

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI DERAJAT KEJENUHAN MENGGUNAKAN MODEL GREENSHIELDS TERHADAP PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2023

SYAIMA RADESTYA^{1)*}, KRISNA WARIANTI²⁾, NURMA YUNITA³⁾,
AULIA CHOIRI WINDARI⁴⁾, RIBUT NAWANG SARI⁵⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Global Jakarta

syaimaradestya@student.jgu.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Permasalahan lalu lintas di perkotaan seperti kemacetan seringkali muncul akibat tingginya laju pertumbuhan pada populasi penduduk yang tidak disertai dengan ketersediaan infrastruktur transportasi. Apabila penanganan tidak segera dilakukan, maka akan berpengaruh pada angka derajat kejenuhan yang merupakan salah satu kriteria penentu indeks pelayanan jalan. Salah satu segmen jalan yang sedang menghadapi masalah kemacetan lalu lintas yaitu Jalan Raya Condet, yang termasuk jalan perkotaan tipe 2/2 *undivided*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan derajat kejenuhan dari nilai volume per kapasitas antara dua metode yang digunakan. Perhitungan pada penelitian ini menggunakan model linear *Greenshields* dan kaidah Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Dari hasil penelitian, nilai dari kejenuhan di ruas Jalan Raya Condet sudah melampaui batas yang ditetapkan Direktorat Jenderal Bina Marga dalam PKJI 2023. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2023, angka yang dipakai untuk batasan kinerja jalan yaitu dengan nilai derajat kejenuhan (D_1) $\leq 0,85$. Namun berdasarkan hasil penelitian, model *Greenshields* dan metode PKJI 2023 sama-sama memberikan nilai derajat kejenuhan $> 0,85$ dengan kategori kelas jalan “E”, yang berarti bahwa arus kendaraan di Jalan Raya Condet dalam kondisi tidak konstan dan perlu mempertimbangkan peningkatan kapasitas jalan.

Kata kunci: Derajat Kejenuhan, Model *Greenshields*, PKJI 2023, Ruas Jalan

ABSTRACT

Traffic problems in urban areas such as congestion often arise due to the high rate of growth in the population that is not accompanied by the availability of transportation infrastructure. If handling is not done immediately, it will affect the degree of saturation which is one of the criteria for determining the road service index. One of the road segments that are facing traffic congestion problems is Jalan Raya Condet, which is a 2/2 *undivided* urban road. This study aims to determine the comparison of the degree of saturation of the volume per capacity value between the two methods used. The calculation in this study uses the *Greenshields* linear model and the rules of the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023. From the research results, the value of saturation on the Condet Highway section has exceeded the limit set by the Directorate General of Highways in PKJI 2023. Based on the Regulation of the Minister of PUPR Number 5 of 2023, the number used for road performance limits is the degree of saturation (D_1) ≤ 0.85 . However, based on the research results, the *Greenshields* model and the PKJI 2023 method both provide a degree of saturation value > 0.85 with a road class category of “E”, which means that the vehicle flow on Jalan Raya Condet is not constant and needs to consider increasing road capacity.

Keywords: Degree of Saturation, *Greenshields* Model, PKJI 2023, Road Section

PENDAHULUAN

Transportasi adalah salah satu kebutuhan yang sangat penting dan berguna bagi setiap individu, karena pertumbuhan kuantitas penduduk setiap tahunnya berdampak besar terhadap kebutuhan transportasi terutama di wilayah perkotaan. Dengan terus meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas di wilayah perkotaan akan menyebabkan eskalasi pada kepemilikan kendaraan dan perubahan penggunaan lahan, sehingga menyebabkan kemacetan pada arus lalu lintas (Raudhati & Mona, 2020). Jakarta Timur adalah salah satu contoh kota administratif di Indonesia yang sedang mengalami perkembangan yang termasuk pesat terutama didalam sektor pendidikan dan perdagangan. Dari data BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2023, Jakarta Timur memiliki luas wilayah sebesar

188,03 km² dan memiliki total penduduk terbesar di DKI Jakarta, dengan jumlah populasi sekitar 3.083.883 juta jiwa (BPS, 2023).

Jalan Raya Condet adalah salah satu jalan di Kota Jakarta Timur, yang menghubungkan Kecamatan Pasar Rebo dengan Kecamatan Kramat Jati. Jalan tersebut mempunyai klasifikasi fungsi kelas jalan lokal yang memiliki ambang aktivitas lalu lintas yang tinggi. Ruas Jalan Raya Condet yang awalnya merupakan kawasan pemukiman, kini harus dilintasi kendaraan dalam jumlah besar yang datang dari segala arah (Simangunsong & Sari, 2023). Pada ruas jalan tersebut, terdapat banyak pertokoan dan wisata kuliner yang beragam. Selain itu, terdapat juga tempat mengenyam edukasi mulai dari TK, SD, SMP, SMA, hingga Perguruan Tinggi sehingga meningkatkan tarikan perjalanan yang mempengaruhi nilai volume dan kinerja jalan.

Derajat kejenuhan adalah nilai yang diperlukan untuk aspek dalam menetapkan batasan kinerja dari kondisi lalu lintas pada bagian ruas jalan. Hasil dari angka derajat kejenuhan mampu mengindikasikan kategori *level of service* (kelas pelayanan) dari segmen jalan yang diteliti berdasarkan *Volume per Capacity Ratio* (VCR) (Fitrianingsih & Anindita, 2024). Jika terjadi ketidakseimbangan antara rasio volume dan kapasitas, maka hal tersebut akan mengakibatkan tersendatnya suatu ruas jalan dan bisa menimbulkan masalah lalu lintas khususnya pada jam puncak (*peak hour*) seperti stagnasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, kawasan Jalan Raya Condet harus dilakukan penelitian berupa analisis nilai derajat kejenuhan guna mengetahui hasil kinerja pada ruas Jalan Raya Condet, dan mencari opsi pengendalian yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan nilai kapasitas dan derajat kejenuhan di ruas Jalan Raya Condet dengan menggunakan model *Greenshields* terhadap nilai kapasitas dan derajat kejenuhan yang dengan menggunakan PKJI 2023?
2. Bagaimana kategori nilai tingkat pelayanan ruas Jalan Raya Condet pada jam puncak berdasarkan model *Greenshields* dan metode PKJI 2023?
3. Bagaimana nilai hambatan sisi jalan yang paling mempengaruhi kapasitas daya tampung ruas Jalan Raya Condet berdasarkan PKJI 2023?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbandingan nilai kapasitas dan derajat kejenuhan di ruas Jalan Raya Condet dengan menggunakan model *Greenshields* terhadap nilai kapasitas dan derajat kejenuhan yang dengan menggunakan PKJI 2023.
2. Untuk mengetahui kategori dari nilai tingkat pelayanan ruas Jalan Raya Condet pada jam puncak berdasarkan model *Greenshields* dan metode PKJI 2023.
3. Untuk mengetahui nilai hambatan sisi jalan yang paling mempengaruhi kapasitas daya tampung ruas Jalan Raya Condet berdasarkan PKJI 2023.

METODE PENELITIAN

Metode kuantitatif dan deskriptif digunakan dalam olah data penelitian ini. Metode kuantitatif merupakan studi sistematis yang memerlukan teori atau model matematika. Sedangkan metode deskriptif merupakan pendekatan penelitian yang berupaya memecahkan masalah berdasarkan data yang diperoleh dari observasi. Perhitungan utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah nilai volume jam puncak dalam satuan mobil penumpang, dan kapabilitas atau daya tampung ruas jalan (C) untuk memperoleh nilai derajat kejenuhan (D_f).

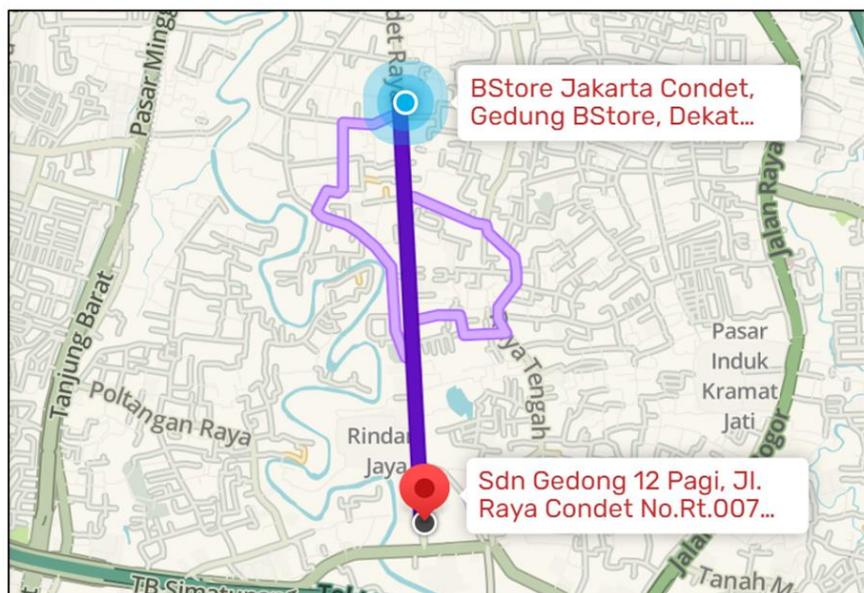
Penelitian ini menggunakan bantuan program atau *software* SPSS versi 25 untuk menganalisis data. Pengujian yang dilakukan berupa uji regresi linier antara dua variabel (kecepatan dan kerapatan) guna mendapatkan persamaan dari karakteristik arus lalu lintas pada model *Greenshields*, karena pada model tersebut membutuhkan *output* dari nilai koefisien korelasi dan koefisien determinasi hubungan volume, kecepatan, dan kerapatan pada kendaraan.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang akan diolah dalam penelitian ini diakumulasi melalui eksplorasi langsung di lokasi studi. Data primer yang diperlukan adalah data geometrik ruas jalan, data kecepatan kendaraan, data volume arus lalu lintas, dan data hambatan samping. Sementara itu, data sekunder penelitian yang dibutuhkan adalah data popuasi penduduk di Jakarta Timur yang didapatkan dari informasi Badan Pusat Statistik (BPS). Pengumpulan data dilakukan selama tujuh hari dan dilakukan hanya pada jam tertentu, yaitu dimulai dari jam 07.00 – 09.00 WIB (waktu pagi), jam 11.00 – 13.00 WIB (waktu siang), dan jam 16.00 – 18.00 WIB (waktu sore). Hal tersebut dimaksudkan agar didapat data untuk mengetahui jam tersibuk (*peak hour*) dan juga hari tersibuk pada ruas jalan yang diteliti.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian atau studi dilakukan pada ruas Jalan Raya Condet sepanjang 2 km dimulai dari SDN Gedong 12 Pagi (STA 0+000) dengan titik koordinat -6.301360, 106.856248 sampai ke BStore Jakarta Condet (STA 2+000) dengan titik koordinat lokasi -6.283107, 106.855163. Tempat peninjauan untuk survei data lalu lintas atau kendaraan diambil di depan Optik Mandiri Condet (OMC), dan untuk pengambilan data kecepatan atau laju kendaraan dilakukan pada jalan sepanjang 50 meter serta pengambilan data frekuensi hambatan samping sisi jalan dilakukan pada ruas jalan sepanjang 200 meter pada titik pengamatan. Berikut adalah Gambar 1. yang merupakan peta lokasi tempat studi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Jalan Raya Condet
(Sumber: Navigasi Waze, 2024)

Ketentuan Teknis Metode PKJI 2023

Kaidah atau ketentuan teknis dari metode PKJI 2023 adalah mengkonversi nilai volume Sepeda Motor (SM) dan Kendaraan Sedang (KS) menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP), dengan cara mengalikan per jenis kendaraan menggunakan nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) (Said et al., 2024). Nilai EMP untuk jenis Sepeda Motor (SM) adalah 0,25 sedangkan nilai EMP untuk jenis Kendaraan Sedang (KS) adalah 1,2. Selain ketentuan tersebut, pada metode PKJI 2023 nilai dari kapasitas dasar (C_0) ruas jalan disesuaikan dengan tipe dari segmen jalan. Untuk jenis jalan *divided* (terbagi) serta jalan *one way* (satu arah) menggunakan nilai kapasitas dasar sebesar 1700 smp/jam per lajur. Sedangkan tipe dua lajur dua arah tidak terbagi seperti pada jalan dipenelitian ini menggunakan nilai kapasitas dasar sebesar 2800 smp/jam per dua arah.

Pada faktor penyesuaian kapasitas akibat beda lebar jalur atau lajur (FC_L), khususnya pada jalan *undivided* (jalan tidak terbagi), nilai FC_L diambil berdasarkan total lebar jalur 2 arah. Sedangkan nilai orientasi untuk jalan satu arah dan tipe jalan terbagi, nilai FC_L diambil berdasarkan hasil pengukuran lebar lajur. Faktor penyesuaian kapabilitas jalan akibat lebar lajur untuk tipe jalan *2/2 Undivided* (2 lajur dan 2 arah tidak terbagi) dapat dilihat dalam Tabel 1. berikut:

Tipe jalan	Ukuran Lebar Jalur 2 arah (m)	FC_L
2/2 Undivided	5,00	0,56
	6,00	0,87
	6,60	0,948
	7,00	1,00
	8,00	1,14

(Sumber: PKJI, 2023)

Pada faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{PA}), nilai PA didapatkan dari volume kendaraan total dalam satuan kendaraan/jam dari arah satu dibagi dengan volume kendaraan total dua arah. Untuk jalan dengan tipe satu arah dan tipe terbagi, koefisien penyesuaian atau penyesuaian pemisah arah ini tidak diimplementasikan dan bernilai 1,00 karena pembagian jalan yang sama rata dengan adanya median jalan.

Tabel 2. Faktor Penyelarasan Kapabilitas Untuk Pemisah Arah

PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{PA}	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(Sumber: PKJI, 2023)

Untuk mengetahui nilai faktor penyelarasan pada kelas hambatan samping, maka dibutuhkan empat data jenis hambatan samping dalam 200 meter per jam. Setelah itu, jumlah frekuensi kejadian hambatan samping dikali bobot perhitungan dan dijumlah untuk mengetahui kelas hambatan samping. Bobot untuk jenis arus kendaraan lambat (*slow and moving vehicle*) adalah 0,4, untuk jenis kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti (*parking and slow of vehicle*) memiliki bobot sebesar 1,0, untuk jenis kendaraan yang keluar atau masuk dari samping jalan (*exit and entry vehicle*) memiliki bobot 0,7, dan untuk jenis pejalan kaki (*pedestrian*) memiliki bobot sebesar 0,5 (Iscahyono & Ashmah, 2023). Berikut adalah tabel pembagian kelas hambatan samping sesuai frekuensi jumlah kejadian.

Tabel 3. Kategori Hambatan Samping Berdasarkan Frekuensi

KHS	Jumlah nilai frekuensi kejadian (di kedua segmen jalan) dikali bobot	Kondisi khusus
SR (Sangat Rendah)	<100	Kawasan hunian dan terdapat area jalan lingkungan (<i>frontage road</i>)
R (Rendah)	100–299	Kawasan hunian dengan beberapa angkutan perkotaan (angkutan umum)
S (Sedang)	300–499	Kawasan industri, di sepanjang sisi atau ruas jalan terdapat beberapa toko
T (Tinggi)	500–899	Kawasan bisnis atau komersial, dengan aktivitas yang tinggi di sisi atau ruas jalan
ST (Sangat Tinggi)	≥900	Kawasan bisnis atau komersial, dengan kegiatan pasar pinggir jalan

(Sumber: PKJI, 2023)

Tabel dibawah ini merupakan tabel dari faktor dalam penyesuaian dan penyelarasan kapabilitas daya tampung jalan akibat nilai hambatan samping (FC_{HS}) untuk jenis jalan 2/2 *Undivided*, yang menggunakan evidensi dari ukuran lebar bahu jalan efektif pada bagian total kedua sisi jalan dan KHS (Kelas Hambatan Samping) sesuai dengan hasil yang didapatkan pada tabel 3. diatas.

Tabel 4. Faktor Penyelarasan Kapabilitas Berdasarkan KHS

Tipe Jalan	KHS	FC _{HS}				
		Lebar bahu efektif L _{BE} , m				
		≤0,5	0,8	1,0	1,5	≥2,0
2/2 <i>Undivided</i>	SR	0,94	0,952	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,932	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,908	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,844	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,766	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI, 2023)

Pada bagian faktor penyelarasan kapasitas dari ukuran kota (FC_{UK}), data yang dibutuhkan adalah jumlah penduduk agar dapat diketahui nilai faktor koreksi yang akan digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan. Dalam penelitian ini, jalan yang diteliti berada di kota Jakarta Timur dan wilayah tersebut memiliki populasi penduduk ukuran kota lebih dari 3 juta jiwa. Oleh karena itu, kota tersebut termasuk dalam kategori kota metropolitan dan memiliki faktor penyelarasan kapabilitas ukuran kota (FC_{UK}) senilai 1,04.

Kapasitas Daya Tampung Jalan (C)

Pada perhitungan kapasitas smp/jam menggunakan metode PKJI 2023, data yang dibutuhkan adalah nilai kapasitas dasar dalam smp/jam (C_O), nilai dari faktor penyelarasan kapasitas terkait lebar jalur (FC_{LJ}), faktor penyelarasan pemisah arah (FC_{PA}), faktor penyelarasan terkait kelas hambatan samping (FC_{HS}), dan nilai penyelarasan kapasitas pada populasi ukuran kota (FC_{UK}).

$$C = C_O \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan nilai:

- C_O = nilai kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_{LJ} = faktor penyesuaian kapasitas akibat beda lebar jalur
- FC_{PA} = faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_{HS} = faktor penyesuaian kapasitas terkait nilai hambatan sisi jalan
- FC_{UK} = faktor penyesuaian kapabilitas dari populasi ukuran kota

Derajat Kejenuhan Jalan (D_j)

Persamaan nilai derajat kejenuhan (D_j) digunakan untuk mengetahui seberapa jenuh kemampuan atau tingkat kinerja jalan dalam menampung arus kendaraan per kapabilitas pada segmen jalan yang diteliti. Pada perhitungan derajat kejenuhan dalam kaidah PKJI 2023, data yang dibutuhkan adalah hasil dari volume jam puncak dalam smp/jam dan nilai kapasitas daya tampung jalan.

$$D_j = Q/C \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan nilai:

- Q = volume kendaraan pada jam tersibuk (smp/jam)
- C = kapasitas dalam menampung jalan (smp/jam)

Tingkat Pelayanan (*Level of Service*)

Indeks dari tingkat atau kategori pelayanan jalan diperoleh dari nilai derajat kejenuhan yaitu dengan membagi volume dan kapasitas (V/C). Jika saturasinya $\leq 0,85$, maka kondisi jalan tersebut masih dalam kondisi layak. Jika jalan yang diteliti memiliki nilai derajat kejenuhan $> 0,85$, maka kondisi jalan tersebut sudah menunjukkan kinerja yang perlu mempertimbangkan peningkatan kapasitas jalan. Menurut (Raharjo & Mahardi, 2023), batasan yang digunakan untuk pembagian kinerja jalan memiliki 6 tingkat pelayanan. Berikut adalah Tabel 5. yang merupakan indeks tingkat pelayanan ruas jalan dan deskripsi dari kondisi lapangan.

Tabel 5. Indeks Kelas Pelayanan Segmen Jalan

Kelas Pelayanan Jalan	Derajat Kejenuhan	Kondisi Lapangan
A	0,00 – 0,20	Arus lancar, pengemudi bebas menentukan kecepatan tanpa hambatan, dan kecepatan rata-rata tinggi
B	0,21 – 0,44	Arus konstan, pengemudi punya kebebasan cukup dalam memilih kecepatan yang ditentukan kondisi dari lalu lintas
C	0,45 – 0,74	Arus dalam kondisi konstan, tetapi pengemudi tidak bebas dalam menentukan kecepatan
D	0,75 – 0,84	Arus atau volume mendekati tidak konstan dan kecepatan ditentukan oleh keadaan lalu lintas
E	0,85 – 1,00	Volume mendekati nilai kapasitas jalan dan kondisi arus tidak konstan serta kendaraan sesekali terhenti
F	$>1,00$	Kondisi kendaraan tersendat, kecepatan sangat rendah, dan terjadi runtunan panjang karena besarnya kejadian tundaan

(Sumber: Marasabessy et al., 2024)

Karakteristik Arus Lalu Lintas

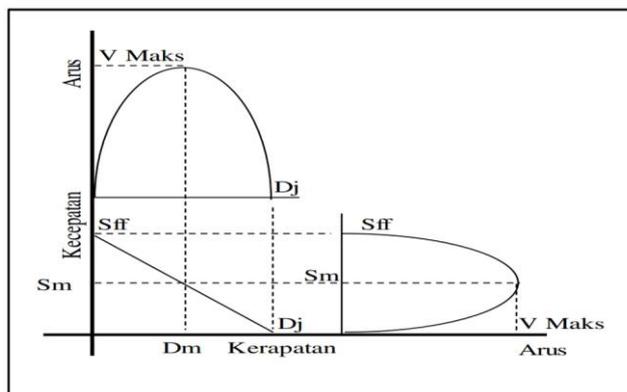
Pada kalkulasi model *Greenshields* yang merupakan model statistik untuk menganalisis karakteristik atau pola arus lalu lintas di jalan raya, perhitungannya menggunakan variabel pokok dari tiga parameter sentral karakteristik lalu lintas yaitu arus kendaraan (*volume*), kecepatan (*speed*), dan kepadatan (*density*). Model *Greenshields* merupakan salah satu model yang sangat simpleks untuk dipraktikkan, karena menurut beberapa hasil penelitian, terdapat korelasi antara model dengan evidensi di lokasi studi (Rachman et al., 2020). Berikut adalah tabel yang merupakan hubungan dari parameter *Greenshields* dan persamaan yang dihasilkan.

Tabel 6. Persamaan Model Linear *Greenshields*

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Nilai	Persamaan yang dihasilkan
D-S	$S = Sff - \left(\frac{Sff}{D_j}\right) D$	V_{Max}	$V_M = Sff \times \frac{D_j}{4}$
D-V	$V = D \cdot Sff - \left(\frac{Sff}{D_j}\right) D^2$	S_{Max}	$S_M = \frac{Sff}{2}$
S-V	$V = D_j \cdot S - \left(\frac{D_j}{Sff}\right) S^2$	D_{Max}	$D_M = \frac{D_j}{2}$

(Sumber: Tamin dalam Fatonah et al., 2021)

Persamaan yang dihasilkan dari enam hubungan serta nilai pada persamaan dari model linier *Greenshields* seperti pada Tabel 6. diatas menunjukkan bahwa nilai V sebagai hasil nilai volume (smp/jam), nilai S merupakan nilai kecepatan (km/jam), nilai D merupakan kepadatan dari nilai volume per kecepatan (kendaraan/km), nilai S_{ff} adalah kecepatan atau laju arus bebas (km/jam), dan nilai D_j adalah kerapatan disituasi lalu lintas kendaraan lumpuh total (kendaraan/km). Hubungan model *Greenshields* dan persamaan yang dihasilkan dapat digambarkan menjadi grafik berupa kurva seperti pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Grafik Parameter Arus Lalu Lintas
(Sumber: Florentinus et al., 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengambilan survei diolah sesuai dengan ketentuan teknis dari masing-masing metode penelitian. Setelah didapatkan disimilaritas antara kedua metode yang dibandingkan, maka selanjutnya dilakukan pembahasan guna mengetahui penyebab dari perbedaan nilai kapasitas daya tampung ruas jalan dan nilai derajat kejenuhan yang akan menunjukkan nilai *level of service*.

Analisis Data dan Pembahasan

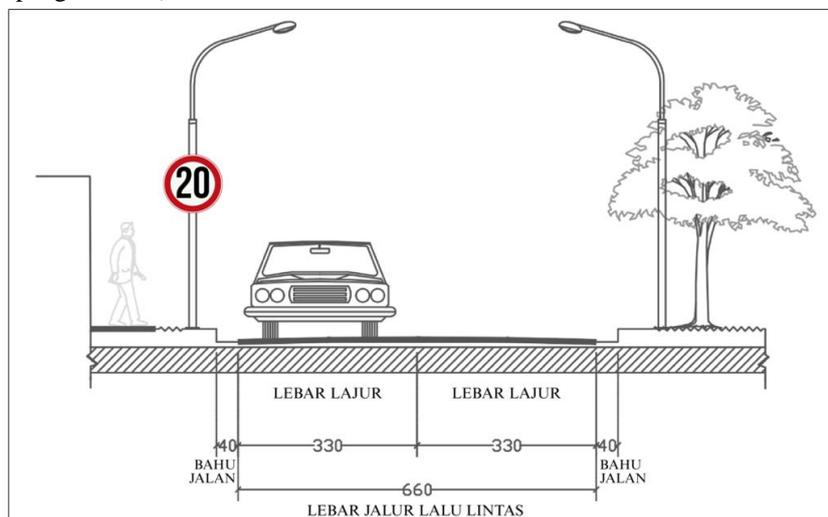
a. Geometrik Ruas Jalan Raya Condet

Berdasarkan hasil observasi dan pengukuran oleh surveyor, maka dapat diketahui bahwa jalan Raya Condet adalah jalan lokal yang juga termasuk jalan kabupaten dalam klasifikasi jalan berdasarkan status. Jalan Raya Condet memiliki tipe jalan dua lajur dua arah, yang setiap lajunya tidak dipisahkan oleh median jalur. Di bawah ini adalah Tabel 7. yang merupakan data geometrik ruas Jalan Raya Condet dan Gambar 3. yang merupakan gambar sketsa (tampak potongan melintang) dari detail ruas Jalan Raya Condet.

Tabel 7. Deskripsi Ruas Jalan Raya Condet

Jalan	Tipe Alinyemen	Lebar Lajur (m)	Lebar Jalan (m)	Lebar Bahu Jalan (m)	Speed Limit (km/jam)
Raya Condet	Datar	3,3 meter	6,6 meter	0,8 meter	20 km/jam

(Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2023)



Gambar 3. Visualisasi Geometrik Ruas Jalan Raya Condet
(Sumber: Peneliti, 2024)

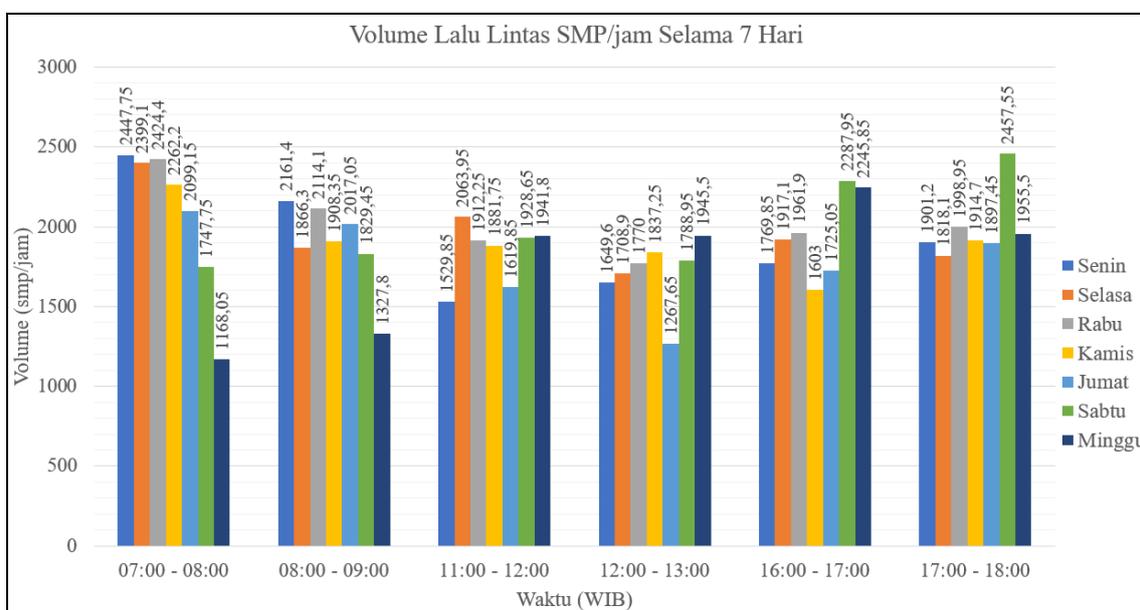
b. Hasil Survei Volume Lalu Lintas

Berdasarkan hasil peninjauan volume arus kendaraan, dapat diketahui bahwa jam puncak selama tujuh hari survei terdapat di hari Sabtu, tepatnya pada waktu sore hari (jam 17.00 WIB sampai jam 18.00 WIB) dengan jumlah 1693,75 kendaraan/jam. Untuk pengolahan data sesuai metode penelitian dibutuhkan konversi kedalam Satuan mobil penumpang yang disesuaikan berdasarkan angka EMP (Ekuivalensi Mobil Penumpang) dengan nilai untuk jenis Sepeda Motor (SM) adalah 0,25 dan Kendaraan Sedang (KS) adalah 1,2. Setelah masing-masing kendaraan per jam diubah menjadi SMP (Satuan Mobil Penumpang), maka didapatkan hasil jam puncak atau jam tersibuk selama observasi yaitu sebesar 2457,55 smp/jam. Berikut adalah Tabel 8. yang merupakan perhitungan konversi kendaraan per jam tiap jenis kendaraan menjadi satuan mobil penumpang pada hari yang memiliki jam tersibuk, dan Gambar 4. yang merupakan grafik volume kendaraan di ruas Jalan Raya Condet selama tujuh hari penelitian.

Tabel 8. Nilai Konversi SMP Pada Jam Puncak

Hari	Jam (WIB)	Total Kendaraan/Jam			EMP			Volume (smp/jam)
		MC	LV	HV	SM x 0,25	MP x 1,0	KS x 1,2	
Sabtu	07:00 - 08:00	4951	468	35	1237,75	468	42	1747,75
	08:00 - 09:00	4929	554	36	1232,25	554	43,2	1829,45
	11:00 - 12:00	4389	757	62	1097,25	757	74,4	1928,65
	12:00 - 13:00	4459	637	31	1114,75	637	37,2	1788,95
	16:00 - 17:00	6035	748	26	1508,75	748	31,2	2287,95
	17:00 - 18:00	6775	741	19	1693,75	741	22,8	2457,55

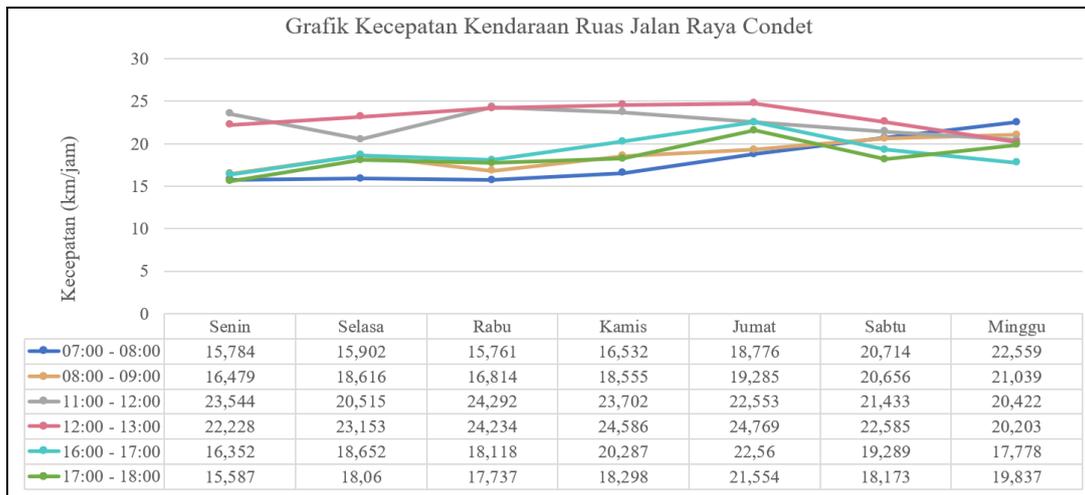
(Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2023)



Gambar 4. Grafik Volume Kendaraan SMP/jam Jalan Raya Condet
(Sumber: Olah Data, 2024)

c. Hasil Survei Kecepatan Kendaraan

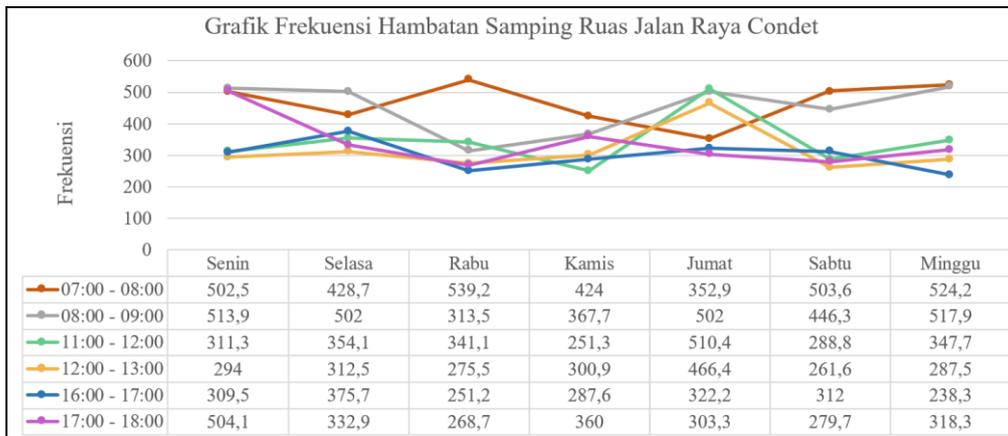
Pengambilan data kecepatan laju kendaraan dilaksanakan setiap durasi atau periode waktu 15 menit pada segmen jalan dengan panjang 50 meter, dan dilakukan dengan metode *spot speed* (survei kecepatan setempat). Pada hasil data kecepatan menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan rata-rata per jam tertinggi selama tujuh hari terdapat di waktu siang pada hari Jumat (jam 12.00 WIB sampai jam 13.00 WIB), dengan nilai kecepatan sebesar 24,769 km/jam. Sedangkan kecepatan rata-rata per jam terendah terjadi pada hari Senin, tepatnya di waktu sore hari (jam 17.00 WIB sampai jam 18.00 WIB), dengan nilai kecepatan sebesar 15,587 km/jam. Pada hasil survei jam puncak yaitu hari Sabtu di sore hari, total kecepatan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 18,174 km/jam.



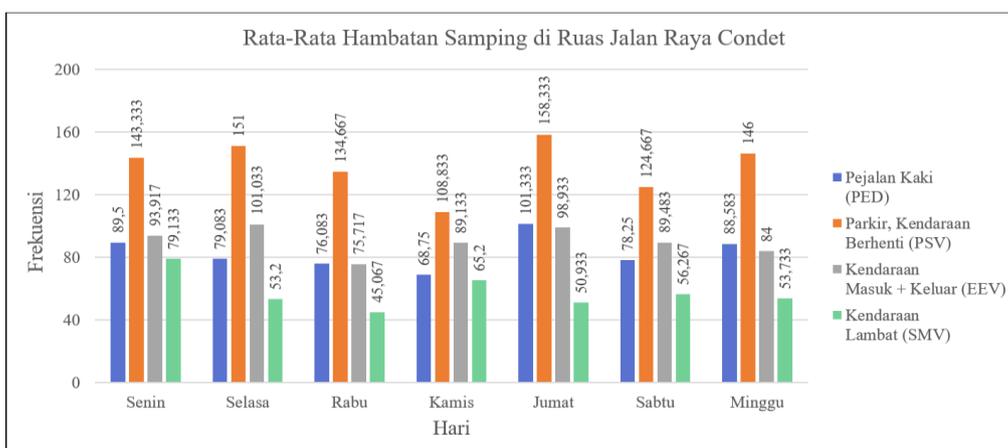
Gambar 5. Grafik Kecepatan Kendaraan di Jalan Raya Condet
(Sumber: Olah Data, 2024)

d. Hasil Survei Hambatan Samping

Berdasarkan hasil survei pengambilan data hambatan sisi jalan, diketahui nilai frekuensi hambatan samping tertinggi selama tujuh hari survei terdapat di hari Rabu pada pagi hari (jam 07.00 WIB hingga jam 08.00 WIB) dengan total frekuensi sebesar 539,2. Sedangkan hambatan samping terendah terjadi pada hari Minggu di sore hari (jam 16.00 WIB hingga jam 17.00 WIB) dengan total frekuensi sebesar 238,3. Pada jam puncak yaitu hari Sabtu di sore hari, total frekuensi hambatan samping sebesar 279,7 dengan kelas hambatan samping rendah. Untuk tipe atau jenis kejadian hambatan samping tertinggi selama 7 hari adalah tipe PSV (*Parking and Slow of Vehicles*) dengan artian kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti.



Gambar 6. Grafik Frekuensi Hambatan Samping Jalan Raya Condet
(Sumber: Olah Data, 2024)



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Frekuensi Hambatan Samping Jalan Raya Condet
(Sumber: Olah Data, 2024)

e. Hasil Persamaan Regresi Linear

Dari Tabel 6. yaitu model persamaan dari hubungan kepadatan dan kecepatan (*Density-Speed*) pada jam puncak yang ditinjau menggunakan model *Greenshields*, selanjutnya dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan umum regresi linear sederhana antara dua variabel yaitu $Y = a + bX$. Hasil dari persamaan tersebut disesuaikan menjadi rumus karakteristik arus lalu lintas. Berikut adalah Tabel 9. yang merupakan data variabel terikat yaitu kecepatan kendaraan dan data variabel bebas yaitu kerapatan kendaraan pada hari yang memiliki jam puncak. Sedangkan Tabel 10. merupakan hasil pengujian regresi linear dari data variabel pada jam puncak di lokasi survei yang dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 25.

Tabel 9. Data Variabel Pengujian Regresi Linear

Hari	Waktu	Volume SMP/jam (V)	Kecepatan km/jam (S)	Kerapatan SMP/km (V/S)
Sabtu	07:00 - 08:00	1747,75	20,714	84,374
	08:00 - 09:00	1829,45	20,656	88,565
	11:00 - 12:00	1928,65	21,433	89,985
	12:00 - 13:00	1788,95	22,585	79,209
	16:00 - 17:00	2287,95	19,289	118,612
	17:00 - 18:00	2457,55	18,173	135,225

(Sumber: Analisis Data, 2023)

Tabel 10. Hasil Uji Regresi Linear Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	26.949	1.276		21.126	.000
Kerapatan	-.065	.013	-.933	-5.181	.007

a. Dependent Variable: Kecepatan

(Sumber: Olah Data SPSS, 2023)

f. Perbandingan Model *Greenshields* dan PKJI 2023

Jam puncak yang didapatkan pada survei dalam penelitian ini adalah pada hari hari Sabtu di sore hari (jam 17.00 WIB hingga jam 18.00 WIB) dengan jumlah volume kendaraan (Q) 2457,55 smp/jam. Maka untuk menghasilkan angka derajat kejenuhan sesuai dengan persamaan (2), dibutuhkan nilai kapasitas jalan setiap metode yang didapatkan dari tabel yang bersumber dari PKJI 2023 dan diolah menggunakan persamaan (1).

Tabel 11. Hasil Perbandingan Model *Greenshields* dan Metode PKJI 2023

Metode	Hubungan (nilai)	Persamaan	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan
PKJI 2023	Kapasitas (C)	$C = 2800 \times 1 \times 0,948 \times 0,932 \times 1,04$ $C = 2572,857$ smp/jam	$D_j = \frac{2457,55}{2572,857}$	E
	Kecepatan Rata-Rata	18,174 km/jam	$D_j = 0,955$	
<i>Greenshields</i>	Kecepatan Arus Bebas (Sff)	26,949 km/jam	$D_j = \frac{2457,55}{2785,81}$ $D_j = 0,882$	E
	S-D	$S = 26,949 - 0,065 D$		
	V-D	$V = 26,949 D - 0,065 D^2$		
	V-S	$V = 413,494 S - 15,344 S^2$		
	Kapasitas (C)	$V_M = 26,949 \times \frac{413,494}{4}$ $V_M = 2785,81$ smp/jam		
	Speed Maximum	$S_M = \frac{26,949}{2} = 13,474$ km/jam		
Density Maximum	$D_M = \frac{413,494}{2} = 206,747$ kendaraan/jam			

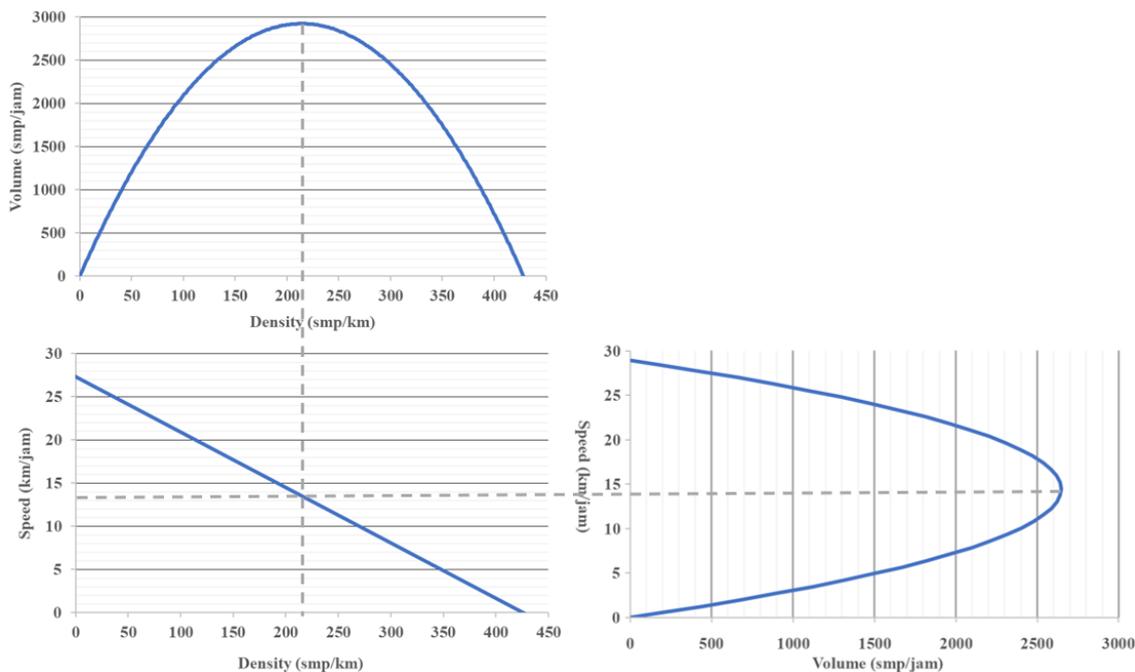
(Sumber: Analisis Data, 2023)

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa nilai kapasitas daya tampung jalan yang didapatkan dari model *Greenshields* lebih besar daripada metode PKJI 2023, dengan selisih sebesar 212,953 smp/jam. Hal tersebut terjadi karena pada perhitungan model *Greenshields* tidak membutuhkan data hambatan samping, melainkan data volume dan kecepatan yang menghasilkan data kepadatan arus lalu lintas. Sedangkan pada metode PKJI 2023, frekuensi data hambatan samping (*roadside obstacles*) sangat berdampak pada hasil kapabilitas daya tampung ruas jalan dan juga nilai kinerja. Karena hasil dari kapasitas jalan kedua metode tersebut berbeda, maka nilai dari angka derajat kejenuhan juga berbeda dan memiliki selisih sebesar 0,133. Tetapi pada indikator pelayanan jalan, kategori dari model *Greenshields* dan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023 sama-sama memberikan

kelas pelayanan “E”, dengan deskripsi kondisi lalu lintas (volume) mendekati nilai kapasitas daya tampung jalan dan kondisi arus lalu lintas tidak konstan, serta kendaraan sesekali terhenti.

Pada hasil perhitungan model *Greenshields*, nilai persamaan yang diperoleh dapat dibuat grafik hubungan antar parameter arus lalu lintas atau kendaraan seperti pada Gambar 8. Garis yang saling memotong pada tiap indeks merupakan nilai maksimum dari karakteristik arus lalu lintas seperti pada Gambar 2. yang menjelaskan masing-masing bagan kurva.



Gambar 8. Grafik Hubungan Karakteristik Lalu Lintas Pada Jam Puncak

(Sumber: Olah Data, 2024)

Dari grafik tersebut maka dapat diketahui hubungan matematis antara kecepatan dan kerapatan yang terjadi di ruas Jalan Raya Condet yaitu nilai kecepatan atau laju kendaraan akan menurun jika kerapatan lalu lintas meningkat. Jika kerapatannya sangat tinggi sehingga kendaraan tidak memungkinkan dapat beranjak lagi, maka nilai dari arus lalu lintas akan menjadi nilai 0 (nol). Hal tersebut diketahui sebagai nilai D_j (arus kendaraan pada saat macet total). Nilai D_j yang didapatkan pada ruas Jalan Raya Condet dalam dipenelitian ini yaitu sebesar 413,494 kendaraan/km. Nilai arus lalu lintas juga bisa bernilai 0 (nol) apabila tidak ada kendaraan satupun yang melewati segmen jalan, maka pada kondisi ini kerapatan juga bernilai 0 (nol) dan kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut bebas memilih laju kendaraan sesuai dengan kondisi jalan. Hal tersebut dikenal dengan kecepatan arus bebas (S_{ff}). Nilai S_{ff} di ruas Jalan Raya Condet yang didapatkan pada penelitian ini yaitu senilai 26,949 km/jam.

Pada hubungan antara volume arus kendaraan dan kecepatan kendaraan, ketika kepadatan kritis sudah tercapai, maka nilai dari kecepatan rata-rata ruang dan volume juga akan berkurang. Jadi, pada dasarnya kurva dalam hubungan tersebut menunjukkan dua kondisi lalu lintas yang berbeda, yaitu bagian lengan atas kurva menunjukkan kondisi lalu lintas yang konstan atau stabil, sedangkan lengan bagian bawah kurva menunjukkan keadaan arus pada kondisi padat.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian yang dilakukan di ruas Jalan Raya Condet menunjukkan bahwa tingkat pelayanan yang dihasilkan dari nilai derajat kejenuhan sudah melebihi batas yang ditentukan oleh Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2023. Hasil perbandingan antara metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan model *Greenshields* sama-sama memberikan nilai derajat kejenuhan lebih dari angka yang sudah ditetapkan yaitu $D_j \leq 0,85$. Hal tersebut mendefinisikan bahwa Jalan Raya Condet perlu mempertimbangkan peningkatan kapasitas segmen jalan. Pada metode PKJI 2023, nilai kapasitas daya tampung jalan dijam puncak yaitu sebesar 2572,857 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan 0,955. Tingkat kinerja yang dihasilkan dari metode PKJI 2023 adalah kategori “E” dengan kondisi volume mendekati nilai kapasitas jalan dan kondisi arus tidak konstan serta kendaraan sesekali terhenti. Sedangkan pada model *Greenshields*, nilai kapasitas daya tampung jalan pada jam puncak yaitu sebesar

2785,81 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,882. Tingkat pelayanan yang dihasilkan dari model *Greenshields* juga sama dengan yang dihasilkan oleh metode PKJI 2023, yaitu pada kategori “E” dengan kondisi volume mendekati nilai kapasitas jalan dan kondisi arus tidak konstan serta kendaraan sesekali terhenti.

Dari hasil peninjauan hambatan samping di ruas Jalan Raya Condet, jenis kejadian hambatan samping tertinggi selama 7 hari adalah tipe PSV (*Parking and Slow of Vehicles*) atau kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kapasitas ruas Jalan Raya Condet, cara yang paling tepat adalah meminimalisir nilai hambatan samping dengan menertibkan semua parkir liar serta aktivitas masyarakat sekitar yang mengganggu fungsi jalan, karena hal tersebut sudah diatur dan disusun dalam UU RI Nomor 22 Tahun 2009 berkenaan dengan LLAJ (Lalu Lintas dan Angkutan Jalan), Pasal 106 ayat (4), yaitu para pengemudi bisa mendapat sanksi atau hukuman berupa kurungan paling lama dua bulan penjara dan denda maksimal senilai Rp500 ribu apabila melanggar berbagai peraturan dari sistem lalu lintas termasuk cara parkir kendaraan dan juga cara berhenti.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya yang ingin melakukan pengujian kondisi jalan dengan model statistika seperti *Greenshields*, disarankan untuk memilih jalan bebas hambatan dan jalan yang tidak memiliki *speed limit* (batas kecepatan), karena hal tersebut berpengaruh besar terhadap hasil penelitian jika ingin dibandingkan dengan metode manual seperti Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Jika ingin melakukan penelitian di ruas jalan yang memiliki batas kecepatan, maka lebih baik gunakan perbandingan antara model *Greenshields* dengan model statistika lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2023). *Kota Jakarta Timur Dalam Angka 2023* (Fitriyani (ed.)). BPS-Statistics of Jakarta Timur Municipality. Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. In *Kementerian PUPR* (Vol. 2, Nomor 21).
- Fatonah, D. R., Putra, S., & Ofrial, S. A. M. P. (2021). Pengaruh U-Turn Terhadap Tundaan Perjalanan Berdasarkan Tinjauan Gelombang Kejut. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(1), 51–64.
- Fitrianiingsih, D., & Anindita, R. Y. (2024). Analisa Tingkat Kinerja Jalan Ruhui Rahayu Kota Balikpapan. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*, 2(10), 101–115. <https://doi.org/10.46447/ktj.v10i2.557>
- Florentinus, L. D., Lakawa, I., & Sulaiman, S. (2021). Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Abdullah Silondae Kota Kendari. *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(2), 55–64. <https://doi.org/10.54297/sciej.v2i2.191>
- Iscahyono, A. F., & Ashmah, N. H. S. (2023). Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan Raya Cibabat Kota Cimahi. *Jurnal Deformasi*, 8(2), 168–177. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.12250>
- Marasabessy, J. F. R., Ohorella, F. H., & Amaheka, S. G. M. (2024). Evaluasi Tingkat Pelayanan Jalan Akibat Ahli Fungsi Jalur Pendistrian. *Jurnal METIKS*, 4(1), 89–99.
- Rachman, A. P., Rompis, S. Y. R., & Timboeleng, J. A. (2020). Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kinerja Jalan di Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(1), 69–82. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/29445>
- Raharjo, D. E. P., & Mahardi, P. (2023). Pengaruh Volume Kendaraan Berat Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Driyorejo Kabupaten Gresik (Studi Kasus Depan PT. Miwon Indonesia). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 5(1), 1–12.
- Raudhati, E., & Mona, E. (2020). Analisis Kecepatan Kendaraan Akibat Hambatan Samping (Studi Kasus: Jl. Mayor Abd. Karta Wirana Kota Jambi di sekitar Lippo Mall). *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(2), 54–58. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i2.69>
- Said, A. R., Badaron, F., & Massara, A. (2024). Studi Gelombang Kejut dan Karakteristik Arus Lalu Lintas dengan Model Greenberg dan Greenshield Jalan Letjen Hertasning. *Jurnal Co-Value*, 14(10).
- Simangunsong, W. S., & Sari, N. (2023). *Kompleksnya Penyebab Kemacetan di Condet Menurut Pengamat, Tak Luput dari Perubahan Fungsi Kawasan*. Kompas. <https://megapolitan.kompas.com/read/2023/06/09/08040581/kompleksnya-penyebab-kemacetan-di-condet-m-enurut-pengamat-tak-luput-dari>