E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengaruh Retakan Membujur Lintasan Jalan Terhadap Kapasitas Praktis Segmen (Studi Case : Segmen Jalan Raya Setu, Kabupaten Bekasi)

Tertib Sinulingga[1], Hendrik Prasetyo[2],Budiharso Hidayat[3], Bobby Agung Hermawan[4]
[1234] Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD , filelingga69@gmail.com

Abstrak

Retakan membujur merupakan salah satu bentuk kerusakan perkerasan yang berpotensi menurunkan kinerja lalu lintas dan kapasitas jalan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis lintasan jalan pada Segmen STTD Jalan Raya Setu, Kabupaten Bekasi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei lapangan yang meliputi pengukuran geometrik jalan, dimensi retakan membujur, volume lalu lintas, dan kecepatan kendaraan. Pengamatan dilakukan pada periode jam sibuk dan bukan jam sibuk di lima titik pengamatan, yaitu X1, X2, Y1, Y2, dan Z2. Data volume lalu lintas dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan PKJI 2023. Analisis hubungan volume dan kecepatan dilakukan menggunakan model Bruce D. Greenshields untuk memperoleh kapasitas praktis maksimum jalan. Pengaruh retakan membujur dianalisis menggunakan regresi linier logaritmik dengan volume retakan sebagai variabel bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas praktis pada lokasi tanpa retakan membujur mencapai 1222,41 smp/jam, sedangkan pada lokasi yang mengalami retakan membujur menurun menjadi 1205,54 smp/jam dan 1211,03 smp/jam. Model regresi yang diperoleh menunjukkan hubungan negatif antara volume retakan membujur dan kapasitas praktis jalan. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan dimensi retakan membujur cenderung menurunkan kapasitas praktis jalan karena memengaruhi kecepatan dan perilaku pengemudi saat melintasi ruas jalan yang mengalami kerusakan.

Kata Kunci: *retakan membujur, kapasitas praktis jalan, Greenshields, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, regresi logaritmik*

Abstract

Longitudinal cracking is one of the pavement distress types that can reduce traffic performance and roadway capacity. This study aims to analyze the effect of longitudinal cracking on the practical capacity of a road segment along the STTD Section of Jalan Raya Setu, Bekasi Regency, Indonesia. A quantitative approach was employed through field surveys, including measurements of road geometric characteristics, longitudinal crack dimensions, traffic volume, and vehicle speed. Observations were conducted during peak and off-peak periods at five observation points, namely X1, X2, Y1, Y2, and Z2. Traffic volume data were converted into Passenger Car Units (PCU) based on the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2023). The relationship between traffic volume and speed was analyzed using the Bruce D. Greenshields model to determine the maximum practical road capacity. The effect of longitudinal cracking was evaluated using logarithmic linear regression, with crack volume as the independent variable. The results indicate that the practical capacity of road segments without longitudinal cracking reached 1,222.41 PCU/h, whereas segments with longitudinal cracking decreased to 1,205.54 PCU/h and 1,211.03 PCU/h. The regression model revealed a negative relationship between longitudinal crack volume and practical road capacity. These findings indicate that increasing crack dimensions tend to reduce practical road capacity by affecting vehicle speed and driver behavior when traversing damaged pavement sections.

Keywords: *longitudinal cracking, practical road capacity, Greenshields model, traffic volume, vehicle speed, logarithmic regression.*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Corresponding Author:
Tertib Sinulingga

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD ; filelingga69@gmail.com

PENDAHULUAN

Transportasi jalan memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung aktivitas sosial, ekonomi, pendidikan dan distribusi barang pada suatu wilayah. Kinerja suatu ruas jalan sangat dipengaruhi oleh kondisi geometrik jalan, karakteristik arus lalu lintas, serta kondisi perkerasan yang dilalui kendaraan. Pada sistem tranportasi perkotaan dan kawasan penyangga metropolitan seperti Kabupaten Bekasi, peningkatan mobilitas kendaraan yang terus berkembang menyebabkan beban lalu lintas pada ruas jalan utama semakin tinggi sehingga mempengaruhi tingkat pelayanan jalan dan kapasitas ruas jalan. Salah satu ruas jalan yang memiliki peranan strategis di Kabupaten Bekasi adalah Jalan Raya Setu yang menghubungkan Simpang Kampung Utan dan Simpang Setu. Ruas Jalan ini berfungsi sebagai jalur penghubung aktivitas lokal maupun antar wilayah dengan intensitas pergerakan kendaraan yang relatif tinggi setiap harinya. Pada segmen tertentu, khususnya di depan kawasan kampus Politeknik Transportasi darat Indonesia-STTD, arus lalu lintas didominasi oleh kendaraan pribadi, kendaraan angkutan barang, sepeda motor, serta aktifitas samping jalan yang cukup aktif. Kondisi tersebut menjadikan segmen lintasan kampus sebagai salah satu titik penting dalam kajian kinerja lalu lintas di Jalan Raya Setu.

Secara teoritis, ruas jalan dengan karakteristik geometrik, tipe jalan, dan hambatan samping yang relatif seragam memiliki kapasitas yang cenderung sama pada setiap segmennya. Namun, kondisi lapangan pada Segmen STTD Jalan Raya Setu menunjukkan adanya retakan membujur (*longitudinal cracking*) pada beberapa titik pengamatan, yaitu di depan kampus, seberang Masjid As'ad Yusuf–Toko Agen Asia, dan di depan kios besi tua arah Kalimalang–Pasar Setu. Kerusakan tersebut berpotensi memengaruhi perilaku pengemudi, seperti mengurangi kecepatan dan meningkatkan kehati-hatian saat melintasi area retakan. Perubahan perilaku ini dapat mengganggu karakteristik arus lalu lintas, khususnya hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan, sehingga berpotensi menurunkan kapasitas jalan.Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan merupakan dasar utama dalam analisis karakteristik arus lalu lintas. Salah satunya model yang banyak digunakan untuk menggambarkan hubungan tersebut adalah model Greenshields. Model Greenshields mengamsusikan adanya hubungan linier antara kecepatan dan keadatan lalu lintas, sehingga dapat digunakan untuk menentukan kapasitas maksimum jalan berdasarkan kondisi lalu lintas eksisting. Model ini telah banyak diterapkan pada penelitian karakteristik arus lalu lintas di berbagai ruas jalan di Indonesia karena mampu menggambarkan hubungan matematis antara parameter lalu lintas secara sederhana dan efektif (Nova Aqshal Dwicahyo & Hendrata Wibisana, 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan kondisi jalan dan hambatan pada ruas jalan dapat mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan jalan. Penelitian mengenai karakteristik arus lalu lalu lintas menggunakan model Greenshields pada berbagai ruas jalan di Indonesia menunjukkan bahwa penurunan kecepatan kendaraan akibat gangguan tertentu akan menyebabkan perubahan hubungan volume terhadap kecepatan dan kepadatan serta menurunkan kapasitas jalan (Farhan Sholahudin & Nurmayadi, 2021). Namun demikian, penelitian yang secara khusus membahas pengaruh kerusakan perkerasan berupa retakan membujur terhadap kapasitas jalan masih terbatas,

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

khususnya pada ruas jalan perkotaan di kawasan Kabupaten Bekasi. Selain itu, penelitian terkait analisis karakteristik arus lalu lintas dengan model *Greenshields* juga menunjukkan bahwa setiap ruas jalan memiliki karakteristik lalu lintas yang berbeda meskipun kondisi geometrik dan lingkungan jalan relatif serupa (Farhan Sholahudin & Nurmayadi, 2021). Penelitian mengenai karakteristik lalu lintas menggunakan model Greenshields telah banyak dilakukan, namun penelitian yang menghubungkan secara langsung kerusakan perkerasan berupa retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan masih relatif terbatas, khususnya pada ruas jalan perkotaan tipe 2/2 UD di Indonesia. Penelitian ini menawarkan pendekatan kuantitatif dengan mengintegrasikan volume retakan membujur sebagai variabel geometrik kerusakan jalan ke dalam model regresi logaritmik.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu penelitian yang mampu menganalisis secara kuantitatif pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas jalan pada segmen lintasan kawasan kampus Politeknik Transportasi darat Indonesia-STTD di Jalan Raya Setu. Penelitian ini dilakukan melalui analisis hubungan antara volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan kepadatan lalu lintas menggunakan pendekatan model Greenshields. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai dampak kerusakan perkerasan jalan terhadap kinerja lalu lintas, sekaligus menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait dalam menentukan prioritas pemeliharaan jalan dan pengelolaan lalu lintas pada ruas Jalan Raya Setu Kabupaten Bekasi.

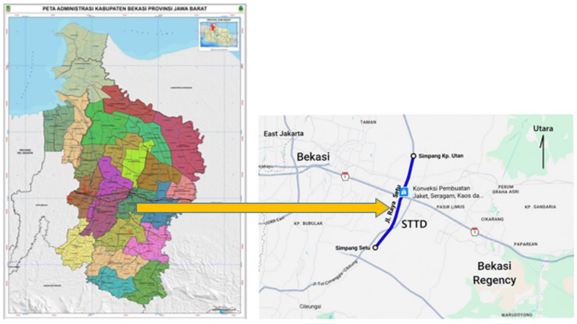
METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei lapangan untuk menganalisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis ruas jalan pada segmen kawasan kampus Politeknik Transportasi darat Indonesia-STTD di Jalan Raya Setu. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian dilakukan melalui pengukuran parameter lalu lintas dan kerusakan jalan secara numerik, kemudian dianalisis menggunakan model matematis Greenshields dan regresi linier logaritmik (Ichrar et al., 2023). Penelitian ini bersifat eksplanatif karena bertujuan menjelaskan hubungan sebab akibat antara retakan membujur sebagai variabel bebas terhadap kapasitas praktis lintasan jalan sebagai variabel terikat (Sultan et al., 2024).

Lokasi Kegiatan

Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan kampus Politeknik Transportasi darat Indonesia-STTD di Jalan Raya Setu. Lokasi ini dipilih karena terdapat beberapa titik retakan yang membujur (longitudal cracking) berada pada jalur kendaraan aktif dan diduga mempengaruhi karakteristik arus lalu lintas, khususnya kecepatan kendaraan dan kapasitas praktis jalan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Selain memiliki intensitas lalu lintas yang relatif tinggi, segmen ini juga mempunyai karakteristik geometrik jalan yang relatif seragam sepanjang lokasi pengamatan. Kondisi

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

tersebut meliputi tipe jalan, lebar perkerasan, jumlah lajur, kondisi median, serta aktifitas samping jalan seperti parkir kendaraan, akses keluar masuk kendaraan, aktifitas pejalan kaki dan keberadaan kendaraan lambat yang cenderung homogen. Dengan karakteristik tersebut, perbedaan kinerja lalu lintas yang terjadi pada lokasi penelitian diduga lebih dipengaruhi oleh kondisi retakan membujur dibandingkan faktor geometriknya jalan lainnya.

Populasi dan Sample

Populasi penelitian adalah seluruh arus lalu lintas yang terjadi pada segmen kawasan kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia–STTD di Jalan Raya Setu selama 24 jam pada hari Senin. Populasi mencakup seluruh kendaraan yang melintas, baik kendaraan ringan, kendaraan berat, maupun sepeda motor. Pemilihan hari Senin dilakukan karena mewakili kondisi lalu lintas normal pada hari kerja dengan intensitas pergerakan kendaraan yang relatif tinggi. Sampel penelitian diambil menggunakan metode time sampling yang mewakili kondisi jam sibuk (peak hour) dan bukan jam sibuk (off-peak hour), yaitu pukul 07.00–08.00 WIB dan pukul 11.00–12.00 WIB. Pemilihan periode pengamatan didasarkan pada karakteristik lalu lintas perkotaan yang umumnya mengalami puncak pergerakan pada pagi hari dan kondisi arus yang lebih stabil pada siang hari. Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian transportasi untuk merepresentasikan variasi karakteristik arus lalu lintas pada kondisi operasional jalan yang berbeda (Mayang Kania et al., 2025).

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui survei lapangan pada segmen kawan kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jalan Raya Setu. Survei dilakukan untuk memperoleh data karakteristik lalu lintas, kondisi geometrik jalan, serta kondisi kerusakan perkerasan berupa retakan membujur (longitudal cracking) yang digunakan dalam analisis pengaruh retakan terhadap kapasitas praktis lintasan jalan. Metode survei lapangan secara langsung banyak digunakan dalam penelitian transportasi karena mampu menggambarkan kondisi operasional lalu lintas secara aktual dan representatif terhadap kondisi ruas jalan yang diteliti. (Nova Aqshal Dwicahyo & Hendrata Wibisana, 2025).

a. Data Sekunder
   Data sekunder diperoleh dari peta digital, PKJI 2023, dokumentasi lapangan, dan berbagai literatur terkait karakteristik lalu lintas serta model Greenshields. Peta digital digunakan untuk identifikasi lokasi dan penentuan titik pengamatan, sedangkan PKJI 2023 digunakan sebagai acuan konversi volume kendaraan dan analisis kapasitas jalan. Penggunaan data spasial berbasis peta digital terbukti mendukung analisis kondisi ruas jalan dan karakteristik lalu lintas secara efektif (Cahya et al., 2024).
b. Data Primer
   Data primer diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan pada lokasi penelitian. Data primer digunakan untuk memperoleh kondisi aktual lalu lintas dan kondisi fisik jalan pada segmen penelitian.
   a) Geometrik Jalan
      Data geometrik jalan yang diamati meliputi lebar jalur lalu lintas, jumlah lajur, tipe jalan, kondisi median, bahu jalan, dan hambatan samping (*side friction*). Data ini diperlukan karena kapasitas jalan dipengaruhi oleh karakteristik fisik ruas jalan dan lingkungan sekitarnya (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat & Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran langsung,

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dokumentasi foto, dan identifikasi visual pada seluruh titik pengamatan. Pengamatan ini bertujuan memastikan kondisi geometrik ruas jalan relatif seragam sehingga perubahan kapasitas jalan dapat dianalisis berdasarkan pengaruh retakan membujur .

b) Retakan Membujur

Data retakan membujur yang diamati meliputi panjang, lebar, dan kedalaman retakan pada jalur kendaraan aktif (Rifqi Fauzi Dhiaulhaq & Fauzan, 2022). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran langsung di lapangan terhadap perkerasan yang mengalami retakan membujur. Setiap retakan diidentifikasi berdasarkan lokasi, bentuk, dimensi, dan tingkat kerusakannya (Lumoindong et al., 2024). Selanjutnya, retakan didokumentasikan dan dicatat sesuai titik pengamatan. Data hasil pengukuran digunakan untuk menghitung volume retakan membujur sebagai variabel bebas dalam penelitian (Oktavia Tanjung et al., 2023). Volume retakan dihitung menggunakan Persamaan (1).

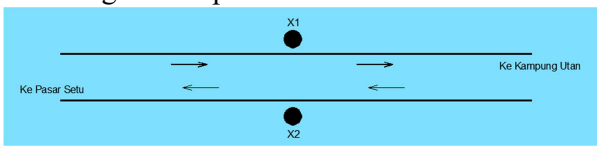
$$I = p \times l \times t$$

Dimana :
I = Volume Retakan (m³),
p = Panjang Retakan (m),
l = Lebar Retakan (m),
t = Kedalaman Retakan (m).

Pengukuran kerusakan perkerasan jalan secara langsung di lapangan umum digunakan dalam penelitian evaluasi kondisi jalan karena mampu menggambarkan tingkat kerusakan aktual padda permukaan perkerasan (Farhan Sholahudin & Nurmayadi, 2021).

c) Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas yang menjadi target dalam penelitian ini adalah jumlah kendaraan yang melintas pada lokasi penelitian. Pengamatan volume lalu lintas dilakukan pada beberapa titik pengamatan yang terdiri atas segmen dengan retakan dan segmen tanpa retakan.



Gambar 1. Lokasi Survei Volume Lalu Lintas

Lokasi pengamatan terdiri atas :

1. X1 : Seberang tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD antara masjid As'ad Yusuf dam Toko Agen Asia;
2. X2 : Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD antara masjid As'ad Yusuf dam Toko Agen Asia;
3. Y1 : Seberang tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD di depan Warung Sate Kambing Solo;
4. Y1 : Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD di depan Warung Sate Kambing Solo;
5. Z2 : Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Kios Jual Beli Besi Tua.

Data volume lalu lintas diperoleh melalui survei pencacahan kendaraan *(traffic couting)* secara langsung pada lokasi penelitian. Kendaraan yang melintas diklasifikasikan berdasarkan jenis kendaraan, yaitu, Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Sedang (KS), Kendaraan Berat (BB-TB), Sepeda Motor (SM) dan Kendaraan Tidak Bermotor (KTB).

Pengamatan lalu lintas dilakukan pada periode jam sibuk *(peak hour)* dan bukan jam sibuk *(off-peak hour)* untuk memperoleh karakteristik lalu lintas

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pada kondisi operasional jalan yang berbeda. Data volume lalu lintas kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan faktor ekuivalensi kendaraan menuti PKJI 2023.
Survei volume lalu lintas menggunakan metode *traffic counting* umum digunakan dalam penelitian karakteristik arus lalu karena mampu menggambarkan kondisi aktual volume kendaraan pada ruas jalan perkotaan (Zulafwin et al., 2025).

d) Kecepatan Kendaraan
Data kecepatan kendaraan yang diamati adalah kecepatan kendaraan saat melintasi Segmen Politeknik Transportasi Darat Indonesia–STTD pada lokasi pengamatan X, Y, dan Z. Data ini digunakan untuk menganalisis hubungan antara kecepatan, volume, dan kepadatan lalu lintas menggunakan model Greenshields (Sultan et al., 2024). Pengumpulan data dilakukan melalui survei kecepatan titik (*spot speed survey*) dengan mengukur kecepatan kendaraan yang melintas pada titik pengamatan menggunakan alat ukur kecepatan (*speed gun*). Pengukuran kecepatan dilakukan menggunakan *speed gun* dengan teknik systematic sampling, yaitu satu kendaraan sampel untuk setiap 40 kendaraan yang melintas pada lokasi pengamatan. Data kecepatan diperoleh melalui metode spot speed survey, yang banyak digunakan dalam penelitian transportasi karena mampu mengukur kecepatan kendaraan secara langsung dan akurat pada kondisi lalu lintas aktual (Sanjay Kumara & Swati Maitrab, 2024).

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan model Greenshields untuk menggambarkan hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas, serta regresi linier logaritmik untuk menganalisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan. *Model Greenshields* dipilih karena mampu merepresentasikan karakteristik arus lalu lintas secara makroskopik melalui hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas (Nova Aqshal Dwicahyo & Hendrata Wibisana, 2025).

a. Penyesuaian Satuan Jumlah Kendaraan
Data volume lalu lintas yang didapatkan dari hasil survei lapangan terlebih dahulu dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (SMP). Konversi dilakukan karena setiap jenis kendaraan memiliki karakteristik dan pengaruh yang berbeda terhadap arus lalu lintas sehingga diperlukan penyetaraan satuan kendaraan agar analisis lalu lintas dapat dilakukan secara seragam (Zulafwin et al., 2025).
Konversi volume kendaraan dilakukan menggunakan faktor ekuivalensi kendaraan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat & Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Tabel 1. Faktor Penyesuaian Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Jenis Kendaraan	Nilai SMP
Kendaraan Ringan (KR)	1,00
Kendaraan Sedang (KS)	1,20
Kendaraan Berat (BB-TB)	2,50
Sepeda Motor (SM)	0,35
Kendaraan Tidak Bermotor (KTB)	0,40

Sumber : PKJI, 2023

Kendaraan ringan digunakan sebagai kendaraan acuan dengan nilai SMP sebesar 1,00. Proses koknversi dilakukan menggunakan persamaan :

$$Q_{smp} = \sum (n_i X emp_i)$$

Dengan :
Q_{smp} = Volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp/jam),

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

n_i = Jumlah kendaraan berdasarkan jenis kendaraan,
emp_i = faktor ekuivalensi mobil penumpang.

Konversi SMP bertujuan menyeragamkan volume lalu lintas sehingga mempermudah analisis hubungan volume, kecepatan, kepadatan, dan kapasitas praktis lintasan jalan (PKJI, 2023).

b. Analisis Hubungan Volume dan Kecepatan
Data volume lalu lintas (Q) dan kecepatan kendaraan (V) hasil observasi lapangan dianalisis menggunakan model Greenshields. Model Greenshields digunakan karena mampu menggambarkan hubungan matematis antara kecepatan, kepadatan, dan arus lalu lintas melalui pendekatan linieer antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas (Muhammad Zaini Iqbal et al., 2023).
Hubungan dasar model *Greenshields* dinyatakan sebagai beikut :

$$Q = V\ X\ D$$

Dengan :
Q = Volume lalu lintas (smp/jam); V = Kecepatan kendaraan (km/jam); D = kepadatan lalu lintas (smp/km).
Hubungan antara kecepatan dan kepadatan dinyatalan dengan persamaan :

$$V = V_f \left(1 - \frac{D}{D_i}\right)$$

Dengan :
V_f = Kecepatan arus bebas *(free flow speed)*; D_i = Kepadatan jenuh *(jam density)*.
Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh hubungan volume dan kecepatan dalam bentuk persamaan parabola :

$$Q = \alpha V^2 + \beta V + \mathcal{X}$$

Dimana :
$\alpha, \beta\ dan\ \mathcal{X}$ merupakan konstanta regresi hasil analisis data lapangan.
Persamaan tersebut digunakan untuk membentuk kurva hubungan volume dan kecepatan lalu lintas pada segmen penelitian sehingga diperoleh karakteristik arus lalu lintas pada kondisi tanpa retakan dan dengan retakan membujur.

c. Penentuan Kapasitas Praktis
Kapasitas praktis lintasan jalan diperoleh berdasarkan nilai arus maksimum pada kurva hubungan volume dan kecepatan hasil analisis model *Greenshields*. Kapasitas dalam penelitian ini disebut sebagai kapasitas praktis karena diperoleh dari penerapan model matematis terhadap data observasi lapangan yang mencerminkan kondisi operasional aktual jalan, bukan kondisi ideal teoritis.
Kapasitas praktis yang dianalisis terdiri atas :
Kapasitas praktis tanpa retakan membujur QTG_{maks}, Kapasitas praktis dengan retakan membujur QRM_{maks}.
Kapasitas maksimum dieroleh menggunakan persamaan Greenshileds :

$$Q_{maks} = \frac{V_f - D_i}{4}$$

Sedangkan kecepatan optimum diperoleh menggunakan persamaan :

$$V_{opt} = \frac{V_f}{2}$$

Dengan :
Q_{maks} = Kapasitas maksimum jalan (smp/jam), V_{opt} = Kecepatan optimum (km/jam),
V_f = Kecepatan arus bebas, D_i = Kepadatan jenuh.
Analisis kapasitas praktis dilakukan untuk mengetahui perubahan kapasitas jalan akibat keberadaan retakan membujur (Rahmawati & Maruman, 2024).

d. Pembentukan Model Regresi Logaritmik

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan dianailis menggunakan model regresi logaritmik. Analisis dilakukan berdasarkan rasio antara kapasitas praktis jalan dengan retakan membujur dan kapasitas praktis jalan tanpa retakan.

Hubungan tersebut dinyatakan daalam bentuk :

$$Q_{maks} = FRM\ X\ QTG_{maks}$$

Dengan :

Q_{maks} = Kapasitas praktis dengan retakan membujur (smp/jam),
QTG_{maks} = Kapasitas praktis tanpa retakan membujur (smp/jam),
FRM = faktor pengaruh retakan membujur.

Faktor pengaruh retakan dinyatakan sebagai :

$$FRM = \lambda I^n$$

Dengan :

λ = Konstanta model, I = koefisien pengaruh retakan, N = Volume retakan membujur (m²).

Selanjutnya dilakukan transformasi logaritmik sehingga diperoleh persamaan regresi linier :

$$In = \left(\frac{QRM_{maks}}{QTG_{maks}}\right) = In(\lambda) + nIn(I)$$

Persamaan tersebut kemudian disederhanakan menjadi :

$$Y = a + bX$$

Dengan :

Y = In(QRM_{maks}/QTG_{maks}), X = $In(I)$, $a = In(\lambda)$, $b = n$.

Transformasi logaritmik dilakukan untuk mempermudah proses analisis regresi dan memperoleh hubungan matematis antara retakan membujur dan kapasitas praktis jalan.

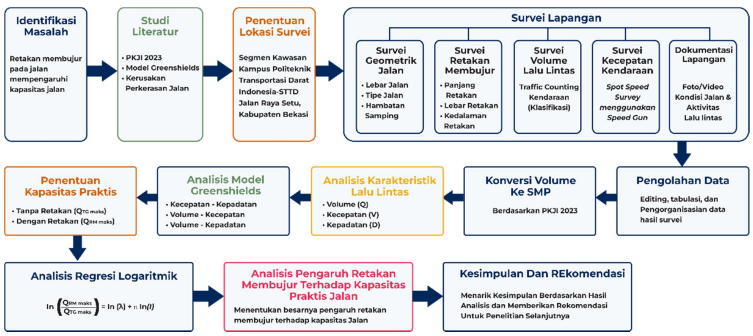
e. Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linier dilakukan untuk mengetahui hubungan matematis dan besarannya pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis lintasan jalan. Analisis dilakukan menggunakan data hasil transformasi logaritmik antara volume retakan dan rasio kapasitas praktis jalan. Hasil analisis regresi digunakan untuk :

1. Memperoleh nilai koefisien regresi;
2. Menentukan tingkat pengaruh retakan membujur;
3. Membentuk model matematis pengaruh retakan terhadap kapasitas praktis jalan.

Koefisien determinasi (R²) digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara variabel retakan membujur dan kapasitas praktis jalan. Semakin besar nilai koefisien determinasi, maka semakin besar pengaruh retakan membujur terhadap perubahan kapasitas jalan.

Analisis regresi linier banyak digunakan dalam penelitian transportasi untuk mengetahui hubungan antara variabel geometrik jalan, kondisi perkerasan, dan karakteristik lalu lintas.(Farhan Sholahudin & Nurmayadi, 2021).



E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Segmen Lintasan

Segmen penelitian merupakan ruas jalan perkotaan tipe 2/2 UD *(two lane two way undivided)* dengan lebar perkerasan sekitas 6 meter yang melayani arus lalu lintas dua arah tanpa pemisah median. Pada sisi jalan terdapat fasilitas trotoar dengan lebar ± 1,5 meter. Tata guna lahan disekita lokasi didominasi oleh kawasan pendidikan, aktivitas perdagangan skala kecil, dan pemukiman penduduk.

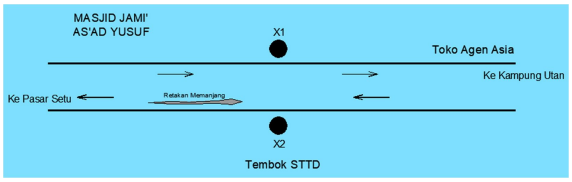


Gambar 4. Jl. Raya Setu (Segmen kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD)

Pada gambar diatas dapat dilihat aktivitas samping jalan yang cukup intensif, seperti keberadaan pedagang kaki lima, pergerakan pejalan kaki, serta aktivitas keluar-masuk kendaran dari area sekitar jalan yang menyebabkan tingkat hambatan samping pada ruas jalan yang tergolong tinggi. Kondisi tersebut berpotensi mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas, karakteristik pergerakan kendaraan, serta kapasitas operasional jalan pada segmen ini.

Geometrik Retakan Melintang

a. Lokasi Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD antara masjid As'ad Yusuf dam Toko Agen Asia (X2)
   Lokasi X2 berada di depan tembok STTD, seberang Masjid Jami' As'ad Yusuf dan Toko Agen Asia. Pada lokasi ini ditemukan kerusakan perkerasan berupa retakan membujur (*longitudinal cracking*) yang berada pada lajur kendaraan aktif dan sejajar dengan arah lalu lintas. Retakan menunjukkan pola memanjang dengan variasi pelebaran pada beberapa bagian, yang mengindikasikan penurunan kondisi fungsional perkerasan. Dimensi retakan berupa panjang, lebar, dan kedalaman diukur secara langsung menggunakan meter ukur sebagai data dasar dalam analisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan.



Gambar 5. Sketsa Retakan Membujur di Lokasi X2

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa retakan membujur memiliki panjang sekitar 15 m, lebar 7–30 cm, dan kedalaman rata-rata 0,025 m. Lebar retakan terbesar ditemukan pada bagian yang berada tepat pada lintasan roda kendaraan. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh luas kerusakan retakan sebesar 1,83 m² dengan lebar rata-rata 0,122 m. Data

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dimensi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung volume retakan membujur sebagai variabel bebas dalam analisis pengaruh terhadap kapasitas praktis jalan.

Tabel 2. Geometrik Retakan Membujur Lokasi X2

No	Lebar (l) (cm)	Lebar (meter)	Panjang (P) (meter)	PxL
1	7	0,07	3	0,21
2	12	0,12	11	1,32
3	30	0,30	1	0,30
Jumlah			15	1,83
Rata-Rata Lebar (meter)				0,122
Kedalaman (cm)				2,5
Kedalaman (meter)				0,025

Perhitungan volume retakan dilakukan menggunakan persamaan :

$$I = p \times l \times t$$

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan diperoleh :

$$I = 15 \times 0{,}122 \times 0{,}025$$
$$I = 0{,}04575 m^3$$

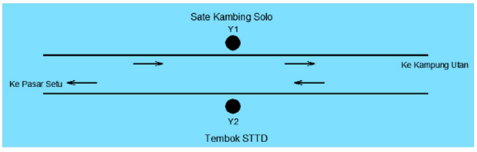
Dari tabel diatas menunjukkan bahwa volume retakan membujur pada lokasi X2 sebesar $0{,}04575 m^3$. Keberadaan retakan membujur pada lokasi X2 diduga mempengaruhi karakteristik operasional lalu lintas, khususnya terhadap kecepatan kendaraan dan pola pergerakan kendaraan saat melintasi area retakan. Pada saat survei lapangan ditemukan beberapa kendaraan cenderung mengurangi kecepatan maupun mengubah posisi lintasan kendaraan untuk menghindari area kerusakan jalan. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan gangguan terhadap stabilitas arus lalu lintas dan menurunkan kapasitas praktis jalan pada segmen tersebut.



Gambar 6. Kondisi Retakan Membujur di Lokasi X2

b. Lokasi Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Seberang Sate Kambing (Y2)

Pada lokasi Y2 arah menuju Kampung Utan, tepat di depan tembok tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD dan berseberangan dengan area Warung makanSate Kambing Solo Pak Min Muri. Pada segmen ini dilakukan pengamatan terhadap kondisi perkerasan jalan dan karakteristik arus listrik arus lalu lintas kendaraan sebagai pembanding terhadap lokasi yang mengalami retakan. Titik pengamatan pada lokasi ini dibagi menjadi dua posisi, yaiut Y1 dan Y2 untuk memperoleh gambaran kondisi lalu lintas dan kondisi permukaan perkerasan jalan pada segmen tanpa kerusakan jalan pada segmen tanpa kerusakan. Sketsa lokasi pengamatan ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Gambar 7. Sketsa Tanpa Retakan Membujur di Lokasi Y2

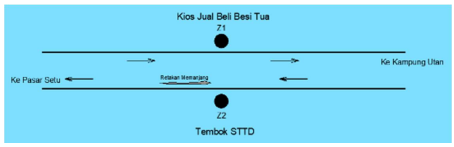
Gambar 7 menunjukkan kondisi perkerasan jalan pada lokasi Y2 yang tidak mengalami retakan membujur. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa permukaan perkerasan berada dalam kondisi relatif baik, rata, dan stabil sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap pergerakan kendaraan. Arus lalu lintas pada segmen ini berlangsung lancar dengan pola pergerakan kendaraan yang normal tanpa adanya perubahan lintasan maupun penurunan kecepatan akibat kerusakan perkerasan. Oleh karena itu, volume retakan membujur pada lokasi Y2 ditetapkan sebesar 0 m^3 dan digunakan sebagai kondisi pembanding (tanpa retakan) dalam analisis kapasitas praktis jalan.



Gambar 8. Kondisi Tanpa Retakan Membujur di Lokasi Y2

Dari kondisi tersebut menjadikan lokasi Y2 sebagai segmen pembanding *(control segment)* dalam analisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis lintasan jalan.

c. Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Kios Jual Beli Besi Tua

Pada lokasi pengamatan yang berada di Jalan Raya Setu arah Pasar Setu, tepat di depan Tembok STTD dan sekitar kios jual beli besi tua. Titik pengamatan terdiri dari Z1 dan Z2. Pada lokasi Z2 ditemukan retakan membujur pada permukaan perkerasan jalan searah arus lalu lintas 

menuju Pasar Setu.

Gambar 9. Sketsa Retakan Membujur di Lokasi Z2

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada lokasi Z2 arah Pasar Setu, ditemukan kerusakan perkerasan berupa retakan membujur yang berada pada jalur roda kendaraan. Retakan tersebut memiliki panjang sekitar 6 meter dengan lebar rata-rata 17 cm dan memanjang sejajar terhadap arah pergerakan lalu lintas kendaraan. Secara visual, retakan terlihat jelas pada lajur kendaraan menuju Pasar Setu dan berada pada area yang sering dilalui kendaraan bermotor.



Gambar 10. Retakan Membujur di Lokasi Z2

Pada gambar diatas kondisi tersebut berpotensi memengaruhi perilaku pengemudi, terutama dalam bentuk penurunan kecepatan, perubahan posisi kendaraan, serta meningkatnya kehati-hatian saat melintasi segmen jalan yang mengalami kerusakan. Selain

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mempengaruhi kenyamanan berkendara, keberadaan retakan membujur pada lintasan roda kendaraan juga dapat mengganggu kelancaran arus lalu lintas dan menurunkan kinerja operasional ruas jalan pada segmen penelitian.

Tabel 3 Geometrik Retakan Memanjang

No	Lebar (L) (cm)	Lebar (L) (meter)	Panjang (P) (meter)	P × L
1	17	0,17	6	1,02
	Jumlah		6	1,02
	Rata-Rata Lebar (meter)	0,17		
	Kedalaman (cm)	3		
	Kedalaman (meter)	0,03		

Berdasarkan tabel 3 dari hasil pengukuran pada lokasi Z2, retakan membujur yang teridentifikasi memiliki panjang total 6 m dengan lebar rata-rata 0,17 m. Hasil perhitungan menunjukkan luas area retakan sebesar 1,02 m². Pengukuran kedalaman retakan menghasilkan nilai rata-rata 3 cm atau 0,03 m. Dimensi retakan tersebut menunjukkan bahwa kerusakan berada pada kategori retakan membujur yang cukup terlihat pada lintasan kendaraan aktif. Data panjang, lebar, dan kedalaman retakan selanjutnya digunakan untuk menghitung volume retakan membujur sebagai variabel bebas dalam analisis pengaruh retakan terhadap kapasitas praktis jalan pada lokasi penelitian.

Karakteristik Lalu Lintas

Dari hasil pengamatan lalu lintas pada beberapa lokasi dan rentang waktu yang berbeda, diperoleh data kecepatan kendaraan dan volume lalu lintas pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Perbandingan Volume Lalu Lintas dan Kecepatan Kendaraan pada Segmen Penelitian

Lokasi	Waktu	Lokasi X1		Lokasi X2	
		Kecepatan (V_{x1}) (km/jam)	Volume (Q_{x1}) (smp/jam)	Kecepatan (V_{x2}) (km/jam)	Volume (Q_{x2}) (smp/jam)
X	07.00 – 08.00 WIB	30	1218	27	1205
	11.00 – 12.00 WIB	48	630	47	608
Y	07.00 – 08.00 WIB	30	1217	31	1214
	11.00 – 12.00 WIB	48	628	49	622
Z	07.00 – 08.00 WIB	–	–	27	1209
	11.00 – 12.00 WIB	–	–	48	609

Pada tabel 4 Lokasi X. Pada jam sibuk pagi (07.00–08.00 WIB), kecepatan kendaraan di titik X1 dan X2 masing-masing sebesar 30 km/jam dan 27 km/jam dengan volume lalu lintas 1218 smp/jam dan 1205 smp/jam. Pada periode bukan jam sibuk (11.00–12.00 WIB), kecepatan meningkat menjadi 48 km/jam dan 47 km/jam, sedangkan volume lalu lintas menurun menjadi 630 smp/jam dan 608 smp/jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan volume lalu lintas diikuti oleh peningkatan kecepatan kendaraan. Pada lokasi Y. Pada pukul 07.00–08.00 WIB, kecepatan kendaraan di titik Y1 dan Y2 masing-masing sebesar 30 km/jam dan 31 km/jam dengan volume lalu lintas 1217 smp/jam dan 1214 smp/jam. Pada pukul 11.00–12.00 WIB, kecepatan meningkat menjadi 48 km/jam dan 49 km/jam, sementara volume lalu lintas menurun menjadi 628 smp/jam dan 622 smp/jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada siang hari lebih lancar dibandingkan pada jam sibuk pagi.

Selanjutnya pada Lokasi Z, data hanya tersedia pada titik Z2. Pada pukul 07.00–08.00 WIB, kecepatan kendaraan tercatat sebesar 27 km/jam dengan volume lalu lintas 1209 smp/jam, yang menunjukkan kondisi lalu lintas padat pada jam sibuk pagi. Sementara itu, pada pukul 11.00–12.00 WIB, kecepatan kendaraan meningkat menjadi 48 km/jam dengan volume kendaraan menurun menjadi 609 smp/jam. Kondisi ini

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

menunjukkan bahwa berkurangnya volume lalu lintas pada siang hari berpengaruh terhadap meningkatnya kecepatan kendaraan. Secara umum, hasil pengamatan menunjukkan adanya hubungan antara volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan. Pada pagi hari, volume lalu lintas cenderung tinggi sehingga kecepatan kendaraan lebih rendah. Sebaliknya, pada siang hari volume kendaraan menurun dan kecepatan kendaraan meningkat, sehingga arus lalu lintas menjadi lebih lancar.

Analisis Hubungan Volume dan Kecepatan Menggunakan *Model Greenshields*

Analisis hubungan antara volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan pada penelitian ini dilakukan menggunakan model Bruce D. Greenshields. Model tersebut digunakan untuk menggambarkan hubungan matematis antara volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan melalui persamaan parabola. Pendekatan Greenshields dipilih karena mampu merepresentasikan karakteristik arus lalu lintas pada kondisi operasional jalan perkotaan secara sederhana dan empiris. Model hubungan volume dan kecepatan dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$Q = \alpha V2 + \beta V + c$$

dengan:

Q= volume lalu lintas (smp/jam), V= kecepatan kendaraan (km/jam), α, β, c= koefisien persamaan parabola.

Pembentukan persamaan dilakukan menggunakan tiga titik pengamatan, yaitu:

1. titik imajiner $(0, 0)$sebagai kondisi arus nol,
2. titik kondisi jam sibuk (*peak hour*),
3. titik kondisi bukan jam sibuk (*off-peak hour*).

Hasil analisis digunakan untuk memperoleh:

persamaan hubungan volume dan kecepatan, kecepatan arus bebas (*free flow speed*),

kecepatan optimum, kapasitas praktis maksimum pada masing-masing lokasi penelitian.

a. Lokasi Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD dengan Masjid Jami' As'ad Yusuf – Toko Agen Asia (X)
   1. Lokasi X1 (Tanpa Retakan Membujur)

      Lokasi X1 berada di seberang Tembok STTD dan depan Masjid Jami' As'ad Yusuf – Toko Agen Asia arah Kampung Utan. Segmen ini merupakan lokasi tanpa retakan membujur yang digunakan sebagai kondisi pembanding terhadap segmen yang mengalami kerusakan jalan.

      Berdasarkan hasil analisis menggunakan model Greenshields diperoleh persamaan hubungan volume dan kecepatan sebagai berikut:

      $$V_{X1f} = 56{,}60 \text{ km/jam}$$

      Persamaan tersebut menunjukkan bahwa hubungan volume dan kecepatan berbentuk parabola sesuai teori Greenshields, dimana volume lalu lintas meningkat hingga mencapai kapasitas maksimum kemudian menurun akibat meningkatnya kepadatan lalu lintas.

      Kecepatan arus bebas diperoleh dengan kondisi:

      $Q = 0$ sehingga diperoleh: $V_{X1f} = 56{,}60$ km/jam

      Menurut teori Greenshields, kapasitas maksimum terjadi pada saat kecepatan lalu lintas sama dengan setengah kecepatan arus bebas, sehingga diperoleh:

      $$V_{\text{opt}} = \frac{1}{2}(56{,}60) = 28{,}30 \text{ km/jam}$$

      Substitusi ke dalam persamaan parabola menghasilkan kapasitas praktis maksimum:

      $$Q_{X1\text{maks}} = 1222{,}41 \text{ smp/jam}$$

      Nilai tersebut menunjukkan kapasitas praktis maksimum pada segmen tanpa retakan membujur.

   2. Lokasi X2 (Dengan Retakan Membujur)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Lokasi X2 berada di depan Tembok STTD dan seberang Masjid Jami' As'ad Yusuf – Toko Agen Asia arah Pasar Setu. Pada segmen ini ditemukan retakan membujur pada jalur kendaraan aktif.
Hasil analisis menggunakan model Greenshields menghasilkan persamaan:

$$Q_{X2} = 87{,}42V_{X2} - 1{,}58V_{X2}^2$$

Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh kecepatan arus bebas:

$$V_{X2f} = 55{,}16 \text{ km/jam}$$

Kecepatan optimum diperoleh sebesar:

$$V_{\text{opt}} = 27{,}58 \text{ km/jam}$$

Kapasitas praktis maksimum:

$$Q_{X2\text{maks}} = 1205{,}54 \text{ smp/jam}$$

Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan lokasi X1 yang tidak memiliki retakan membujur. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan retakan membujur mempengaruhi karakteristik operasional lalu lintas dan menurunkan kapasitas praktis lintasan jalan.

b. Lokasi Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Seberang Sate Kambing (Y2)
   1. Lokasi Y1 (Tanpa Retakan Membujur)
      Lokasi Y1 berada di seberang Tembok STTD dan depan Sate Kambing Solo arah Kampung Utan. Segmen ini tidak memiliki retakan membujur sehingga digunakan sebagai segmen pembanding.
      Persamaan hubungan volume dan kecepatan yang diperoleh adalah:

$$Q_{Y1} = 86{,}37V_{Y1} - 1{,}53V_{Y1}^2$$

      Kecepatan arus bebas diperoleh sebesar:

$$V_{Y1f} = 56{,}57 \text{ km/jam}$$

      Kecepatan optimum:

$$V_{opt} = 28{,}28 \text{ km/jam}$$

      Kapasitas praktis maksimum:

$$Q_{Y1mak} = 1221{,}49 \text{ smp/jam}$$

      Hasil tersebut menunjukkan bahwa segmen tanpa retakan membujur memiliki kapasitas praktis yang relatif tinggi dan kondisi arus lalu lintas yang stabil.
   2. Lokasi Y2 (Tanpa Retakan Membujur)
      Lokasi Y2 berada di depan Tembok STTD dan seberang Sate Kambing Solo arah Pasar Setu. Berdasarkan observasi lapangan, lokasi ini juga tidak ditemukan retakan membujur.
      Persamaan hubungan volume dan kecepatan diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{Y2} = 84{,}74V_{Y2} - 1{,}47V_{Y2}^2$$

      Kecepatan arus bebas: $V_{Y2f} = 57{,}63$ km/jam, Kecepatan optimum : $V_{opt} = 28{,}82$ km/jam,
      Kapasitas praktis maksimum : $Q_{Y2maks} = 1221{,}01$ smp/jam.
      Nilai kapasitas tersebut menunjukkan kondisi operasional lalu lintas pada segmen tanpa retakan membujur masih relatif optimal.

c. Depan tembok kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Kios Jual Beli Besi Tua.
   1. Lokasi Z2 (Dengan Retakan Membujur)
      Lokasi Z2 berada di depan Tembok STTD dan seberang Kios Jual Beli Besi Tua arah Pasar Setu. Pada lokasi ini ditemukan retakan membujur yang berada pada jalur roda kendaraan.
      Persamaan hubungan volume dan kecepatan yang diperoleh adalah:

$$Q_{Z2} = 86{,}04V_{Z2} - 1{,}53V_{Z2}^2$$

      Kecepatan arus bebas:

$$V_{Z2f} = 56{,}30 \text{ km/jam}$$

      Kecepatan optimum:

$$V_{opt} = 28{,}15 \text{ km/jam}$$

      Kapasitas praktis maksimum:

$$Q_{Z2mak} = 1211{,}03 \text{ smp/jam}$$

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Kapasitas praktis pada lokasi Z2 lebih rendah dibandingkan segmen tanpa retakan membujur. Hal tersebut menunjukkan bahwa kerusakan jalan berupa retakan membujur menyebabkan gangguan terhadap kelancaran arus lalu lintas sehingga menurunkan kapasitas praktis jalan.

Volume Retakan Membujur

Perhitungan volume retakan membujur dilakukan berdasarkan dimensi geometrik retakan yang meliputi panjang, lebar rata-rata, dan kedalaman retakan. Volume retakan dihitung menggunakan persamaan:

$$I = p \times l \times t$$

dengan:
I= volume retakan (m^3), p= panjang retakan (m), l= lebar rata-rata retakan (m), t= kedalaman retakan (m).
Lokasi X2
Pada lokasi X2 diperoleh: panjang retakan = 15 m, lebar rata-rata = 0,122 m, kedalaman = 0,025 m.
Sehingga:

$$I_{X2} = 0{,}122 \times 15 \times 0{,}025 \quad \text{Menjadi} \quad I_{X2} = 0{,}04575 \text{ m}^3$$

Lokasi Z2
Pada lokasi Z2 diperoleh: panjang retakan = 6 m, lebar rata-rata = 0,17 m, kedalaman = 0,03 m.
Sehingga:

$$I_{Z2} = 0{,}17 \times 6 \times 0{,}03 \quad \text{Menjadi} \quad I_{Z2} = 0{,}0306 \text{ m}^3$$

Nilai volume retakan tersebut selanjutnya digunakan sebagai variabel bebas dalam analisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis lintasan jalan menggunakan model regresi logaritmik.

Pengaruh Retakan Membujur terhadap Kapasitas Praktis

Analisis pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis lintasan jalan dilakukan menggunakan pendekatan regresi linier logaritmik. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui hubungan matematis antara volume retakan membujur terhadap perubahan kapasitas praktis jalan pada segmen penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah volume retakan membujur (I), sedangkan variabel terikat berupa rasio antara kapasitas praktis jalan dengan retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan tanpa retakan membujur (Q_{RMmaks}/Q_{TGmaks}). Nilai kapasitas praktis tanpa retakan membujur (Q_{TGmaks})diperoleh dari rata-rata kapasitas praktis maksimum pada lokasi tanpa retakan membujur, yaitu lokasi X1, Y1, dan Y2. Perhitungan rata-rata dilakukan untuk memperoleh kapasitas praktis representatif pada kondisi perkerasan jalan normal tanpa pengaruh kerusakan jalan.

$$Q_{TGmaks} = \frac{Q_{X1(maks)} + Q_{Y1(maks)} + Q_{Y2(maks)}}{3}$$

$$Q_{TGmaks} = \frac{1222{,}41 + 1221{,}49 + 1221{,}01}{3}$$

$$Q_{TGmaks} = 1221{,}64 \text{ smp/jam}$$

Nilai kapasitas praktis tersebut digunakan sebagai kapasitas acuan dalam membandingkan perubahan kapasitas pada segmen yang mengalami retakan membujur. Selanjutnya dilakukan transformasi data ke dalam bentuk logaritmik untuk membentuk model regresi linier. Transformasi dilakukan terhadap volume retakan membujur (I)dan rasio kapasitas praktis (Q_{RMmaks}/Q_{TGmaks}). Nilai $\ln(I)$digunakan sebagai variabel bebas (X), sedangkan nilai $\ln(Q_{RMmaks}/Q_{TGmaks})$digunakan sebagai variabel terikat (Y).

Hasil transformasi logaritmik kemudian dianalisis menggunakan regresi linier sederhana sehingga diperoleh persamaan:

$$Y = -0{,}04925 - 0{,}01167X$$

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dengan:

$$Y = \ln\left(\frac{Q_{RMmaks}}{Q_{TGmaks}}\right) \qquad Menjadi \qquad X = \ln(I)$$

Bentuk umum model regresi logaritmik dinyatakan sebagai:

$$\ln\left(\frac{Q_{RMmaks}}{Q_{TGmaks}}\right) = \ln(\lambda) + \eta\ln(I)$$

Berdasarkan hasil regresi diperoleh:

$$a = \ln(\lambda) = -0{,}04925$$

sehingga:

$$\lambda = e^{-0{,}04925} \qquad \text{menjadi} \qquad \lambda = 0{,}952$$

dan:

$$b = \eta = -0{,}01167$$

Dengan demikian diperoleh model pengaruh retakan membujur terhadap kapasitas praktis jalan sebagai berikut:

$$Q_{RMmaks} = FRM \times Q_{TGmaks}$$
$$FRM = \lambda I^{\eta}$$

sehingga:

$$Q_{RMmaks} = 0{,}952(I^{-0{,}01167})Q_{TGmaks}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa retakan membujur memberikan pengaruh terhadap kapasitas praktis lintasan jalan. Nilai koefisien regresi yang bernilai negatif menunjukkan bahwa semakin besar volume retakan membujur, maka kapasitas praktis jalan cenderung mengalami penurunan. Meskipun penurunan yang terjadi relatif kecil, keberadaan retakan membujur tetap mempengaruhi kinerja operasional jalan karena menyebabkan perubahan perilaku pengemudi, seperti penurunan kecepatan dan peningkatan kehati-hatian saat melintasi segmen jalan yang mengalami kerusakan.

Karakteristik Lalu Lintas pada Segmen kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Berdasarkan hasil survei volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan pada lokasi pengamatan X, Y, dan Z, diperoleh bahwa karakteristik arus lalu lintas pada kampus Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jalan Raya Setu menunjukkan perbedaan antara kondisi jam sibuk (peak hour) dan bukan jam sibuk (off-peak hour). Pada periode jam sibuk, volume kendaraan yang melintas cenderung lebih tinggi dibandingkan periode bukan jam sibuk sehingga menyebabkan interaksi antar kendaraan semakin meningkat. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan kecepatan rata-rata kendaraan pada segmen penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi tanpa retakan membujur, seperti X1, Y1, dan Y2, memiliki kecepatan arus lalu lintas yang relatif lebih stabil dibandingkan lokasi yang mengalami retakan membujur. Pada segmen tanpa kerusakan jalan, kendaraan dapat bergerak lebih lancar karena pengemudi tidak mengalami gangguan terhadap lintasan kendaraan. Sebaliknya, pada lokasi X2 dan Z2 yang memiliki retakan membujur, pengemudi cenderung mengurangi kecepatan kendaraan dan melakukan penyesuaian posisi kendaraan ketika melintasi area retakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kerusakan permukaan jalan mempengaruhi perilaku pengemudi dalam berkendara.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Farhan Sholahudin dan Nurmayadi (2021) yang menunjukkan bahwa peningkatan hambatan operasional jalan menyebabkan penurunan kecepatan dan kapasitas arus lalu lintas. Selain itu, penelitian ini memperkuat temuan Rifqi (Rifqi Fauzi Dhiaulhaq & Fauzan, 2022) bahwa kerusakan perkerasan mempengaruhi kenyamanan dan perilaku pengemudi. Hubungan antara volume lalu lintas dan kecepatan pada seluruh lokasi penelitian membentuk pola parabola sesuai teori Bruce D. Greenshields. Pada kondisi volume lalu lintas rendah, peningkatan jumlah kendaraan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

masih dapat meningkatkan arus lalu lintas karena kendaraan dapat bergerak dengan kecepatan relatif tinggi. Namun, ketika volume kendaraan semakin meningkat dan mendekati kondisi jenuh, kecepatan kendaraan mengalami penurunan akibat meningkatnya kepadatan lalu lintas sehingga arus kendaraan kembali menurun. Pola tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas dalam menentukan karakteristik operasional jalan.

Kapasitas Praktis Lintasan Jalan

Hasil analisis kapasitas praktis menggunakan model Greenshields menunjukkan bahwa segmen jalan tanpa retakan membujur memiliki kapasitas praktis yang lebih besar dibandingkan segmen jalan yang mengalami retakan membujur. Pada lokasi X1 yang tidak mengalami retakan membujur diperoleh kapasitas praktis sebesar:

$$Q_{X1maks} = 1222{,}41 \text{ smp/jam}$$

Sedangkan pada lokasi X2 yang mengalami retakan membujur, kapasitas praktis menurun menjadi:

$$Q_{X2maks} = 1205{,}54 \text{ smp/jam}$$

Perbedaan nilai kapasitas tersebut menunjukkan bahwa keberadaan retakan membujur mempengaruhi kondisi operasional arus lalu lintas pada segmen penelitian. Kerusakan jalan menyebabkan pengemudi menurunkan kecepatan kendaraan dan meningkatkan kehati-hatian ketika melintasi area retakan. Akibatnya, kemampuan ruas jalan dalam melayani arus kendaraan maksimum menjadi berkurang. Hasil yang sama juga terlihat pada lokasi Z2 yang mengalami retakan membujur, dimana kapasitas praktis yang diperoleh lebih rendah dibandingkan segmen tanpa retakan membujur. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas permukaan perkerasan jalan memiliki pengaruh terhadap kapasitas efektif jalan.

Selain itu, dimensi retakan membujur seperti panjang, lebar, dan kedalaman retakan turut mempengaruhi besarnya penurunan kapasitas praktis. Semakin besar dimensi retakan, maka gangguan terhadap pergerakan kendaraan cenderung semakin besar. Hal ini terlihat pada lokasi X2 yang memiliki volume retakan lebih besar dibandingkan lokasi Z2 sehingga menunjukkan penurunan kinerja lalu lintas yang lebih signifikan

Pengaruh Retakan Membujur terhadap Kapasitas Praktis

Berdasarkan hasil analisis regresi linier logaritmik diperoleh bahwa retakan membujur memberikan pengaruh terhadap kapasitas praktis lintasan jalan pada Segmen STTD Jalan Raya Setu. Hubungan tersebut dinyatakan dalam persamaan:

$$Q_{RMmaks} = 0{,}952(I^{-0{,}01167})Q_{TGmaks}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara volume retakan membujur dan kapasitas praktis jalan bersifat berbanding terbalik. Nilai koefisien regresi yang bernilai negatif mengindikasikan bahwa peningkatan volume retakan membujur cenderung menyebabkan penurunan kapasitas praktis jalan. Secara operasional, kondisi tersebut terjadi karena retakan membujur mempengaruhi kenyamanan dan keamanan pengemudi dalam berkendara. Pengemudi cenderung mengurangi kecepatan kendaraan, menghindari jalur retakan, serta meningkatkan kewaspadaan saat melintasi area yang mengalami kerusakan jalan. Perubahan perilaku pengemudi tersebut menyebabkan arus lalu lintas menjadi kurang stabil dan mengurangi kemampuan jalan dalam melayani arus kendaraan maksimum. Meskipun penurunan kapasitas praktis yang terjadi relatif kecil, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi permukaan perkerasan jalan tetap memiliki pengaruh terhadap kinerja lalu lintas. Dengan demikian, kerusakan jalan berupa retakan membujur perlu menjadi perhatian dalam kegiatan pemeliharaan jalan karena dapat

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mempengaruhi kapasitas operasional ruas jalan serta kenyamanan pengguna jalan pada Segmen STTD Jalan Raya Setu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Segmen STTD Jalan Raya Setu, Kabupaten Bekasi, dapat disimpulkan bahwa keberadaan retakan membujur pada permukaan perkerasan jalan memberikan pengaruh terhadap karakteristik lalu lintas dan kapasitas praktis lintasan jalan. Hasil survei menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada jam sibuk lebih tinggi dibandingkan jam tidak sibuk, sedangkan kecepatan kendaraan cenderung menurun ketika arus lalu lintas meningkat. Hubungan antara volume lalu lintas dan kecepatan pada seluruh lokasi penelitian membentuk kurva parabola sesuai dengan teori Bruce D. Greenshields. Lokasi tanpa retakan membujur, seperti X1, Y1, dan Y2, memiliki kapasitas praktis yang lebih tinggi dibandingkan lokasi dengan retakan membujur, yaitu X2 dan Z2. Retakan membujur menyebabkan pengemudi menurunkan kecepatan, meningkatkan kehati-hatian, dan melakukan penyesuaian lintasan kendaraan sehingga kapasitas praktis jalan mengalami penurunan.

Hasil analisis regresi linier logaritmik menunjukkan bahwa peningkatan volume retakan membujur cenderung diikuti penurunan kapasitas praktis jalan, meskipun pengaruhnya relatif kecil. Dengan demikian, kondisi permukaan jalan terbukti mempengaruhi kinerja operasional lalu lintas pada ruas Jalan Raya Setu. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah data pengamatan yang lebih besar, durasi survei yang lebih panjang, serta mempertimbangkan variabel lain seperti hambatan samping, kondisi cuaca, perilaku pengemudi, dan jenis kendaraan agar hasil analisis menjadi lebih akurat dan representatif. Selain itu, penelitian berikutnya dapat membandingkan model Greenshields dengan model karakteristik lalu lintas lainnya untuk memperoleh pendekatan kapasitas jalan yang lebih sesuai dengan kondisi lalu lintas perkotaan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Cahya, A., Gracia, E., Setijowarno, D., & Hartanto, D. (2024). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan Program PTV Vissim (Studi Kasus : Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani). In Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang | (Vol. 8).

Farhan Sholahudin, & Nurmayadi, D. (2021). Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshield, Greenberg Dan Underwood Di Ruas Jalan KHZ Musthofa Kota Tasikmalaya. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, 4, 77–83.

Ichrar, R., Palayukan, B., Rahman, Q. R., Mustakim, Y. H., Kunci, K., Kapasitas, :, Greenshiled, ;, Greenberg, ;, & Jalan, K. (2023). Analisa Kapasitas Dan Kinerja Jalan Dengan Metode Linear Greenshield Dan Metode Logaritmik Greenberg (Studi Kasus : Jalan Urip Sumoharjo, Kota Makassar). 3(1), 25–39. https://journal.utsmakassar.ac.id/index.php/JSThttps://journal.utsmakassar.ac.id/index.php/JST

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, & Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (Number 021).

Lumoindong, B. Y. D., Palenewen, S. C. N., & Manoppo, M. R. E. (2024). Studi Tingkat Kerusakan Jalan Dan Penanganannya Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Airmadidi-Tondano; Sta 3+150-Sta 6+150). In Tahun (Vol. 22, Number 88).

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Mayang Kania, P., Indra Utama, R., Kunci, K., & Lalu Lintas, A. (2025). Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshields Dan Greenberg (Studi Kasus: Ruas Jalan Adinegoro, Kota Padang) (Vol. 6, Number 2).

Muhammad Zaini Iqbal, Muhamad Yunus, Heri Pramon, & Abdul Khamid. (2023). Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshields.

Nova Aqshal Dwicahyo, & Hendrata Wibisana. (2025). Analisis Hubungan Karakteristik Antara Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Arus Lalu Lintas Dengan Menggunakan Model Greenshields (Studi Kasus: Jalan Diponegoro, Kota Surabaya). Jurnal Rab Contruction Research, 10, 13–24.

Oktavia Tanjung, F., Subagio, B. S., & Rahman, H. (2023). Analisis Kondisi Jalan Perkerasan Lentur Berdasarkan Prediksi Umur Sisa Menggunakan Metode AASHTO 1993 serta Analisis Kerusakan Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Horack (Studi Kasus: Ruas Jalan Bypass Kota Pariaman STA 52+100 s/d 57+100). Jurnal Teknik Sipil, 30(2), 255–262. https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.2.13

Rahmawati, R., & Maruman, A. (2024). Studi Analisis Kinerja Jalan Raya Akibat Beban Lalu Lintas Dan Faktor Lingkungan.

Rifqi Fauzi Dhiaulhaq, & Fauzan, M. (2022). Evaluasi Kerusakan Lapis Perkerasan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI). Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 7(2), 161–170. https://doi.org/10.29244/jsil.7.2.161-170

Sanjay Kumara, & Swati Maitrab. (2024). Investigating Speed Characteristics of Vehicles for Creating Safe Speed Environment: A Case on Indian Highways15_271. 15, 271–289.

Sultan, Marwan Lubis, & HAmidun Barubara. (2024). Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg, Dan Underwood Pada Ruas Jalan Jalan Tgk Muhammad Luddin Kota Blangkejeren. JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Unida), 12–20.

Zulafwin, Damanik, S., & Nasution, A. J. (2025). Analisis Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kerapatan Lalu Lintas Di Jalan Yos Sudarso. In Jurnal Teknologi dan Informas (Vol. 4, Number 3).