resulting road capacity and level of service with those obtained from the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023. The results show that based on traffic volume analysis conducted over seven days, the peak traffic volume occurred on Thursday from 16:00 to 17:00 WIB, reaching 2,004 pcu/h. Analysis using PKJI 2023 yielded a road capacity of 2,425.59 pcu/h, resulting in a degree of saturation (Ds) of 0.83, which corresponds to Level of Service D (LOS D). The analysis of the relationships among traffic volume, speed, and density using the Greenshield and Greenberg methods indicates strong correlations, with the coefficient of determination (R^2) for the fundamental speed-density (V - D) relationship exceeding 0.90. The capacities obtained from the Greenshield and Greenberg methods are lower than those from PKJI 2023, amounting to 1,854 pcu/h and 2,154 pcu/h, respectively, corresponding to Levels of Service F and E. These differences indicate that PKJI 2023 represents ideal traffic conditions, whereas the Greenshield and Greenberg methods better reflect actual field conditions influenced by side friction and driver behavior. The findings of this study are expected to serve as a basis for improving traffic performance and traffic management on the study road segment.

Keywords: traffic volume, speed, density, Greenshield, Greenberg, level of service.

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan hal penting dalam perkembangan sebuah wilayah dan menjadi fasilitas utama bagi masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas. Pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat membuat kebutuhan transportasi semakin besar, sehingga masalah lalu lintas menjadi lebih rumit. Terutama karena arus lalu lintas yang terus meningkat tidak diimbangi dengan kapasitas jalan yang cukup, akhirnya menyebabkan permasalahan lalu lintas. Karena aktivitas masyarakat yang cukup tinggi dibutuhkan sarana transportasi yang memadai agar perjalanan bisa berjalan lancar, nyaman, dan aman. (Bagas Saputra dan Dian Savitri, 2021).

Dalam teori arus lalu lintas, terdapat tiga elemen utama yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik suatu jalan, yaitu

volume, kecepatan, dan kepadatan. Untuk mempermudah penerapan teori ini, metode pendekatan yang dipakai untuk memahami karakteristik tersebut dengan merumuskannya dalam bentuk metode matematis dan grafik (Jabeena, 2013). Dengan mengetahui nilai volume dan kecepatan, kapasitas dan tingkat pelayanan suatu ruas jalan dapat diestimasi. Beberapa metode yang umum digunakan untuk menganalisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas adalah metode *Greenshield* dan *Greenberg*. Melalui penerapan pendekatan metode ini, kapasitas suatu ruas jalan dapat dihitung menggunakan teknik analisis regresi (Barua et al., 2015).

Ruas Jalan Ibrahim Adjie tepatnya pada km 101 + 700 yang terletak di Kecamatan Indihiang, merupakan salah satu ruas jalan di Kota Tasikmalaya yang berstatus jalan Nasional dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TT) yang berperan penting

sebagai penghubung berbagai pusat aktivitas seperti pendidikan, perekonomian, bisnis, dan kegiatan masyarakat lainnya. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya lonjakan volume lalu lintas pada jam-jam tertentu. Lonjakan volume lalu lintas ini didorong oleh pergerakan kendaraan yang datang maupun pergi dari pusat keramaian tersebut serta diperparah oleh angkutan umum yang sering berhenti sembarangan untuk menjemput dan menurunkan penumpang, pedagang kaki lima yang menggunakan badan jalan untuk berjualan, serta banyaknya kendaraan yang parkir di badan jalan. Hal tersebut menjadikan ruas Jalan Ibrahim Adjie mengalami penyempitan badan jalan yang menyebabkan tingkat pelayanan jalan menurun dan kinerja lalu lintas tidak optimal. Melihat kondisi tersebut sangat menarik apabila dilakukan penelitian mengenai volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas untuk meningkatkan keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metode matematis yaitu metode *Greenshield* dan *Greenberg*. Penelitian ini memiliki urgensi untuk mengetahui hubungan antar variabel karakteristik arus lalu lintas yang sesuai dan paling mendekati kondisi eksisting dilapangan sehingga dapat digunakan sebagai dasar penentuan tingkat pelayanan di ruas jalan tersebut.

Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik lalu lintas berupa volume, kecepatan, dan kepadatan serta hubungan ketiga parameter tersebut menggunakan metode *Greenshield* dan *Greenberg*, serta memberikan gambaran nilai kapasitas dan tingkat pelayanan jalan yang dihasilkan dengan analisis berdasarkan PKJI 2023.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu Teknik Sipil di bidang transportasi dan menjadi bahan referensi bagi pihak terkait terutama pemerintah Kota Tasikmalaya sebagai dasar perencanaan dan pengembangan infrastruktur jalan sehingga dapat mengurangi permasalahan lalu lintas pada ruas jalan tersebut.

Penelitian terdahulu yang menjadi dasar penelitian terkait analisis hubungan volume,

kecepatan dan kepadatan menggunakan metode *Greenshields* dan *Greenberg* yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian Gusnanda (Universitas Islam Riau, 2018) pada Jalan Kaharuddin Nasution Pekanbaru menunjukkan bahwa *Greenshield* paling baik dalam menggambarkan kepadatan saat kemacetan, dengan nilai kepadatan (Dj) berkisar 103,17–126,41 smp/km dan kapasitas 1801,74–2652,53 smp/jam. Sebaliknya, model *Greenberg* menghasilkan nilai kepadatan yang sangat besar, yaitu 642,89–3990,35 pcu/km, serta kapasitas 3447,38–12826,50 smp/jam, yang tidak sesuai dengan kapasitas dasar ruas jalan. Tingkat pelayanan jalan selama 7 hari penelitian berada pada tingkat pelayanan E, yang menunjukkan kondisi lalu lintas sangat padat dengan kecepatan rendah.

Penelitian lainnya dilakukan Chio Sidik Wijayanto (Universitas Islam Kalimantan, 2021) di Jalan Ahmad Yani Km 37 Kota Banjarbaru menunjukkan bahwa metode *Greenshield* menghasilkan nilai yang lebih representatif dibandingkan *Greenberg*. Untuk arah Banjarbaru–Martapura, metode *Greenshield* menghasilkan $Q_{maks} = 1811,03$ smp/jam, $V_m = 27,86$ km/jam, dan $D = 65,00$ smp/km, sedangkan metode *Greenberg* menghasilkan $Q_{maks} = 2686,34$ smp/jam, $V_m = 15,00$ km/jam, dan $D = 200$ smp/km. Untuk arah Martapura–Banjarbaru, metode *Greenshield* menghasilkan $Q_{maks} = 1817,05$ smp/jam, $V_m = 30$ km/jam, dan $D = 65,00$ smp/km, sedangkan metode *Greenberg* menghasilkan $Q_{maks} = 2326,65$ smp/jam, $V_m = 18,61$ km/jam, dan $D = 125$ smp/km. Metode *Greenshield* dinilai paling tepat dengan nilai koefisien determinasi $R = 0,892$, serta tingkat pelayanan ruas jalan berada pada tingkat pelayanan C.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di ruas Jalan Ibrahim Adjie yang berada di Kecamatan Indiahiang Kota Tasikmalaya tepatnya pada Km.101+700.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth, 2025

Jenis penelitian ini Adalah kuantitatif dengan metode survey langsung untuk menghitung data secara akurat dilapangan untuk mendapatkan data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dihasilkan dari hasil observasi langsung ke objek penelitian. Data yang dihasilkan adalah:

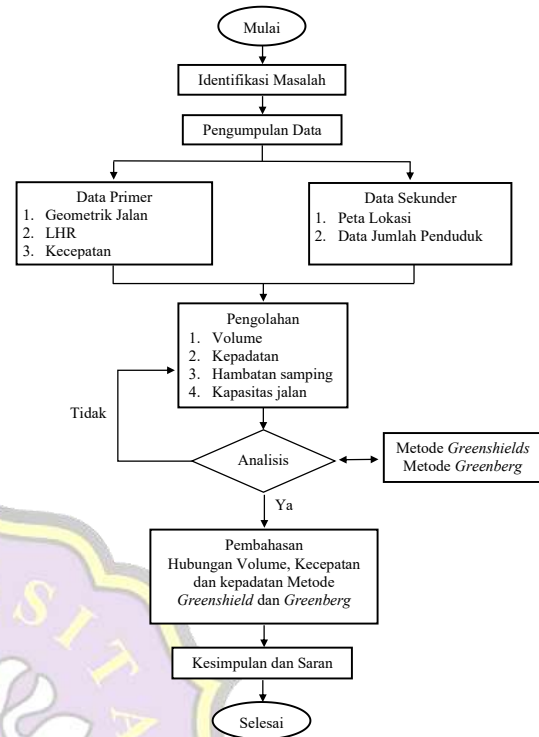
- Data volume lalu lintas
- Data kecepatan kendaraan
- Data geometrik jalan
- Data Hambatan samping

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait atau sumber lainnya, dimana data ini didapatkan melalui studi literatur mengenai pembahasan objek penelitian secara tidak langsung, jurnal, tesis, baik lisan melalui bimbingan terkait maupun tulisan. Data sekunder yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Peta lokasi
- Data Jumlah Penduduk

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam diagram alir berikut ini.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Adapun langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data yang didapat dari survey dilapangan seperti Volume lalu lintas dan Hambatan samping dianalisis sesuai ketentuan didalam PKJI 2023. Dari data tersebut hitung nilai kapasitas jalan dan tingkat pelayanan jalan (LOS), kemudian data Kecepatan kendaraan didapat dengan menghitung waktu tempuh setiap jenis kendaraan dalam menempuh jarak 300m kemudian dianalisis dengan membagi antara jarak tempuh dengan waktu tempuh kendaraan yang sudah didapat dan untuk data kepadatan didapat dengan membagi nilai volume (smp/jam) dan kecepatan (km/jam) yang sudah didapat sebelumnya.

2. Analisis data metode *Greenshields* dan *Greenberg*

- a. Setelah semua nilai Volume, Kecepatan dan Kepadatan sudah diketahui besarnya maka

dilakukan uji statistik menggunakan analisa regresi linear untuk mendapatkan beberapa nilai parameter seperti kecepatan arus bebas (V_f), Kepadatan total (D_j), kepadatan saat volume maksimum (D_m), volume maksimum atau kapasitas jalan (Q_m) dan kecepatan saat volume maksimum (V_m) dari kedua metode.

- b. Dilakukan analisa matematis untuk menggambarkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan dari metode Greenshields dan Greenberg. Serta dilakukan analisis nilai korelasi untuk menganalisa sejauh mana ketepatan fungsi regresi dengan mencari besarnya nilai koefisien determinasi (r^2).
- c. Selanjutnya menggambarkan hubungan volume (Q), kecepatan (V), dan kepadatan (D) kedalam bentuk grafik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Umum Jalan

Ruas Jalan Ibrahim Adjie secara administratif berada di Kecamatan Indihiang, Kota Tasikmalaya, yang termasuk dalam wilayah perkotaan. Berdasarkan PKJI 2023, klasifikasi jalan ditentukan oleh batas administratif dan fungsi dalam jaringan jalan, bukan semata kondisi fisik lingkungan. Meskipun lingkungan sekitar menunjukkan karakteristik semi-perkotaan, ruas ini berfungsi melayani pergerakan lalu lintas perkotaan serta menghubungkan pusat Kota Tasikmalaya dengan kawasan pinggiran. Oleh karena itu, Jalan Ibrahim Adjie diklasifikasikan sebagai jalan perkotaan dengan kelas KJP-B (Jalan Kolektor Perkotaan). Aktivitas di sepanjang ruas, khususnya pada Km 101+700, tergolong tinggi akibat

keberadaan pertokoan, sekolah, dan fasilitas umum, yang meningkatkan hambatan samping dan berdampak pada penurunan kapasitas jalan. Pada tahun 2025, jumlah penduduk Kota Tasikmalaya tercatat sebesar 757.815 jiwa. Data geometrik Jalan Ibrahim Adjie disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Data Geometrik Jalan

Data	Keterangan
Status Jalan	Nasional
Fungsi jalan	Jalan Kolektor
Tipe Jalan	2/2 (Tak Terbagi)
Lebar Jalan :	8 m
• Arah RP	4,5 m
• Arah KT	3,5 m
Lebar Trotoar	1.5 m
Jarak Penelitian	300 m

Sumber : Analisis Data 2025

2. Data Volume lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh melalui survei manual dengan menghitung kendaraan yang melintas pada titik pengamatan menggunakan aplikasi counter pada *handphone*. Klasifikasi kendaraan mengacu pada PKJI 2023 untuk jalan perkotaan, yang terdiri atas sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Kendaraan berat (KB) disatukan ke dalam kategori kendaraan sedang karena jumlahnya sangat terbatas di ruas jalan perkotaan, sedangkan kendaraan tidak bermotor (KTB) diperhitungkan sebagai hambatan samping. Pengamatan volume kendaraan dilakukan selama 7 (tujuh) hari dan dilakukan pada pukul 06.00 – 09.00 (Pagi), 13.00 – 15.00 (Siang) dan 16.00 – 18.00 (Sore). Dari hasil pengamatan selama tujuh hari didapat nilai volume puncak terjadi pada hari kamis pukul 16.00 – 17.00 untuk data volume (kend/jam) hari kamis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Volume Lalu Lintas Hari Kamis (kend/jam)

Waktu	Sepeda Motor (SM)		Mobil Penumpang (MP)		Kendaraan Sedang (KS)		Total kend/Jam
	RP-KT	KT-RP	RP-KT	KT-RP	RP-KT	KT-RP	
07.00 - 08.00	1213	905	402	324	41	24	2909
08.00 - 09.00	1072	1013	331	362	37	29	2844
13.00 - 14.00	1054	1132	364	345	25	30	2950
14.00 - 15.00	1120	1237	562	573	30	32	3554
16.00 - 17.00	1259	1532	559	652	33	46	4081
17.00 - 18.00	1134	997	493	514	27	15	3180
Total	6852	6816	2711	2770	193	176	19518

Sumber : Analisis Data 2025

Untuk dianalisis ke tahap selanjutnya nilai volume (ken/jam) harus dikonversi menjadi (smp/jam) dengan cara mengalikannya dengan nilai ekuivalensi mobil penumpang (EMP) sesuai jenis kendaraan berdasar PKJI 2023. Adapun untuk nilai emp Sepeda Motor (SM) = 0,25, Mobil Penumpang (MP) = 1, dan Kendaraan Sedang (KS) = 1,2. Untuk hasil analisis volume kendaraan (smp/jam) hari kamis dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 3. Data Volume Lalu Lintas Hari Kamis (smp/jam)

Waktu	Sepeda Motor (SM) = 0,25		Mobil Penumpang (MP) = 1,0		Kendaraan Sedang (KS) = 1,2		Total
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
07.00 - 08.00	2118	530	726	726	65	78	1334
08.00 - 09.00	2085	521	693	693	66	79	1293
13.00 - 14.00	2186	547	709	709	55	66	1322
14.00 - 15.00	2357	589	1135	1135	62	74	1799
16.00 - 17.00	2791	698	1211	1211	79	95	2004
17.00 - 18.00	2131	533	1007	1007	42	50	1590
Total	13668	3417	5481	5481	369	443	9341

Sumber : Analisis Data 2025

Adapun analisis faktor jam puncak pada hari kamis pukul 16.00-17.00 WIB sebagai berikut.

Tabel 4. Data Volume Lalu Lintas Puncak (smp/jam)

Baris	Tipe Kend	MP		KS		SM		Q Total		
1	EMP	1		1,2		0,25				
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
4	Arah 1	559	559	33	40	1259	315	45	1851	913
5	Arah 2	652	652	46	55	1532	383	55	2230	1090
6	1+2	1211	1211	79	95	2791	698	100	4081	2004
7	Pemisah arah, $PA = Q1/(Q1+Q2)$								45	
8	Faktor SMP, F_{smp}									0,49

Sumber : Analisis Data 2025

3. Data Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan dihitung dengan cara mengukur waktu tempuh rata-rata setiap jenis kendaraan dalam menempuh jarak 300 meter. Pada penelitian ini diambil sebanyak 20 sampel waktu tempuh kendaraan untuk SM dan MP tetapi untuk KS disesuaikan dengan kondisi lapangan karena jumlah KS yang

kadang lebih sedikit. Setelah didapat rata – rata waktu tempuh kendaraan lalu hitung nilai kecepatan kendaraan dengan cara membaginya dengan jarak tempuh dan dikonversi menjadi km/jam. Adapun data kecepatan kendaraan yang dipakai dalam analisis ini ialah data hari kamis yang tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 5. Data kecepatan kendaraan hari kamis

No	Waktu	Jarak (L)	Arah Rajapolah - Kota Tasikmalaya						Arah Kota Tasikmalaya - Rajapolah						
			Waktu Tempuh Rata - Rata				Kecepatan Rata - Rata		Waktu Tempuh Rata - Rata				Kecepatan Rata - Rata		
			(t)				(Vs)		(t)				(Vs)		
			(m)	SM	MP	KS	(detik)	(m/det)	(km/jam)	SM	MP	KS	(detik)	(m/det)	(km/jam)
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	07.00 - 08.00	300	29,79	35,60	36,86	34,08	8,80	31,69	29,66	35,22	35,65	33,51	8,95	32,23	
2	08.00 - 09.00		28,51	33,94	33,91	32,12	9,34	33,62	30,51	34,22	34,61	33,11	9,06	32,62	
3	13.00 - 14.00		31,05	38,20	38,51	35,92	8,35	30,07	29,71	35,59	36,14	33,81	8,87	31,94	
4	14.00 - 15.00		36,41	48,32	49,70	44,81	6,69	24,10	36,73	45,15	45,49	42,46	7,07	25,44	
5	16.00 - 17.00		43,38	53,93	54,34	50,55	5,94	21,37	43,25	57,34	58,09	52,89	5,67	20,42	
6	17.00 - 18.00		40,70	49,06	50,74	46,83	6,41	23,06	40,36	52,07	52,79	48,41	6,20	22,31	

Sumber : Analisis Data 2025

4. Data Kepadatan Kendaraan

Data kepadatan kendaraan didapat dengan menghitung nilai volume (smp/jam) dengan kecepatan rata – rata kendaraan (km/jam). Karena nilai kepadatan harus dihitung per arah maka nilai volume (smp/jam) dan Kecepatan rata – rata kendaraan (km/jam)

juga harus dihitung per arah. Dari perhitungan sebelumnya nilai kecepatan rata – rata sudah dihitung perarah sedangkan nilai volume (smp/jam) dilakukan langsung untuk 2 arah maka harus dilakukan perhitungan kembali nilai volume (smp/jam) untuk setiap arah. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Data kepadatan kendaraan hari kamis

No	Waktu	Arah Rajapolah - Kota Tasikmalaya			Arah Kota Tasikmalaya - Rajapolah		
		Volume (Q)	Kecepatan (Vs)	Kepadatan (D)	Volume (Q)	Kecepatan (Vs)	Kepadatan (D)
		(smp/jam)	(km/jam)	(smp/km)	(smp/jam)	(km/jam)	(smp/km)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	07.00 - 08.00	754	31,69	23,81	579	32,23	17,97
2	08.00 - 09.00	643	33,62	19,14	650	32,62	19,93
3	13.00 - 14.00	658	30,07	21,87	664	31,94	20,79
4	14.00 - 15.00	878	24,10	36,43	921	25,44	36,19
5	16.00 - 17.00	913	21,37	42,75	1090	20,42	53,39
6	17.00 - 18.00	809	23,06	35,08	781	22,31	35,02

Sumber : Analisis Data 2025

5. Data Hambatan Samping

Perhitungan hambatan samping didasarkan pada PKJI 2023 yang dimana nilai yang digunakan ialah hambatan samping pada jam puncak yang terjadi pada hari kamis.

Perhitungannya dilakukan dengan cara mengkalikan frekuensi kejadiannya dengan bobot sesuai yang tertera pada PKJI 2023 adapun analisis data hambatan samping pada hari kamis terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Data Hambatan Samping hari Kamis

No	Waktu	Pejalan Kaki di Badan Jalan dan Menyeberang		Kendaraan Parkir & Berhenti		Kendaraan Keluar Masuk Persil		Arus Kendaraan Lambat		Total Hambatan Samping	Kelas Hambatan Samping
		0,5		1		0,7		0,4		FB	KHS
		FK (1)	FB (2)	FK (3)	FB (4)	FK (5)	FB (6)	FK (7)	FB (8)		
1	07.00 - 08.00	26	13	137	137	117	82	17	7	239	R
2	08.00 - 09.00	19	10	136	136	122	85	14	6	237	R
3	13.00 - 14.00	31	16	120	120	172	120	23	9	265	R
4	14.00 - 15.00	35	18	156	156	208	146	16	6	326	S
5	16.00 - 17.00	43	22	223	223	192	134	15	6	385	S
6	17.00 - 18.00	36	18	211	211	203	142	7	3	374	S

Sumber : Analisis Data 2025

6. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas di analisis berdasarkan pengumpulan data lapangan digunakan untuk menentukan hubungan kecepatan arus bebas geometris dengan faktor lingkungan untuk analisis kecepatan arus bebas. Analisis ini memerlukan beberapa data geometri jalan tipe jalan, lebar jalur, hambatan samping dan ukuran penduduk kota yang akan mempengaruhi nilai kecepatan bebas, sehingga perlu dicari dulu nilai koreksi sesuai ketentuan PKJI 2023 adapun analisisnya sebagai berikut.

- Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD})
 $V_{BD} = 42 \text{ km/jam}$
- Nilai koreksi kecepatan akibat lebar jalur (V_{BL})
 $V_{BL} = 3 \text{ km/jam}$
- Faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkerb dengan jarak kerb ke penghalang terdekat LKP (FV_{BHS})
 $FV_{BHS} = 0,87$
- Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV_{UK})
 $FV_{UK} = 0,95$

Setelah didapat seluruh nilai faktor koreksi hitung hasil tersebut dengan persamaan berikut.

$$V_b = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{UK}$$

$$V_b = (42 + 3) \times 0,87 \times 0,95$$

$$V_b = 37,19 \text{ km/jam}$$

7. Kapasitas Jalan

Analisis Kapasitas jalan dilakukan untuk menilai kemampuan ruas jalan untuk

menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu. Analisis ini memerlukan beberapa data geometri jalan seperti tipe jalan, lebar jalur, faktor kapasitas, faktor hambatan samping dan ukuran kota yang mempengaruhi kemampuan jalan untuk mengakomodasi volume lalu lintas yang melewatinya. Adapun nilai penyesuaian untuk analisis kapasitas terdapat dibawah ini.

- Kapasitas Dasar (C_o)
 $C_o = 2800 \text{ smp/jam}$
- Faktor Penyesuaian Kapasitas Berdasar Lebar Jalur (FC_{LJ})
 $FC_{LJ} = 1,14$
- Faktor Penyesuaian Kapasitas berdasar Pemisahan Arah Lalu Lintas (FC_{PA})
 $FC_{PA} = 0,94$
- Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat KHS pada jalan berkerb atau berbahu (FC_{HS})
 $FC_{HS} = 0,86$
- Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{UK})
 $FC_{UK} = 0,94$

Setelah didapat seluruh nilai faktor penyesuaian untuk menghitung kapasitas jalan selanjutnya hitung menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

$$C = 2800 \times 1,14 \times 0,94 \times 0,86 \times 0,94$$

$$C = 2425,59 \text{ smp/jam}$$

8. Analisis Derajat Kejenuhan (Ds) dan Tingkat Pelayanan Jalan

Dalam upaya mengevaluasi kinerja suatu ruas jalan, analisis terhadap derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan menjadi aspek krusial yang

mencerminkan efisiensi dan kenyamanan lalu lintas. Derajat kejenuhan menggambarkan hubungan antara volume lalu lintas aktual dengan kapasitas jalan, sedangkan tingkat pelayanan mengindikasikan kualitas operasional yang dirasakan oleh pengguna jalan.

Setelah dilakukan analisis diatas didapat volume tertinggi terjadi pada hari kamis pada pukul 16.00 – 17.00 dengan nilai sebesar 2004 smp/jam. Untuk nilai kapasitas didapat sebesar 2426 smp/jam sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$D_s = \frac{Q}{C}$$

$$D_s = \frac{2004}{2426} = 0,83$$

Dari perhitungan tersebut didapat derajat kejenuhan pada jam puncak tertinggi di ruas Jalan Ibrahim Adjie Kota Tasikmalaya pada hari kamis sebesar 0,83. Nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,83 menunjukkan bahwa volume lalu lintas yang melewati suatu ruas jalan telah mencapai 83% dari kapasitas maksimumnya.

Dari tabel tingkat pelayanan jalan nilai derajat kejenuhan (Ds) sebesar 0,83 termasuk

kedalam tingkat pelayanan (D) yang berarti arus lalu lintas mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi, kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar, pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

9. Analisis Metode *Greenshields* dan *Greenberg*

Analisis ini dilakukan pada hari dengan volume tertinggi yaitu hari kamis dengan besar volume sebesar 9341 smp/jam begitu juga kecepatan dan kepadatan menggunakan hari yang sama. *Greenshields* mengungkapkan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan (V-D) bersifat linier sementara *Greenberg* mengasumsikan hubungan antara kecepatan dan kepadatan (V-D) berbentuk logaritmik. Untuk menganalisis kedua metode dapat dilakukan melalui analisis regresi. Dari analisis tersebut didapat beberapa nilai parameter seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 8. Nilai Parameter Hasil Regresi *Greenshields* dan *Greenberg*

Parameter	Greenshields		Greenberg		Satuan
	RP - KT	KT - RP	RP - KT	KT - RP	
Kecepatan Arus Bebas (Vf)	42,91	38,99	∞	∞	km/jam
Kepadatan Total Pada Saat Macet (Dj)	82,14	103,60	169,61	266,76	smp/km
Volume Maksimum (Qm)	881,12	1009,79	957,04	1200,83	smp/jam
Kepadatan Saat Volume Maksimum (Dm)	41,07	51,80	62,40	98,14	smp/km
Kecepatan Saat Volume Maksimum (Vm)	21,45	19,49	15,34	12,24	km/jam
Koefisien Korelasi (r) V-D	-0,973	-0,943	-0,977	-0,967	-
Koefisien Korelasi (r) Q-D	0,962	0,976	0,967	0,969	-
Koefisien Korelasi (r) Q-V	-0,891	-0,875	-0,891	-0,875	-
Koefisien Determinasi (R ²) V-D	0,95	0,89	0,95	0,93	-
Koefisien Determinasi (R ²) Q-D	0,93	0,95	0,93	0,94	-
Koefisien Determinasi (R ²) Q-V	0,79	0,77	0,79	0,77	-

Sumber : Analisis Data 2025

Setelah nilai parameter diketahui lakukan analisis terhadap hubungan antar parameter Q-V-D menggunakan kedua metode adapun

persamaan dasar pembentuk hubungan ketiga parameter tersebut adalah sebagai berikut

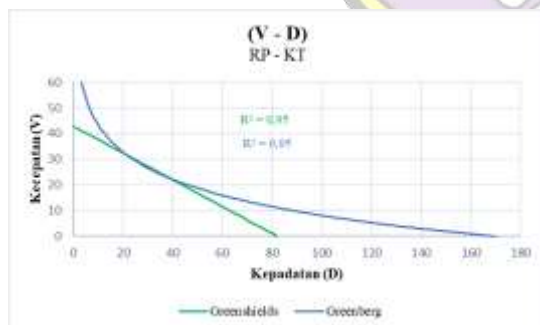
Tabel 9. Bentuk hubungan antar parameter *Greenshields* dan *Greenberg*

Metode	Hubungan	Persamaan	
		RP - KT	RP - KT
<i>Greenshields</i>	V-D	$V_s = 42,91 - \frac{42,91}{82,14} \times D$	$V_s = 38,99 - \frac{38,99}{103,60} \times D$
	Q-D	$Q = 42,91 \times D - \frac{42,91}{82,14} \times D^2$	$Q = 38,99 \times D - \frac{38,99}{103,60} \times D^2$
	Q-V	$Q = 82,14 \times V_s - \frac{82,14}{42,91} \times V_s^2$	$Q = 103,60 \times V_s - \frac{103,60}{38,99} \times V_s^2$
<i>Greenberg</i>	V-D	$V_s = 15,34 \ln \frac{169,61}{D}$	$V_s = 12,24 \ln \frac{266,76}{D}$
	Q-D	$Q = D 15,34 \ln \frac{169,61}{D}$	$Q = D 12,24 \ln \frac{266,76}{D}$
	Q-V	$Q = V_s \cdot 169,61 \cdot 2,718^{\frac{-V_s}{15,34}}$	$Q = V_s \cdot 266,76 \cdot 2,718^{\frac{-V_s}{12,24}}$

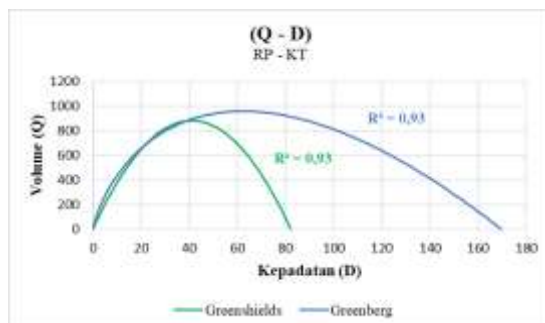
Sumber : Analisis Data 2025

Dari bentuk persamaan antar hubungan parameter tersebut gambarkan hubungannya dalam bentuk grafik. Adapun untuk grafiknya terdapat pada gambar dibawah ini.

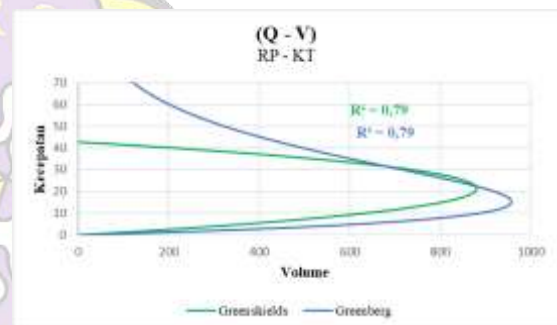
1. Grafik *Greenshields* dan *Greenberg* Arah Rajapolah – Kota Tasikmalaya



Gambar 3. Grafik V-D Arah RP-KT
Sumber: Analisis Data, 2025

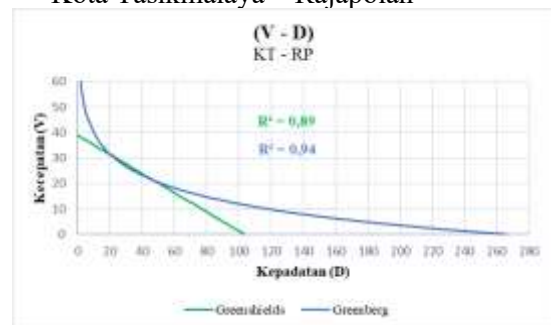


Gambar 4. Grafik Q-D Arah RP-KT
Sumber: Analisis Data, 2025

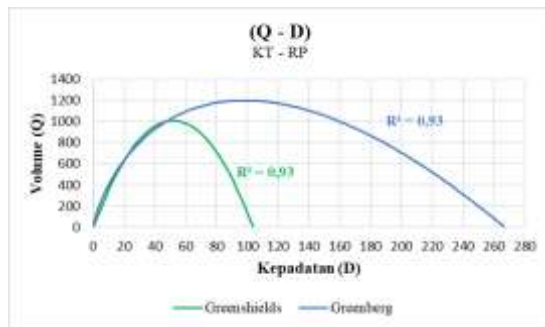


Gambar 5. Grafik Q-V Arah RP-KT
Sumber: Analisis Data, 2025

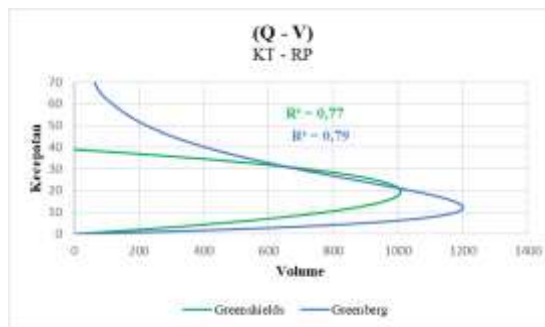
2. Grafik *Greenshields* dan *Greenberg* Arah Kota Tasikmalaya – Rajapolah



Gambar 6. Grafik V-D Arah KT-RP
Sumber: Analisis Data, 2025



Gambar 7. Grafik Q-D Arah KT-RP
Sumber: Analisis Data, 2025



Gambar 8. Grafik Q-V Arah KT-RP
Sumber: Analisis Data, 2025

10. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis selama 7 hari pengamatan, volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Kamis sebesar 9341 smp/jam, dengan jam puncak pukul 16.00–17.00 WIB dan volume dua arah sebesar 2004 smp/jam. Volume terendah terjadi pada hari Minggu sebesar 8092 smp/jam. Kecepatan rata-rata tertinggi arah Rajapolah terjadi pada hari Minggu pukul 07.00–08.00 WIB sebesar 35,38 km/jam, sedangkan arah Kota Tasikmalaya pada hari Selasa pukul 08.00–09.00 WIB sebesar 35,90 km/jam. Kecepatan terendah terjadi pada arah Rajapolah hari Senin pukul 16.00–17.00 WIB sebesar 21,25 km/jam dan arah Kota Tasikmalaya hari Kamis pukul 16.00–17.00 WIB sebesar 20,42 km/jam, dipengaruhi oleh cuaca, hambatan samping, dan perilaku pengemudi. Kepadatan tertinggi arah Rajapolah terjadi pada hari Senin pukul 16.00–17.00 WIB sebesar 44,22 smp/km dan arah Kota Tasikmalaya pada hari Kamis pukul 16.00–17.00 WIB sebesar 53,39 smp/km, sedangkan kepadatan terendah terjadi pada hari Minggu pukul 07.00–08.00 WIB sebesar 16,22 smp/km (Rajapolah) dan 13,86 smp/km (Kota Tasikmalaya).

Berdasarkan PKJI 2023 Kelas Hambatan samping pada jam puncak hari Kamis tergolong sedang (S). Dari hasil analisis kecepatan arus bebas (V_b) ruas Jalan Ibrahim Adjie sebesar 37,19 km/jam dengan kapasitas jalan (C) yang didapat sebesar 2426 smp/jam, dan derajat kejenuhan (D_s) sebesar 0,83 yang menunjukkan tingkat pelayanan D, artinya pada jam puncak ruas jalan mulai mengalami kemacetan meskipun dalam durasi yang relatif singkat.

Hasil analisis hubungan volume–kecepatan–kepadatan ($Q-V-D$) pada ruas Jalan Ibrahim Adjie menunjukkan perbedaan karakteristik yang jelas antara metode Greenshields dan Greenberg. Pada metode Greenshields, hubungan kecepatan dan kepadatan bersifat linier menurun. Untuk arah Rajapolah, pada kecepatan arus bebas (V_f) 42,91 km/jam volume masih rendah, kemudian meningkat hingga mencapai kapasitas maksimum (Q_m) 881,12 smp/jam pada kepadatan 41,07 smp/km dengan kecepatan 21,45 km/jam, sebelum akhirnya menurun kembali saat kepadatan mendekati kepadatan jenuh (D_j) 82,14 smp/km. Pola serupa terjadi pada arah Kota Tasikmalaya, dengan V_f 38,99 km/jam, Q_m 1009,79 smp/jam pada kepadatan 51,80 smp/km, dan D_j 103,60 smp/km. Sementara itu, metode Greenberg menunjukkan hubungan logaritmik antara kecepatan dan kepadatan, yang lebih sensitif pada kondisi lalu lintas padat. Pada metode ini, volume maksimum terjadi pada kecepatan menengah, yaitu sebesar 957,04 smp/jam pada kepadatan 62,40 smp/km dengan kecepatan 15,34 km/jam untuk arah Rajapolah, serta 1200,83 smp/jam pada kepadatan 98,10 smp/km dengan kecepatan 12,24 km/jam untuk arah Kota Tasikmalaya. Kepadatan jenuh yang diprediksi Greenberg relatif tinggi, yaitu 169,61 smp/km dan 266,76 smp/km untuk masing-masing arah, di mana kecepatan dan volume mendekati nol.

Hasil uji korelasi dan determinasi menunjukkan bahwa kedua metode memiliki nilai R^2 yang tinggi, menandakan kesesuaian model yang baik terhadap data lapangan. Metode Greenshields menunjukkan korelasi negatif sangat kuat pada hubungan $V-D$ (R^2 rata-rata $> 0,90$) dan korelasi positif kuat pada hubungan $Q-D$, sedangkan hubungan $Q-V$ memiliki korelasi kuat namun relatif lebih

rendah. Metode Greenberg memberikan nilai korelasi dan determinasi yang lebih tinggi (R^2 rata-rata $> 0,94$), khususnya pada hubungan V-D, sehingga lebih representatif untuk menggambarkan kondisi arus padat.

Dari sisi kapasitas, metode Greenshields menghasilkan kapasitas total dua arah sebesar 1890,91 smp/jam dengan tingkat pelayanan F, sedangkan metode Greenberg menghasilkan kapasitas 2157,87 smp/jam dengan derajat kejenuhan 0,93 dan tingkat pelayanan E. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan kapasitas berdasarkan PKJI 2023, karena nilai yang dihasilkan merupakan hasil penyesuaian kondisi ideal pada jalan – jalan di Indonesia. sebaliknya kapasitas hasil metode *Greenshields* dan *Greenberg* merupakan hasil perhitungan matematis yang berdasar pada kecepatan dan kepadatan untuk mendapatkan Q_m atau kapasitas maksimum. Sehingga kedua metode tersebut menggambarkan kondisi aktual lapangan. Secara keseluruhan, ruas Jalan Ibrahim Adjie saat ini berada pada kondisi mendekati jenuh, di mana menurut PKJI masih berada pada tingkat pelayanan D, namun menurut pendekatan teoritis menunjukkan kondisi E-F, sehingga diperlukan perhatian dan pengelolaan lalu lintas untuk mencegah penurunan kinerja jalan lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis nilai volume tertinggi terjadi pada hari Kamis sebesar 9341 smp/jam dan untuk volume terendah terjadi hari Minggu sebesar 8092 smp/jam. Kecepatan rata – rata tertinggi yang dialami kendaraan untuk arah Rajapolah terjadi pada hari Minggu pukul 07.00 - 08.00 WIB dengan nilai 35,38 km/jam dan untuk arah Kota Tasikmalaya terjadi pada hari Selasa pukul 08.00 – 09.00 WIB dengan kecepatan rata – rata kendaraan sebesar 35,90 km/jam. Sementara itu, kecepatan terendah untuk Rajapolah terjadi pada hari Senin sekitar pukul 16.00 - 17.00 WIB dengan nilai 21,25 km/jam dan untuk arah Kota Tasikmalaya terjadi pada hari Kamis pukul 16.00 – 17.00 WIB sebesar 20,42 km/jam. Kepadatan tertinggi untuk arah Rajapolah terjadi

pada hari Senin pukul 16.00 – 17.00 WIB sebesar 44,22 smp/km dan untuk arah Kota Tasikmalaya terjadi pada hari Kamis pukul 16.00 – 17.00 WIB sebesar 53,39 smp/km. Sedangkan kepadatan terendah untuk kedua arah terjadi pada hari Minggu pukul 07.00 – 08.00 WIB sebesar 16,22 smp/km untuk arah Rajapolah dan 13,86 smp/km untuk arah Kota Tasikmalaya.

2. Berdasarkan metode Greenshields didapatkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan yaitu ketika volume lalu lintas meningkat maka kepadatan akan meningkat juga dan kecepatan akan menurun secara linier.. Hasil analisis menunjukkan metode ini mampu menangkap pola dasar hubungan V-D dengan baik secara statistik, sebagaimana terlihat dari nilai r dan R^2 yang tinggi pada hubungan dasar kecepatan dan kepadatan yaitu 0,95 untuk arah Rajapolah dan 0,89 untuk arah Kota Tasikmalaya. Adapun nilai parameter lalu lintas yang didapat pada arah Rajapolah yaitu $Q_m = 881,12$ smp/jam, $D_m = 41,07$ smp/km, dan $V_m = 21,45$ km/jam. Arah Kota Tasikmalaya $Q_m = 1009,79$ smp/jam, $D_m = 51,08$ smp/km, dan $V_m = 19,45$ km/jam. Sedangkan berdasarkan metode Greenberg menunjukkan kesesuaian yang lebih tinggi baik secara statistik maupun secara empiris dibuktikan dengan tingginya nilai R^2 pada hubungan dasar V-D yaitu 0,95 untuk arah Rajapolah dan 0,93 untuk arah Kota Tasikmalaya. Bentuk hubungan logaritmik yang digunakan memungkinkan representasi yang lebih realistis terhadap pola penurunan kecepatan ketika kepadatan meningkat, yang tidak selalu berlangsung secara linier pada kondisi lalu lintas perkotaan. Adapun nilai parameter lalu lintas yang didapat pada arah Rajapolah yaitu $Q_m = 957,04$ smp/jam, $D_m = 62,40$ smp/km, dan $V_m = 15,34$ km/jam. Arah Kota Tasikmalaya $Q_m = 1200,83$ smp/jam, $D_m = 98,14$ smp/km, dan $V_m = 12,24$ km/jam. Secara keseluruhan menunjukkan bahwa Greenberg lebih representatif dalam menggambarkan hubungan Q-V-D pada ruas penelitian

ini. Greenberg mampu menangkap dinamika aliran lalu lintas yang sesungguhnya terjadi di lapangan, terutama pada kondisi mendekati kapasitas dan kondisi padat, sehingga lebih layak digunakan sebagai metode yang menggambarkan karakteristik lalu lintas secara menyeluruh pada penelitian ini.

3. Hasil analisis nilai kapasitas berdasarkan PKJI 2023 sebesar 2425,59 smp/jam, dari nilai tersebut nilai kapasitas Greenshield dan Greenberg cenderung lebih rendah, karena kedua metode ini menggambarkan kondisi aktual lapangan yang dipengaruhi oleh hambatan samping, keterbatasan geometrik, serta perilaku pengemudi di kawasan perkotaan, sedangkan PKJI mencerminkan kondisi ideal hasil penyesuaian empiris nasional. Dari hasil analisis PKJI 2023 tingkat pelayanan jalan tergolong pada tingkat D dan untuk hasil analisis Greenshields dan Greenberg menunjukan tingkat pelayanan F dan E.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Barua, Saurav, & Anik Das. (2015.) *Estimation Of Traffic Density To Compare Speed- Density Models With Moving Observer Data.?:* 2319-22. <https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/97329283/IJRET20150408080-libre.pdf?1673812229=&response-content> (Diakses pada tanggal 14 april 2025)
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Jabeena, M. (2013). *Comparative Study Of Traffic Flow Models And Data Retrieval Methods From Video Graphs*. 3(6), 1087–1093.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. Nomor: Pm 96 Tahun 2015. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8340. Jakarta: Kementrian Perhubungan.
- Morlock, Edward K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi* Jakarta: Erlangga.
- Saputra, Bagas. & Savitri, Dian. (2021). *Analisa Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood*. *Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas*, Vol 1(43-57). <https://iptek.its.ac.id/index.php/jmaif/article/view/8742/5677> (Diakses pada tanggal 15 april 2025).
- Sholahudin, Farhan, & Nurmayadi, Dicky. (2021). "Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshield, Greenberg Dan Underwood Di Ruas Jalan KHZ Musthofa Kota Tasikmalaya." *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 4(2): 77-83. <https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/gestram/article/view/448> (Diakses pada tanggal 20 april 2025)
- Sidik, C.W. (2021). *Analisis Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Arus Lalu Lintas Dengan Membandingkan Metode Greenshield Dan Metode Greenberg* (Studi Empiris Ruas Jalan Ahmad Yani Km 37 Kota Banjarbaru: Kalimantan. Universitas Islam Kalimantan
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung.: Alfabeta.
- Sumina. (2021). *Buku Ajar Rekayasa Lalu Lintas*. Dosen Pengampu Jurusan Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
- Tamin O.Z. 2008, *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.