Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika
Vol. 1, No. 3, September 2025
e-ISSN: xxxx-xxxx, p-ISSN: xxxx-xxxx, Hlm. 17-29

Analisis Kepadatan Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal Desa Pebatan Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes (Studi Kasus Simpang Batre ABC)

Analysis of Traffic Density at Unsignaled Interchange, Pebatan Village, Wanasari District, Brebes Regency (Case Study of Simpang Batre ABC)

Susilawati[1*], Muhamad Yunus[2], Yulia Feriska[2], Abdul Khamid[4], Wahidin[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia
E-mail: [1]susilawatixmm1@gmail.com, [2]yunus.gb89@gmail.com, [3]yuliaferiska1@gmail.com, [4]abdulkhamid.mt@gmail.com, [5]wahidinnaures@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: July, 06, 2025
Revised: August, 05, 2025
Accepted: Sept, 05, 2025
Published: Sept, 20, 2025

Keywords:
Analysis of Density,
Interchange,
Vehicle Volume

ABSTRACT

Simpang is a place to turn or branch from a straight one. An intersection is a node in a transport network where two or more road sections meet. Here traffic flows conflict. To control this conflict, traffic rules are established to determine who has the right in advance to use the intersection. ABC battery intersection is another name for the intersection located in Pebatan Village, Wanasari District, Brebes Regency. This interchange coincides on the Pantura Brebes - Tegal highway. ABC battery interchange is an unsignaled intersection that often experiences traffic congestion which causes hampering activities on the intersection road. There are several factors that cause congestion at the ABC battery intersection. Among them are the existence of a railway line on the Ronggowarsito road, the presence of traffic control volunteers who are less orderly, and also the lack of awareness from the drivers themselves when crossing this intersection. In this study, the author conducted an analysis at the ABC Batre intersection in order to obtain data on the causes and solutions of the density at the intersection, in order to help facilitate the community in carrying out activities when passing through this ABC battery intersection.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Susilawati
E-mail: susilawatixmm1@gmail.com

Abstrak

Simpang adalah tempat berbelok atau bercabang dari yang lurus. Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu. Di sini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Simpang batre ABC merupakan nama lain dari simpang yang berada di Desa Pebatan, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Simpang ini bertepatan pada jalan Raya Pantura Brebes - Tegal. Simpang batre ABC merupakan simpang tak bersinyal yang kerap mengalami kepadatan lalu lintas yang menyebabkan terhambatnya kegiatan pada jalan simpang tersebut. Ada beberapa faktor penyebab kepadatan pada simpang batre ABC. Diantaranya adanya jalur rel kereta api pada jalan Ronggowarsito, adanya sukarelawan pengatur lalu lintas yang kurang tertib, dan juga kurangnya kesadaran dari pengendara sendiri ketika melintasi simpang ini. Pada penelitian ini penulis melakukan analisis pada simpang Batre ABC guna untuk mendapatkan data penyebab dan solusi dari kepadatan pada simpang tersebut, demi membantu memudahkan masyarakat dalam melakukan aktivitas ketika melewati simpang batre ABC ini.

Kata Kunci: Analisis Kepadatan, Simpang, Volume Kendaraan

1. PENDAHULUAN

Transportasi adalah suatu proses pemindahan melalui jalur perpindahan baik melalui prasarana alami seperti udara, sungai, laut atau buatan manusia (*man made*) seperti jalan raya, jalan rel dan jalan pipa [1]. Objek yang diangkut dapat berupa orang maupun barang dengan menggunakan alat/sarana angkutan serta sistem pengaturan dan kendali tertentu yakni adanya

manajemen lalu lintas, sistem operasi maupun prosedur pengangkutan. Dalam sistem transportasi, jalan merupakan unsur yang paling mendukung keberlangsungan sarana transportasi [2]. Simpang batre ABC merupakan simpang tiga yang ada di Jalan Raya Pantura, Desa Pebatan, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Persimpangan ini seringkali terjadi kepadatan karena pada simpang batre ABC ini merupakan akses keluar kendaraan dari jalur rel lintas sebidang dari jalan Ronggowarsito. Sementara di tempat yang sama dari jalan pemuda desa Pesantunan sering adanya kendaraan yang menyeberang dari arah berlawanan secara sembarangan. Adanya sukarelawan masyarakat yang mengatur arus lalu lintas di jalan tersebut secara sembarangan menghentikan pengendara dari arah Timur Desa Pebatan dan dari arah Jalan Ronggowarsito juga menyebabkan sering terjadinya kepadatan lalu lintas yang tidak beraturan. Persimpangan ini dilalui oleh lalu lintas dari berbagai tempat. Arus lalu lintas pada persimpangan ini cukup padat serta faktor disiplin yang kurang dari para pengguna jalan yang berebut ruang untuk melewati persimpangan sehingga mengakibatkan adanya kemacetan. Hal ini terjadi pada pagi hari, siang hari dan sore hari, saat aktivitas pemakai jalan sangat tinggi.

Komposisi lalu lintas menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) [3], komposisi lalu lintas dibagi menjadi empat jenis kendaraan yaitu:

a. Kendaraan ringan (*Light Vehicle, LV*), yaitu kendaraan bermotor as dua dengan 4 roda dan jarak as 2,0 -3,0 m. Kendaraan ringan meliputi: mobil penumpang, mikrobis, pick-up, dan truk kecil [4].
b. Kendaraan berat (*Heavy Vehicle, HV*), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m biasanya beroda lebih dari 4. Kendaran berat meliputi: bus, truck dua as, truck kombinasi sesuai klasifikasi dari bina marga.
c. Sepeda motor (*Motor Cycle, MC*), yaitu untuk kendaraan bermotor dengan dua roda dan kendaraan tiga roda.
d. Kendaraan tak bermotor (*Unmotorize, UM*), yaitu kendaraan yang di gerakkan oleh dua orang manusia. Kendaraan tak bermotor meliputi: sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong. Dalam MKJI 1997 kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsure dari hambatan samping [5].

Kondisi Geometri

Kondisi geometri mengacu pada aspek fisik dan struktural dari suatu jalan, yang digambarkan dalam bentuk sketsa atau diagram yang memberikan informasi tentang berbagai elemen geometris jalan [6]. Informasi ini mencakup lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median, dan tanda petunjuk arah. Dalam menggambarkan kondisi geometri, terdapat notasi yang digunakan untuk menyatakan pendekatan *(approach)* untuk jalan mayor dan jalan minor. Pendekatan untuk jalan minor biasanya diberi notasi A dan C, sementara pendekatan untuk jalan mayor diberi notasi B dan D. Notasi ini membantu mengidentifikasi dan membedakan antara jenis-jenis jalan dalam sketsa atau diagram [7].

Kapasitas (C) pada kondisi geometri merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kemampuan jalan atau fasilitas tersebut dalam menampung arus lalu lintas. Kapasitas dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$C = Co \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$....[8]

Keterangan:

C: Kapasitas jalan atau fasilitas dalam satuan tertentu (seperti kendaraan/jam atau satuan lain tergantung pada kasus yang sedang dihitung).
Co: Kapasitas dasar *(base capacity)* jalan atau fasilitas, yang merupakan kapasitas maksimum yang dapat dicapai dalam kondisi ideal.
FW: Faktor penyesuaian untuk lebar jalan *(width adjustment factor),* yang memperhitungkan pengaruh lebar jalan terhadap kapasitas lalu lintas.
FM: Faktor penyesuaian untuk lebar median *(median adjustment factor),* yang mempertimbangkan efek lebar median terhadap kapasitas lalu lintas.
FCS: Faktor penyesuaian untuk lebar bahu *(shoulder width adjustment factor),* yang mempertimbangkan pengaruh lebar bahu terhadap kapasitas lalu lintas.

FRSU: Faktor penyesuaian untuk tanda petunjuk arah *(roadside users adjustment factor),* yang mempertimbangkan pengaruh tanda petunjuk arah terhadap kapasitas lalu lintas.
FLT: Faktor penyesuaian untuk tipe lajur *(lane type adjustment factor),* yang mempertimbangkan pengaruh tipe lajur (misalnya, lajur tunggal atau ganda) terhadap kapasitas lalu lintas.
FRT: Faktor penyesuaian untuk tipe kendaraan *(vehicle type adjustment factor),* yang mempertimbangkan pengaruh tipe kendaraan terhadap kapasitas lalu lintas.
FMI: Faktor penyesuaian lainnya yang mungkin diperlukan berdasarkan kondisi khusus atau variabel tertentu [9].
Dengan menggunakan rumus di atas dan menggabungkannya dengan informasi dari kondisi geometri jalan, kita dapat menghitung kapasitas aktual jalan atau fasilitas tersebut dan mengevaluasi seberapa efisien jalan tersebut dalam menangani arus lalu lintas.

Derajat Kejenuhan
Derajat kejenuhan (DS) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu sistem atau fasilitas beroperasi mendekati kapasitas maksimumnya [10]. Parameter ini sering digunakan dalam lalu lintas jalan, jaringan komputer, dan sistem lainnya untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi. Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan (DS) sebagai berikut:
DS = Qsmp / C
Keterangan:
DS: Derajat kejenuhan.
Qsmp: Arus total dalam satuan smp/jam (satuan per jam), dihitung dengan menggunakan rumus berikut: Qsmp = Qkend × Fsmp
Dimana:
Qkend adalah arus kendaraan dalam satuan kendaraan/jam, Fsmp adalah faktor smp yang dihitung sebagai berikut: Fsmp = (durasi rata-rata perjalanan kendaraan) / (durasi siklus lampu lalu lintas).
C: Kapasitas sistem atau fasilitas dalam satuan smp/jam (satuan per jam), yang mengacu pada kapasitas maksimum yang dapat ditampung oleh sistem atau fasilitas tersebut [11].
Dengan menggunakan rumus di atas, dapat menghitung derajat kejenuhan untuk sistem tertentu dan menilai seberapa dekat sistem tersebut berada pada kapasitas maksimumnya. Semakin tinggi nilai DS, semakin dekat sistem berada pada kapasitas maksimum, dan semakin tinggi potensi terjadinya kemacetan atau gangguan dalam operasional sistem tersebut. Sebaliknya, semakin rendah nilai DS, semakin bebas dari kemacetan dan semakin baik kinerja sistem atau fasilitas tersebut [12].

Tundaan
Tundaan (DG) mengacu pada waktu tambahan yang diperlukan oleh kendaraan di persimpangan atau area yang padat lalu lintas karena adanya kendaraan lain atau kepadatan lalu lintas [10]. Dalam konteks ini, tundaan dihitung berdasarkan derajat kejenuhan (DS) dan rasio arus belok terhadap arus total (PT) pada persimpangan atau area tersebut.
Rumus untuk menghitung tundaan (DG) adalah sebagai berikut:
DG = (1-DS) × (PT×6 + (1-PT) × 3) + DS×4
Keterangan:
DG: Tundaan (detik/smp atau satuan waktu lain tergantung pada kasus yang sedang dihitung).
DS: Derajat kejenuhan, yang menggambarkan sejauh mana persimpangan atau area tersebut mendekati kapasitas maksimumnya. Nilai DS berkisar antara 0 hingga 1, di mana 0 menunjukkan lalu lintas bebas hambatan (tanpa kejenuhan), dan 1 menunjukkan lalu lintas penuh hambatan (kapasitas maksimum tercapai).
PT: Rasio arus belok terhadap arus total, yaitu perbandingan antara jumlah kendaraan yang melakukan belok dengan total kendaraan yang melewati persimpangan atau area tersebut.
6: Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tidak terganggu (detik/smp).
4: Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (detik/smp).
Dalam rumus di atas, tundaan (DG) dihitung dengan menggabungkan dua komponen. Jika derajat kejenuhan (DS) sama dengan 1,0, maka tundaan adalah 4 detik per satuan waktu. Namun, jika DS kurang dari 1,0, maka tundaan dihitung dengan memperhitungkan rasio PT dan

menggunakan tundaan geometrik normal (6 detik/smp) untuk kendaraan belok yang tidak terganggu dan tundaan geometrik normal (4 detik/smp) untuk kendaraan yang terganggu [13].

Dengan menggunakan rumus di atas, kita dapat menghitung tundaan pada persimpangan atau area tertentu berdasarkan tingkat kejenuhan lalu lintas dan rasio arus belok terhadap arus total. Tundaan adalah parameter penting dalam mengkaji kinerja lalu lintas dan membantu dalam perencanaan dan pengelolaan lalu lintas untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi jalan [14].

Peluang Antrian

Peluang Antrian (*Queue Probability* atau disingkat QP%) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kemungkinan terjadinya antrian pada persimpangan atau area lalu lintas tertentu [10]. Peluang antrian ini dihitung berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan (DS) dari persimpangan atau area tersebut [6]. Terdapat dua rumus yang digunakan untuk menghitung Peluang Antrian (QP%) berdasarkan nilai DS:

QP% = 47,7DS - 24,68DS^2 + 56,47*DS^3

QP% = 9,02DS + 20,66DS^2 + 10,49*DS^3

Keterangan:

QP%: Peluang Antrian, dinyatakan dalam persentase atau nilai antara 0 hingga 100%.

DS: Derajat Kejenuhan, yang merupakan parameter yang menggambarkan sejauh mana persimpangan atau area lalu lintas mendekati kapasitas maksimumnya. Nilai DS berkisar antara 0 hingga 1, di mana 0 menunjukkan lalu lintas bebas hambatan (tanpa kejenuhan), dan 1 menunjukkan lalu lintas penuh hambatan (kapasitas maksimum tercapai). Dalam kedua rumus di atas, peluang antrian (QP%) dihitung sebagai fungsi dari nilai DS. Nilai DS digunakan sebagai input dalam rumus, dan kemudian diolah untuk menghasilkan peluang antrian dalam bentuk persentase.

Rumus pertama (QP% = 47,7DS - 24,68DS^2 + 56,47DS^3) dan rumus kedua (QP% = 9,02DS + 20,66DS^2 + 10,49DS^3) mungkin digunakan dalam konteks atau situasi yang berbeda, tergantung pada karakteristik lalu lintas pada persimpangan atau area yang sedang dievaluasi. Dengan menggunakan salah satu dari rumus tersebut, kita dapat menghitung Peluang Antrian (QP%) untuk persimpangan atau area lalu lintas tertentu berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan (DS). Informasi tentang Peluang Antrian ini penting dalam perencanaan dan pengelolaan lalu lintas untuk memahami potensi kemacetan dan antrian, serta untuk mengidentifikasi strategi peningkatan kapasitas dan pengurangan tundaan.

Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat Pelayanan Persimpangan mengacu pada parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi persimpangan lalu lintas [15]. Parameter ini memberikan gambaran tentang sejauh mana persimpangan tersebut mampu menangani volume lalu lintas yang melewatinya tanpa mengalami kemacetan atau antrian yang signifikan. Tingkat Pelayanan Persimpangan dapat diukur dengan menggunakan berbagai metode atau indeks, tergantung pada karakteristik lalu lintas dan tujuan evaluasi. Beberapa metode umum yang digunakan untuk mengukur tingkat pelayanan persimpangan antara lain:

a. *Level of Service* (LOS): Metode ini mengklasifikasikan tingkat pelayanan berdasarkan skala A hingga F, di mana A menunjukkan persimpangan dengan kinerja sangat baik dan F menunjukkan persimpangan yang sangat terganggu dengan kemacetan yang signifikan.
b. *Critical Lane Volume* (CLV): Metode ini fokus pada volume lalu lintas pada lajur kritis (biasanya adalah lajur yang paling padat) untuk menentukan tingkat pelayanan persimpangan.
c. *Delay per Vehicle* (DPV): Metode ini mengukur tundaan rata-rata yang dialami oleh setiap kendaraan yang melewati persimpangan.
d. *Queue Length:* Metode ini mengukur panjang antrian kendaraan yang terbentuk di persimpangan selama periode waktu tertentu.
e. *Vehicle Intersection Delay* (VID): Metode ini menghitung tundaan total untuk semua kendaraan yang melewati persimpangan.

Evaluasi tingkat pelayanan persimpangan merupakan langkah penting dalam perencanaan dan pengelolaan lalu lintas [6]. Hasil evaluasi dapat membantu dalam pengambilan keputusan tentang perluasan atau peningkatan persimpangan, implementasi perubahan sinyal lalu lintas, penambahan jalur belok, atau penerapan solusi lain untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi persimpangan. Tingkat pelayanan persimpangan yang baik adalah kunci untuk mengurangi kemacetan, meningkatkan keamanan lalu lintas, dan memberikan pengalaman berkendara yang lebih lancar bagi pengguna jalan [16]. Oleh karena itu, pemantauan dan evaluasi secara rutin terhadap tingkat pelayanan persimpangan merupakan bagian penting dari upaya manajemen lalu lintas secara keseluruhan.

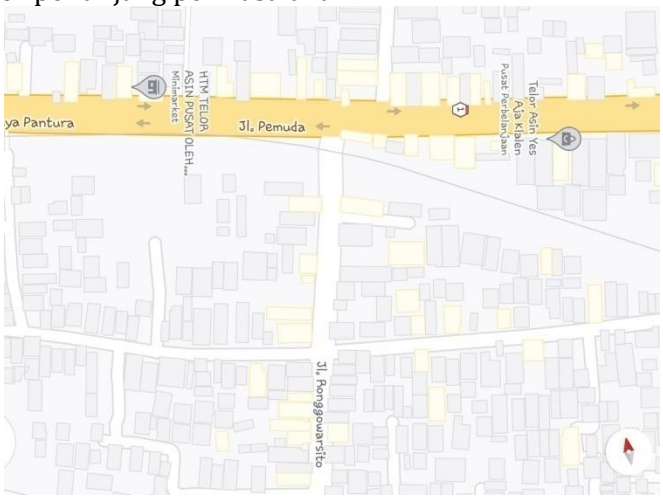
Tabel 1. Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tundaaan (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
≤5,0	A
5,1 - 15,0	B
15,1 - 25,0	C
25,1 – 40,0	D
40,1 – 60,0	E
≥ 60,0	F

Sumber: TRB,1994

2. METODE PENELITIAN

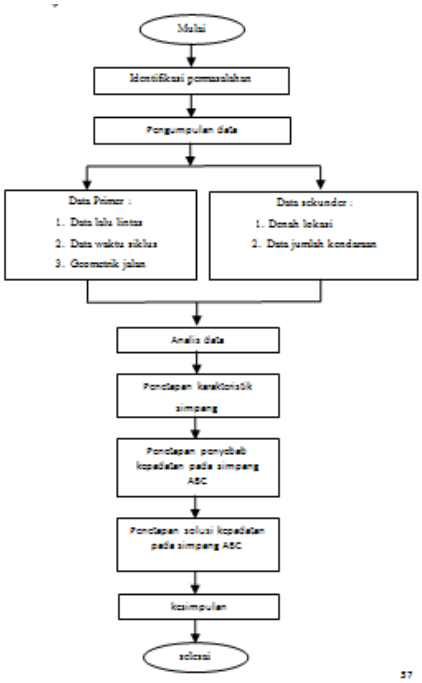
Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kualitatif, yang bertujuan untuk memahami dan menggambarkan fenomena kepadatan lalu lintas di Simpang Batre ABC, jalur selatan desa Pebatan, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Metode kualitatif berfokus pada pemahaman mendalam tentang konteks dan karakteristik permasalahan, serta mencari solusi yang sesuai berdasarkan data dan informasi yang dikumpulkan [17]. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang berkaitan dengan kepadatan lalu lintas di Simpang Batre ABC. Permasalahan tersebut kemudian difokuskan untuk dianalisis lebih mendalam. Data dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti observasi lapangan, wawancara dengan pihak terkait (misalnya, petugas lalu lintas, pengguna jalan, masyarakat setempat), serta studi dokumentasi mengenai kondisi lalu lintas di lokasi yang bersangkutan. Data yang telah terkumpul dianalisis dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Data dianalisis untuk memahami faktor-faktor penyebab kepadatan lalu lintas, dinamika lalu lintas, dan faktor-faktor penunjang permasalahan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps

Hasil analisis digunakan untuk memaparkan permasalahan yang ada secara berurutan. Pembahasan mencakup deskripsi dan penjelasan mengenai akar masalah dan dampaknya terhadap lalu lintas di Simpang Batre ABC. Selama pembahasan, faktor-faktor penunjang permasalahan juga

akan diidentifikasi. Faktor-faktor ini mungkin meliputi kondisi infrastruktur, perilaku pengguna jalan, desain simpang lalu lintas, serta faktor lingkungan lainnya [18]. Setelah memahami permasalahan dan faktor penunjangnya, penelitian ini akan mencari solusi permasalahan yang sesuai dengan kondisi di lokasi Simpang Batre ABC. Solusi yang diusulkan akan didasarkan pada pemahaman mendalam dan relevan dengan konteks penelitian. Penelitian ini akan diakhiri dengan menyimpulkan temuan-temuan utama, solusi yang diusulkan, dan implikasi hasil penelitian terhadap pengelolaan lalu lintas di lokasi tersebut. Metode penelitian kualitatif pada kepadatan lalu lintas di Simpang Batre ABC diharapkan dapat memberikan gambaran mendalam tentang masalah lalu lintas di lokasi tersebut dan memberikan wawasan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi lalu lintas di wilayah tersebut.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometri

Kondisi geometri mengacu pada aspek fisik dan struktural dari tiga jalan yang disebutkan, yaitu "Jalan Raya Pantura Brebes-Tegal", "Jalan Raya Pantura Tegal-Brebes", dan "Jalan Ronggowarsito". Berikut adalah deskripsi dari kondisi geometri untuk masing-masing jalan:

a. Lebar Jalan:
   Jalan Raya Pantura Brebes-Tegal: Lebar jalan ini adalah 6 meter.
   Jalan Raya Pantura Tegal-Brebes: Lebar jalan ini adalah 6 meter.
   Jalan Ronggowarsito: Lebar jalan ini adalah 5 meter.
b. Lebar Bahu:
   Jalan Raya Pantura Brebes-Tegal: Lebar bahu sepanjang jalan ini adalah 2,50 meter.
   Jalan Raya Pantura Tegal-Brebes: Lebar bahu sepanjang jalan ini adalah 2,50 meter.
   Jalan Ronggowarsito: Lebar bahu sepanjang jalan ini adalah 2,30 meter.
c. Fasilitas Median: Jalan-jalan tersebut memiliki fasilitas median yang *"wide"* atau lebar. Fasilitas median ini berfungsi sebagai pemisah antara dua arah lalu lintas dan memberikan tambahan ruang pengaman di tengah jalan.
d. Pemisah Arah Lalu Lintas: Pemisah arah lalu lintas pada jalan-jalan tersebut adalah 50-50. Artinya, setengah dari lebar jalan digunakan untuk arus lalu lintas dari satu arah, dan setengahnya lagi digunakan untuk arus lalu lintas dari arah yang berlawanan.
e. Ukuran Kota: Wilayah yang dilalui oleh jalan-jalan tersebut memiliki ukuran kota dengan populasi penduduk kurang dari atau sama dengan 1,0 juta penduduk.

Informasi tentang kondisi geometri ini penting dalam mengkaji kinerja dan keamanan lalu lintas di wilayah yang bersangkutan. Lebar jalan, bahu, dan median, serta pemisah arah lalu lintas mempengaruhi kapasitas jalan, laju aliran lalu lintas, dan potensi kemacetan. Dengan memahami kondisi geometri, pihak berwenang dapat merencanakan peningkatan infrastruktur dan pengaturan lalu lintas yang tepat guna untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas di wilayah tersebut.

Kondisi Lalu Lintas

Deskripsi ini menyajikan informasi tentang kondisi lalu lintas pada tiga hari tertentu: hari Minggu, 28 Mei 2023, hari Senin, 29 Mei 2023, dan hari Selasa, 30 Mei 2023. Data volume lalu lintas yang disajikan adalah volume lalu lintas tertinggi dan terendah pada beberapa jam tertentu pada setiap hari tersebut. Berikut adalah deskripsi data lalu lintas untuk masing-masing hari:

a. Hari Minggu, 28 Mei 2023:
   Volume Lalu Lintas Tertinggi: Pada hari Minggu, pukul 10.00-11.00, volume lalu lintas mencapai 1464 kendaraan per jam.
   Volume Lalu Lintas Terendah: Pada hari Minggu, pukul 06.00-07.00, volume lalu lintas mencapai 574 kendaraan per jam.
b. Hari Senin, 29 Mei 2023:
   Volume Lalu Lintas Tertinggi: Pada hari Senin, pukul 06.00-07.00, volume lalu lintas mencapai 2346 kendaraan per jam.
   Volume Lalu Lintas Terendah: Pada hari Senin, pukul 13.00-14.00, volume lalu lintas mencapai 432 kendaraan per jam.
c. Hari Selasa, 30 Mei 2023:
   Volume Lalu Lintas Tertinggi: Pada hari Selasa, pukul 06.00-07.00, volume lalu lintas mencapai 1859 kendaraan per jam.
   Volume Lalu Lintas Terendah: Pada hari Selasa, pukul 17.00-18.00, volume lalu lintas mencapai 505 kendaraan per jam.

Data volume lalu lintas ini memberikan gambaran tentang variasi lalu lintas pada tiga hari yang berbeda. Pukul 06.00-07.00 cenderung menjadi waktu dengan volume lalu lintas tertinggi pada setiap hari. Data ini sangat penting untuk memahami pola lalu lintas harian dan membantu dalam merencanakan strategi pengaturan lalu lintas untuk mengatasi potensi kemacetan dan meningkatkan kinerja jalan selama jam-jam sibuk. Dengan memanfaatkan data ini, pihak berwenang dapat merancang solusi yang tepat guna untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas di wilayah tersebut.

Kapasitas

Berikut adalah perhitungan kapasitas pada tiga hari tertentu, yaitu hari Minggu, 28 Mei 2023, hari Senin, 29 Mei 2023, dan hari Selasa, 30 Mei 2023:

a. Hari Minggu, 28 Mei 2023:
   Perhitungan Kapasitas: C = Co × FW × FM × FCS × FRSU × FLT × FRT × FMI C = 3200 × 1,148 × 1,05 × 1 × 0,70 × 1,092 × 0,861 × 1,6 C = 4.061,5
b. Hari Senin, 29 Mei 2023:
   Perhitungan Kapasitas: C = Co × FW × FM × FCS × FRSU × FLT × FRT × FMI C = 3200 × 1,148 × 1,05 × 1 × 0,70 × 1,193 × 1,032 × 1,953 C = 6.509,6
c. Hari Selasa, 30 Mei 2023:
   Perhitungan Kapasitas: C = Co × FW × FM × FCS × FRSU × FLT × FRT × FMI C = 3200 × 1,148 × 1,05 × 1 × 0,70 × 1,022 × 0,993 × 1,52 C = 4.153,7

Dalam perhitungan kapasitas, Co adalah kapasitas dasar (base capacity) yang menunjukkan kapasitas maksimum dalam kondisi ideal. Faktor penyesuaian lainnya, seperti FW (Faktor Penyesuaian untuk Lebar Jalan), FM (Faktor Penyesuaian untuk Lebar Median), FCS (Faktor Penyesuaian untuk Lebar Bahu), FRSU (Faktor Penyesuaian untuk Tanda Petunjuk Arah), FLT (Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lajur), FRT (Faktor Penyesuaian untuk Tipe Kendaraan), dan FMI

(Faktor Penyesuaian Lainnya) digunakan untuk menghitung kapasitas aktual pada hari-hari tersebut. Dengan memahami kapasitas jalan pada berbagai hari, pihak berwenang dapat merencanakan strategi pengelolaan lalu lintas yang lebih baik untuk memastikan lalu lintas berjalan lancar dan efisien, terutama ketika volume lalu lintas mencapai nilai tertinggi.

Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) adalah parameter yang mengukur sejauh mana suatu jalan atau fasilitas mendekati atau mencapai kapasitas maksimumnya. DS dihitung dengan membandingkan volume lalu lintas aktual (Q_TOT) dengan kapasitas jalan (C). DS merupakan rasio dari volume lalu lintas terhadap kapasitas yang diekspresikan dalam bentuk pecahan atau persentase. Berikut adalah nilai Derajat Kejenuhan (DS) untuk tiga hari tertentu, yaitu hari Minggu, 28 Mei 2023, hari Senin, 29 Mei 2023, dan hari Selasa, 30 Mei 2023, berdasarkan data volume lalu lintas dan kapasitas yang telah diberikan:

a. Hari Minggu, 28 Mei 2023:
   DS = Q_TOT / C = 572,6 / 4061,5 = 0,14
b. Hari Senin, 29 Mei 2023:
   DS = Q_TOT / C = 700,6 / 6509,6 = 0,11
c. Hari Selasa, 30 Mei 2023:
   DS = Q_TOT / C = 557,3 / 4153,7 = 0,13

Keterangan:
DS: Derajat Kejenuhan, yang dihitung sebagai rasio volume lalu lintas aktual (Q_TOT) dibagi dengan kapasitas jalan (C).
Q_TOT: Volume lalu lintas aktual pada hari tertentu dalam kendaraan per jam.
C: Kapasitas jalan pada hari tertentu dalam kendaraan per jam.

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai DS untuk setiap hari. DS pada hari Minggu adalah 0,14, pada hari Senin adalah 0,11, dan pada hari Selasa adalah 0,13. Semakin tinggi nilai DS, semakin dekat jalan atau fasilitas mendekati kapasitas maksimumnya, yang menunjukkan tingkat kejenuhan yang lebih tinggi. Informasi tentang Derajat Kejenuhan (DS) sangat penting dalam mengkaji kinerja dan efisiensi lalu lintas. Nilai DS membantu dalam mengevaluasi tingkat kepadatan lalu lintas dan potensi terjadinya kemacetan pada lokasi yang bersangkutan. Dengan memantau dan memahami nilai DS, pihak berwenang dapat merencanakan tindakan pengelolaan lalu lintas yang tepat guna untuk mengoptimalkan kinerja jalan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas.

Tundaan Simpang

Tundaan Simpang (D) adalah parameter yang mengukur waktu tambahan yang diperlukan oleh kendaraan saat melewati persimpangan atau simpang lalu lintas karena adanya tundaan akibat lalu lintas yang padat atau kondisi lain yang mempengaruhi aliran kendaraan. Tundaan Simpang dihitung dengan menggabungkan dua komponen, yaitu Tundaan Geometrik (DG) dan Tundaan Sinyal (DT1). Berikut adalah nilai Tundaan Simpang (D) untuk tiga hari tertentu, yaitu hari Minggu, 28 Mei 2023, hari Senin, 29 Mei 2023, dan hari Selasa, 30 Mei 2023, berdasarkan data Tundaan Geometrik (DG) dan Tundaan Sinyal (DT1):

a. Hari Minggu, 28 Mei 2023:
   D = DG + DT1 = 3,63 + 1,44 = 5,07
b. Hari Senin, 29 Mei 2023:
   D = DG + DT1 = 3,67 + 1,10 = 4,77
c. Hari Selasa, 30 Mei 2023:
   D = DG + DT1 = 3,51 + 1,37 = 4,88

Keterangan:
D: Tundaan Simpang, yang dihitung dengan menambahkan nilai Tundaan Geometrik (DG) dengan nilai Tundaan Sinyal (DT1).
DG: Tundaan Geometrik, waktu tambahan yang disebabkan oleh geometri fisik persimpangan atau simpang lalu lintas.

DT1: Tundaan Sinyal, waktu tambahan yang disebabkan oleh durasi siklus sinyal lalu lintas atau sistem pengaturan sinyal.

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai Tundaan Simpang (D) untuk setiap hari. Tundaan Simpang menggambarkan waktu tambahan yang dialami oleh kendaraan ketika melewati persimpangan atau simpang lalu lintas pada masing-masing hari. Informasi tentang Tundaan Simpang penting dalam mengkaji kinerja lalu lintas pada persimpangan atau simpang lalu lintas. Pemahaman tentang Tundaan Simpang membantu dalam mengidentifikasi potensi kemacetan dan antrian serta mendukung perencanaan dan pengelolaan lalu lintas untuk meningkatkan efisiensi dan kelancaran aliran kendaraan di wilayah tersebut.

Peluang Antrian

Peluang Antrian (QP%) adalah parameter yang mengukur kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu persimpangan atau simpang lalu lintas. Peluang Antrian dinyatakan dalam persentase dan dihitung berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada lokasi tersebut [16]. Berikut adalah nilai Peluang Antrian (QP%) untuk tiga hari tertentu, yaitu hari Minggu, 28 Mei 2023, hari Senin, 29 Mei 2023, dan hari Selasa, 30 Mei 2023, berdasarkan data Derajat Kejenuhan (DS) yang telah diberikan:

Peluang antrian pada hari minggu, 28 mei 2023:

QP% batas atas = 47,71× DS + 24,68× DS^2 + 56,47× DS^2

QP% batas atas = 47,71× 0,14 + 24,68× $0,14^2$ + 56,47× $0,14^2$

QP% batas atas = 29,40%

QP% batas bawah = 9,02 × DS + 20,66× DS^2 + 10,49× DS^2

QP% batas bawah = 9,02 × 0,14 + 20,66× $0,14^2$ + 10,49× $0,14^2$

QP% batas bawah = 9,98 %

Peluang antrian pada hari senin,29 mei 2023:

QP% batas atas = 47,71× DS + 24,68× DS^2 + 56,47× DS^2

QP% batas atas = 47,71× 0,11 + 24,68× $0,11^2$ + 56,47× $0,11^2$

QP% batas atas = 23,10%

QP% batas bawah = 9,02 × DS + 20,66× DS + 10,49× DS^2

QP% batas bawah = 9,02 × 0,511+ 20,66× $0,11^2$ + 10,49× $0,11^2$

QP% batas bawah = 7,84%

Peluang antrian pada hari selasa, 30 mei 2023:

QP% batas atas = 47,71× DS + 24,68× DS^2 + 56,47× DS^2

QP% batas atas = 47,71× 0,13+ 24,68× $0,13^2$ + 56,47× $0,13^2$

QP% batas atas = 27,30%

QP% batas bawah = 9,02 × DS + 20,66× DS^2 + 10,49× DS^2

QP% batas bawah = 9,02 × 0,13 + 20,66× $0,13^2$ + 10,49× $0,13^2$

QP% batas bawah = 9,27%

Keterangan:

QP%: Peluang Antrian, yang dihitung berdasarkan rumus yang melibatkan DS pada suatu hari.

DS: Derajat Kejenuhan, yang telah dihitung sebelumnya.

Peluang Antrian membantu dalam memahami tingkat kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu persimpangan atau simpang lalu lintas [19]. Dengan memahami peluang antrian, pihak berwenang dapat merencanakan dan mengimplementasikan langkah-langkah pengelolaan lalu lintas yang sesuai untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran aliran kendaraan pada saat-saat tertentu. Peningkatan kelancaran lalu lintas dapat berkontribusi pada efisiensi transportasi, kenyamanan pengguna jalan, dan keselamatan lalu lintas.

Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat Pelayanan Persimpangan adalah parameter yang digunakan untuk menggambarkan seberapa baik atau seberapa buruk kinerja suatu persimpangan atau simpang lalu lintas dalam melayani lalu lintas yang melewatinya. Parameter ini membantu dalam mengevaluasi kinerja persimpangan atau simpang lalu lintas secara keseluruhan dan mengidentifikasi apakah lalu lintas berjalan lancar atau mengalami tundaan dan antrian. Tingkat Pelayanan Persimpangan biasanya

dinyatakan dengan menggunakan skala tertentu, misalnya menggunakan huruf A, B, C, D, dan E, atau menggunakan angka seperti 1 hingga 6. Skala atau kategori tersebut mengindikasikan tingkat pelayanan dari yang terbaik hingga yang terburuk.

Penilaian Tingkat Pelayanan Persimpangan dapat dilakukan berdasarkan beberapa faktor, seperti Derajat Kejenuhan (DS), Peluang Antrian (QP%), dan Tundaan Simpang (D). Semakin rendah nilai DS dan QP%, serta semakin kecil nilai D, maka tingkat pelayanan persimpangan tersebut cenderung lebih baik. Pihak berwenang atau ahli lalu lintas menggunakan Tingkat Pelayanan Persimpangan sebagai pedoman dalam mengidentifikasi persimpangan atau simpang lalu lintas yang memerlukan perbaikan atau peningkatan, serta merancang strategi pengelolaan lalu lintas yang efektif dan efisien untuk memastikan kelancaran aliran kendaraan dan keselamatan pengguna jalan [20]. Evaluasi secara rutin tentang Tingkat Pelayanan Persimpangan akan membantu dalam pemantauan dan perbaikan lalu lintas di wilayah tersebut, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kinerja sistem transportasi secara keseluruhan.

Tabel 2. Tingkat Pelayanan Persimpangan

Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan lalu lintas simpang (DTI)	Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)	Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)	Tundaan geometri simpang (DG)	Tundaan simpang (DG)	Peluang antrian (QP%)	Sasaran
700,6	0,11	1,10	0,82	766,52	3,67	4,77	7,84% - 23,10%	DS ≤0,85

Sumber: Data Hasil Penelitian

Strategi Lalu Lintas Peningkatan Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode MKJI 1997 untuk pelaksanaan alternatif I, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil untuk meningkatkan kinerja simpang tak bersinyal. Berikut adalah beberapa kesimpulan hasil perhitungan:

a. Derajat Kejenuhan (DS) turun menjadi 0,08:
   Hasil perhitungan menunjukkan bahwa derajat kejenuhan pada simpang tak bersinyal telah turun menjadi 0,08. Penurunan derajat kejenuhan menunjukkan bahwa simpang tersebut mengalami peningkatan kapasitas dan kelancaran lalu lintas.
b. Tundaan Total Rata-Rata 0,81:
   Tundaan total rata-rata pada simpang tak bersinyal adalah sebesar 0,81 detik. Tundaan ini mencerminkan waktu tambahan yang dialami oleh kendaraan saat melewati simpang tersebut.
c. Tundaan Lalu lintas pada Jalan Utama 0,61:
   Tundaan lalu lintas pada jalan utama *(major approach)* simpang tak bersinyal adalah sebesar 0,61 detik. Tundaan ini terjadi pada arus lalu lintas yang lebih besar atau pada kendaraan yang bergerak di jalan utama simpang.
d. Tundaan Lalu lintas pada Jalan Minor 531,00:
   Tundaan lalu lintas pada jalan minor *(minor approach)* simpang tak bersinyal adalah sebesar 531,00 detik. Tundaan ini mungkin terjadi karena kendaraan pada jalan minor harus menunggu celah untuk melintas pada persimpangan yang padat.
e. Tundaan Geometri 3,55:
   Tundaan geometri pada simpang tak bersinyal adalah sebesar 3,55 detik. Tundaan geometri ini terkait dengan faktor geometris fisik dari persimpangan yang mempengaruhi kecepatan dan pergerakan kendaraan.
f. Tundaan Simpang 4,37:
   Tundaan simpang pada simpang tak bersinyal adalah sebesar 4,37 detik. Tundaan ini disebabkan oleh proses mengalihkan arus lalu lintas dari satu arah ke arah yang lain pada simpang yang tidak menggunakan sinyal lalu lintas.
g. Peluang Antrian 4,86% - 12,28%:

Peluang antrian pada simpang tak bersinyal berada dalam rentang 4,86% hingga 12,28%. Rentang ini menggambarkan kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada simpang tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, beberapa strategi lalu lintas yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kinerja simpang tak bersinyal antara lain:

a. Peningkatan kapasitas dan kelancaran lalu lintas pada jalan utama *(major approach)* dengan memperbaiki geometri fisik jalan, seperti lebar jalan dan bahu jalan.
b. Peningkatan kelancaran lalu lintas pada jalan minor *(minor approach)* dengan mengatur timing atau durasi untuk memberikan celah yang lebih optimal bagi kendaraan pada jalan minor untuk melintas.
c. Peningkatan tanda petunjuk dan sinyal yang jelas untuk mengalihkan arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal.
d. Evaluasi kebutuhan untuk mengatur prioritas lalu lintas pada jalan-jalan yang bertemu di simpang tak bersinyal.

Dalam menerapkan strategi ini, perlu dilakukan analisis lebih lanjut dan kajian teknis guna memastikan efektivitas dan efisiensi dari tindakan yang diambil. Tujuan dari strategi lalu lintas adalah untuk meningkatkan kinerja simpang tak bersinyal, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan keselamatan lalu lintas bagi pengguna jalan.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Perbaikan Kinerja Simpang

Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan lalu lintas simpang (DTI)	Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)	Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)	Tundaan geometri simpang (DG)	Tundaan simpang (DG)	Peluang antrian (QP%)	Sasaran
700,6	0,11	1,10	0,82	766,52	3,67	4,77	7,84% - 23,10%	DS ≤0,85

Sumber: Data Hasil Penelitian

4. KESIMPULAN

Tipe simpang batre ABC adalah simpang tiga tak bersinyal tipe 324M dengan nilai kapasitas dasar 3200 smp/jam, kelas tipe lingkungan simpang batre ABC adalah komersial dengan nilai hambatan samping tinggi sebesar 0,70. Volume harian maksimum hari minggu terjadi pada pukul 10.00-11.00 sebesar 1464 kend/jam, volume harian maksimum hari senin terjadi pada pukul 06,00-07.00 sebesar 2.346 kend/jam,dan volume harian maksimum pada hari selasa terjadi pada pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 1.859 kend/jam. Nilai kapasitas dari hasil perhitungan pada hari minggu sebesar 4.061,5 smp/jam, pada hari senin nilai kapasitas sebesar 6.509,6 smp/jam, dan pada hari selasa nilai kapasitas sebesar 4.153,7 smp/jam. Nilai derajat kejenuhan pada hari minggu yaitu sebesar 0,14, pada hari senin sebesar 0,11 dan pada hari selasa sebesar 0,13. Nilai tundaan lalu lintas simpang pad ahri minggu sebesar 1,44 detik/smp, pada hari senin sebesar 1,10 detik/smp, dan pada hari selasa sebesar 1,37 detik/smp. Nilai peluang antrian pada hari minggu sebesar 9,98 – 29,40% pada hari senin sebesar 7,84 -23,10% dan pada hari selasa sebesar 9,27 – 27,30 %.

Kinerja simpang batre ABC sesuai dengan hasil analisis geometri dan perhitungan survey langsung pada lapangan yaitu padat teteapi lancar. Tingkat pelayanan simpang batre ABC yaitu A dengan nilai derajat kejenuhan lebih kecil dari standar yaitu sebesar 0,11 dari standar MKJI 1997 sebesar 0,85. Nilai tundaan simpang memiliki tingkat pelayanan A dengan nilai 4,77, pada kondisi ini arus lalu lintas dikatakan stabil dengan kecepatan lalu lintas dikatakan stabil dengan kecepatan arus lalu lintas ≥75km/jam dan volume lalu lintas sekitar 75% dari kapasitas (1500 smp/jam/jalur). Hal ini berarti simpang tiga tak bersinyal batre ABC Desa pebatan masih memenuhi syarat MKJI 1997.

Setelah dilakukan peningkatan pada simpang Batre ABC, terdapat beberapa perubahan signifikan dalam kondisi lalu lintas. Berikut adalah deskripsi tentang kondisi lalu lintas pada simpang Batre ABC setelah dilakukan peningkatan:

a. Derajat Kejenuhan Turun Menjadi 0,08
   Setelah dilakukan peningkatan, derajat kejenuhan pada simpang Batre ABC telah turun menjadi 0,08. Penurunan derajat kejenuhan menunjukkan bahwa kapasitas simpang telah meningkat, dan lalu lintas yang melewati simpang tersebut menjadi lebih lancar.
b. Tundaan Total Rata-Rata 0,81
   Setelah peningkatan, tundaan total rata-rata pada simpang Batre ABC adalah sebesar 0,81 detik. Tundaan ini mencerminkan waktu tambahan yang dialami oleh kendaraan saat melewati simpang setelah dilakukan peningkatan.
c. Tundaan Lalu Lintas pada Jalan Utama 0,61
   Tundaan lalu lintas pada jalan utama *(major approach)* simpang Batre ABC setelah peningkatan adalah sebesar 0,61 detik. Tundaan ini terjadi pada arus lalu lintas yang lebih besar atau pada kendaraan yang bergerak di jalan utama simpang.
d. Tundaan Lalu Lintas pada Jalan Minor 531,00
   Tundaan lalu lintas pada jalan minor (minor approach) simpang Batre ABC setelah peningkatan adalah sebesar 531,00 detik. Tundaan ini mungkin terjadi karena kendaraan pada jalan minor harus menunggu celah untuk melintas pada persimpangan yang padat.
e. Tundaan Geometri 3,55
   Tundaan geometri pada simpang Batre ABC setelah peningkatan adalah sebesar 3,55 detik. Tundaan geometri ini terkait dengan faktor geometris fisik dari persimpangan yang mempengaruhi kecepatan dan pergerakan kendaraan.
f. Tundaan Simpang 4,37
   Tundaan simpang pada simpang Batre ABC setelah peningkatan adalah sebesar 4,37 detik. Tundaan ini disebabkan oleh proses mengalihkan arus lalu lintas dari satu arah ke arah yang lain pada simpang yang tidak menggunakan sinyal lalu lintas.
g. Peluang Antrian 4,86% - 12,28%
   Setelah peningkatan, peluang antrian pada simpang Batre ABC berada dalam rentang 4,86% hingga 12,28%. Rentang ini menggambarkan kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada simpang tersebut setelah dilakukan peningkatan.

Dengan hasil perubahan ini, dapat diambil kesimpulan bahwa peningkatan pada simpang Batre ABC telah memberikan dampak positif terhadap kinerja lalu lintas. Derajat kejenuhan yang turun, tundaan yang berkurang, dan peluang antrian yang lebih rendah menunjukkan peningkatan kapasitas dan kelancaran aliran lalu lintas pada simpang tersebut setelah peningkatan dilakukan. Peningkatan kinerja lalu lintas ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan pengguna jalan di wilayah simpang Batre ABC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kepadatan Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal Desa Pebatan, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes (Studi Kasus Simpang Batre ABC)”. Sesuai dengan yang direncanakan selanjutnya penulis menyampaikan terima kasih kepada:

a. Bapak Rektor Universitas Muhadi Setiabudi, Dr. Roby Setiadi, S.Kom., M M.
b. Bapak Dr. Abdul Khamid, ST. M,T., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi.
c. Bapak Wahidin, M.T., selaku Kaprodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi.
d. Bapak Muhamad Yunus, M.T., selaku Dosen Pembimbing I, dan Ibu Yulia Feriska, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberi masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
e. Seluruh staf pengajar dan pegawai Administrasi Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
f. Orang tua penulis, bapak Rusmani, serta Hamzah Has selaku pasangan yang telah memberikan dukungan moril, materil dan dorongan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
g. Teman-teman Teknik Sipil dan teman seperjuangan angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dalan penyusunan skripsi ini.

REREFENCES

[1] S. F. Podungge, "Analisis Karakteristik Lalu Lintas pada Simpang Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Jl. Jendral Sudirman dan Jl. Dewi Sartika di Kota Gorontalo)," *Radial J. Perad. Sains Rekayasa dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–37, 2104.

[2] A. Khamid and H. Wildan, "Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) untuk Peningkatan Ruas Jalan Brebes–Jatibarang Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.

[3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "MKJI 1997," *departemen pekerjaan umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia."* pp. 1–573, 1997.

[4] M. Zaid and R. Sulistyorini, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI)(Studi Kasus: Jalan P. Tirtayasa Bandar Lampung)," *J. Rekayasa Sipil dan …*, vol. 9, no. 2, pp. 201–212, 2021,

[5] A. Khamid, "Sedimentation Handling Model of Sediment Reservoir on Darma Reservoir Das Cimanuk–Cisanggarung Kuningan Regency," in *International Conference on Coastal and Delta Areas*, 2017, pp. 276–284.

[6] En. Marsaoly, "Analisis Kinerja Simpang Berbasis Karakteristik Kawasan, Karakteristik Lalu-Lintas dan Aksesibilitas (Studi Kasus Kawasan CBD Kota Ternate)," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11), 951–952.*, no. Mi, pp. 5–24, 1967.

[7] A. P. Rachman, "Analisis Kinerja Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Jl.Husni Thamrin – Jl.Kalimantan," *RADIAL-juRnal Perad. saIns, rekayAsa dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–71, 2016.

[8] A. Khamid and A. Sodikin, "Identifikasi Kerusakan Jalan pada Jalan Larangan Pamulian Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.

[9] D. Y. F. C. Hasibuan and Muchammad Zaenal Muttaqin, "Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Persimpangan Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara," *J. Saintis*, vol. 21, no. 01, pp. 53–60, 2021, doi: 10.25299/saintis.2021.vol21(01).6507.

[10] R. F. Kayori, "Analisa Derajat Kejenuhan Akibat Pengaruh Kecepatan Kendaraan pada Jalan Perkotaan di Kawasan Komersil (Studi Kasus: di Segmen Jalan Depan Manado Town Square Boulevard Manado)," *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 9, pp. 608–615, 2013.

[11] E. Widjajanti, W. Mandabi, and L. Mustika, "Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Perkotaan pada Lahan Terbatas (Studi Kasus : Simpang Jl. M. Kahfi II – Jl. Srengseng Sawah, Jakarta Selatan)," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 32, no. Vol. 32 No. 4 (Desember 2022), pp. 46–54, 2022, doi: 10.37277/stch.v32i4.1470.

[12] A. Khamid, "Pengaruh Genangan Air Hujan terhadap Kinerja Campuran Aspal Concere - Wearing Course (AC - WC)," *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 4, no. 7, pp. 5–24, 2019.

[13] M. Yunus, I. Mirajhusnita, R. Mudiyono, and H. Poedjiastoeti, "The Analysis of Traffic Delay and Queue due to the Shunting Activities of Pertamina Trains of Tegal City," *JACEE (Journal Adv. Civ. Environ. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 83–93, 2020.

[14] N. Herlina and G. R. Prima, "Kajian Kinerja Serta Upaya Peningkatan Keselamatan pada Simpang (Studi Kasus : Simpang Padayungan Kota Tasikmalaya)," *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 10, no. 1, pp. 8–18, 2023, doi: 10.21063/JTS.2023.V1001.008-18.

[15] I. I. B. Al-Irsyad, S. Sugito, and H. Yasin, "Penentuan Model Antrian Dan Pengukuran Kinerja Pelayanan Plasa Telkom Pahlawan Semarang," *J. Gaussian*, vol. 4, no. 3, pp. 507–516, 2015, [Online]. Available: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/9433

[16] A. C. Sutandi, "Evaluasi Kinerja dari Sistem Pengendalian Lalulintas Kawasan Pada Persimpangan Bersinyal dengan Banyak Fase dan Pergerakan," *Juni*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2007.

[17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. Bandung: CV Alfabeta, 2017.

[18] M. Yunus and I. Mirajhusnita, "Analisis Kinerja Ruas Jalan Dilihat dari Tingkat Pelayanan Jalan (Lavel of Service) di Kota Tegal (Studi Kasus Jl. Abimanyu, Jl. Semeru dan Jl. Menteri Supeno)," *Eng. J. Bid. Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 34–42, 2020.

[19] W. Afrizal and M. S. Siregar, "Pengoperasian Rescue Boat Saat Drill Keselamatan di SPOB (Self Propelled Oil Barge) Julvinda," *J. Educ.*, vol. 06, no. 01, pp. 5776–5783, 2023.

[20] M. P. Sari and K. D. Priyono, "Analisis Potensi dan Pengembangan Objek Wisata di Kabupaten Grobogan," *Skripsi Progr. Stud. Geogr. Fak. Geogr. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2017, [Online]. Available: http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/49129