

**Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Jl. Muharto - Jl.
Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig Kota Malang**

Hariyanto*¹, Aji Suraji², Mohamad Cakrawala³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang
Jl. Borobudur No 35, Malang 6512, Indonesia

Submitted : 9, Februari , 2022;

Accepted: 11, April, 2022

Abstrak

Simpang tak bersinyal merupakan jenis simpang yang paling banyak dijumpai di perkotaan, salah satunya adalah simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharto - Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Raya Ki Ageng Gribig Kota Malang. Masalah transportasi yang sering terjadi antara lain kemacetan lalu lintas dan keterlambatan waktu tempuh. Waktu tempuh kendaraan sebagai salah satu kriteria kinerja pelayanan pada simpang. Permasalahan tersebut sering dijumpai di beberapa daerah di Indonesia, antara lain di Kecamatan Kedungkandang Kota Malang yang merupakan jalur utama kendaraan menuju pasar besar dan merupakan jalan untuk mengakses pusat Kota Malang serta pemukiman dan aktivitas masyarakat sekitar. Pada simpang tak bersinyal ini, volume arus lalu lintas cukup besar, sehingga dapat menimbulkan kemacetan pada waktu-waktu tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui volume, kapasitas dan kinerja simpang tak bersinyal Jl. Muharto - Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Raya Ki Ageng Gribig. Metode penelitian mengacu pada (MKJI), 1997) yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Hasil penelitian diketahui bahwa volume kendaraan di Jl. Muharto 883 (kendaraan/jam) - Jl. Mayjen Sungkono 1470 (kendaraan/jam) - Jl. Raya Ki Ageng Gribig 1201,5 (kendaraan/jam). Total Q adalah 3555 (smp/jam) dan kapasitasnya adalah 3200 smp/jam. Sehingga diketahui nilai derajat kejenuhan setelah pemasangan lampu lalu lintas alternatif Jl. Muharto (DS) 0,20 dengan panjang antrian (QL) 74 m, Jl. Mayjen Sungkono (DS) 0,19 dengan panjang antrian (QL) 86 m, Jl. Raya Ki Ageng Gribig (DS) 0,60 dengan panjang antrian (QL) 187 m.

Kata Kunci : Simpang Tak Bersinyal; Volume, kapasitas, kinerja simpang, Kota Malang

Abstract

The unsignal intersection is the most common type of intersection found in urban areas, one of which is the unsignalized three-way intersection Muharto St. – Mayjen Sungkono St. – Raya Ki Ageng Gribig St, Malang City. Transportation problems that often occur include traffic jams and delays in travel time. Vehicle travel time as one of the service performance criteria at the intersection. These problems are often found in several areas in Indonesia, among others, in Kedungkandang District, Malang City, which is the main route for vehicles to go to the big market and is the road to access the center of Malang City as well as settlements and activities of the surrounding community. At this three-way unsignalized intersection, traffic volume is large, so it can cause congestion at

certain times. The purpose of this study was to determine the performance of Three-way unsignalized intersection Muharto st. – Mayjen Sungkono St. – Raya Ki Ageng Gribig St. Research method based on (MKJI 1997) published by Directorate General of Highways. The results showed that the volume of vehicles at Muharto St. 883 (vehicle/hour) – Mayjen Sungkono St. 1470 (vehicle/hour) – Raya Ki Ageng Gribig St. 1201,5 (vehicle/hour). Total is 3555 (pcu/hour) and capacity of 3200 pcu/hour. So it is known that the value of the degree of saturation after the installation of alternative traffic lights Muharto St. (DS) 0,20 with queue length (QL) 74 m, Mayjen Sungkono St. (DS) 0,19 with queue length (QL) 86 m, Raya Ki Ageng Gribig (DS) 0,60 with queue length (QL) 187 m.

Keywords: *Unsignalized Intersection; Volume, capacity, intersection performance, Malang City*

A. PENDAHULUAN

Masalah transportasi kerap terjadi antara lain adalah kemacetan lalu lintas dan keterlambatan waktu tempuh. Waktu perjalanan pada kendaraan merupakan salah satu ciri dari kinerja pelayanan pada simpang. Persoalan tersebut merupakan parameter dari kualitas arus lalu lintas dan pengelolaan sarana transportasi, karena berkaitan dengan kapasitas, kondisi fisik pada jalan dan simpang, hambatan samping, penggunaan lahan, dan pemeliharaan jalur perjalanan. Persoalan ini seringkali didapat di salah satu daerah di Indonesia yaitu termasuk di simpang yang ada di Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. (Day et al., 2015,) (Slavin et al., 2013)

Secara umum transportasi di Kecamatan Kedungkandang ini menjadi hal terpenting dibagian timur dan sekitarnya, yang merupakan kecamatan yang mempunyai perkembangan yang begitu cepat dalam sektor pembangunan, maupun pendidikan, terbukti dengan banyaknya perumahan, pertokoan, sekolah - sekolah dan perkantoran yang dibangun, sehingga lahan pertanian yang berada di kecamatan Kedungkandang terus berkurang dengan melihat padatnya penduduk, baik penduduk asli maupun pendatang, ini tentu memiliki dampak besar dalam permasalahan lalu lintas. Kecelakaan pengguna jalan adalah bagian suatu akibat dari permasalahan lalu lintas

yang kerap terjadi di jalanan. Pada persimpangan ini terdapat pergerakan lalu lintas menerus dan berpotongan dengan kendaraan lainnya yang akibatnya terjadi pada gangguan pada lalu lintas. (Tracz & Chodur, 2012), (C. M. Day et al., 2014)

Kedungkandang sendiri memiliki sarana transportasi berupa angkot dan bus antar kota yang bergerak menurut trayeknya sendiri. Untuk infrastrukturnya sendiri berupa: Teminal Hamid Rusdi yang terletak di Jl. Mayjen Sungkono, Kedungkandang, Kota Malang, Terminal Madyapuro yang terletak di Jl. Danau Jonge Sawojajar, Kecamatan Kedungkandang, dan Stasiun di Kota Malang. Oleh sebab itulah, transportasi dan infrastruktur yang lebih baik diperlukan dalam mendukung aktivitas masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui volume dan kapasitas simpang sebagai dasar untuk melakukan evaluasi simpang tak bersinyal. Selanjutnya dilakukan analisis kinerja simpang untuk mengetahui bagaimana kondisi simpang apakah masih dalam kondisi bagus atau kinerjanya sudah menurun,

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Simpang

Simpang adalah bagian integral dari sistem jalan. Simpang pada jalan dapat di artikan sebagai daerah umum di

dua atau lebih jalan bergabung, termasuk fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya. (Khisty dan Lall (2005)) (Yue et al., 2021)

Simpang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan, pada umumnya kapasitas simpang dapat dikendalikan dengan mengatur volume lalu lintas sistem jalan. Prinsipnya simpang yaitu pertemuan dua atau lebih jaringan jalan. (Alamsyah, 2008). Menurut (MKJI) 1997, pemeliharaan salah satu tipe simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan faktor ekonomi, keselamatan lalu lintas, dan lingkungan.

2. Tipe-tipe simpang

Karakteristik utama dari transportasi jalan adalah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutenya sendiri di dalam jaringan transportasi yang ada, karena itu perlu disediakan persimpangan-persimpangan untuk menjamin keamanan dan efisiennya arus lalu lintas yang hendak berpindah dari suatu ruas jalan ke ruas jalan yang lain. Persimpangan jalan terdiri dari dua kategori utama, yaitu persimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang. (Morlok, 1998), (Lavrenz et al., 2016)

1) Persimpangan Sebidang

Menurut (Morlok, 1998), persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya, seperti misalnya persimpangan pada jalan-jalan di kota.

Pada dasarnya terdapat empat pertemuan pergerakan lalu lintas pada simpang (Alamsyah, 2008) (Saldivar-Carranza et al., 2021)

- ✓ Berpisah (*Diverging*)
- ✓ Penggabungan (*Merging*)
- ✓ Berpotongan (*Crossing*)

✓ Bersilang (*Weaving*)

Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dibagi 2 (dua) jenis, yaitu simpang tidak bersinyal dan simpang bersinyal.

- a. Simpang bersinyal yaitu simpang yang di atur oleh lampu lalu lintas dan semua perlengkapan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu-rambu jalan dan marka jalan untuk memperhatikan pengemudi kendaraan bermotor, sepeda dan pejalan kaki. (Oglesby dan Hick, (1982)).
- b. Menurut Munawar, (2006). Simpang yang paling banyak di perkotaan yaitu simpang tak bersinyal. Tipe ini diterapkan pada saat arus berada di jalan kecil dan pergerakan berbelok. Jika lalu lintas di jalan utama sangat tinggi sehingga risiko kecelakaan kendaraan di jalan minor meningkat (akibat lubang kecil yang tebal), menjadi pertimbangan keberadaan rambu lalu lintas.

2) Persimpangan Tidak Sebidang

Simpang tak sebidang biasanya menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka diperlukan tikungan yang besar dan sulit serta biaya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Contoh keragaman tipe pertemuan jalan tak sebidang antara lain adalah bundaran dan layang-layang atas, pertigaan bentuk (Y) dimodifikasi satu jembatan, pertigaan bentuk (T) dimodifikasi bentuk jembatan dan sebagainya. (Hobbs, 1979), (Mahajan et al., 2019) (So et al., 2016)

3. Kinerja Simpang

Kinerja simpang adalah suatu yang dicapai atau suatu kemampuan kerja dalam pergerakan kendaraan, orang, dan hewan di jalan.

1. Kapasitas Persimpangan

Kapasitas simpang adalah arus kendaraan yang di lewati simpang sesuai dengan pengendalian, kondisi lalu lintas, dan geometrik. Faktor yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang diantaranya: Kondisi fisik dan operasionalnya, lingkungan, pergerakan lalu lintas, lalu lintas kendaraan berat. (Oglesby dan Hick 1982). Kapasitas dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan (1):

$$C = C_o \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_o = Kapasitas dasar
- F_W = Faktor penyesuaian lebar masuk
- F_M = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping kendaraan tak bermotor
- F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan
- F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio jalan minor

2. Volume Lalu Lintas

Sukirman (1994), volume yaitu banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan ialah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas.

Dapat digunakan persamaan (2):

$$V = \frac{N}{T} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

V = Volume lalu lintas

N = Jumlah kendaraan

T = Interval waktu

Data volume lalu lintas yang didapat berupa kendaraan/jam yang selanjutnya dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan menggunakan faktor ekivalensi mobil penumpang (smp). ((Kentjana et al., 2016). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) mendefinisikan satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp. Ekivalensi mobil penumpang (emp) adalah faktor yang menunjukkan pengaruh berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang mirip emp = 1).

3. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekatan terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang Panjang pada kondisi lalu lintas jam puncak. Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS) dihitung dengan persamaan (3):

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

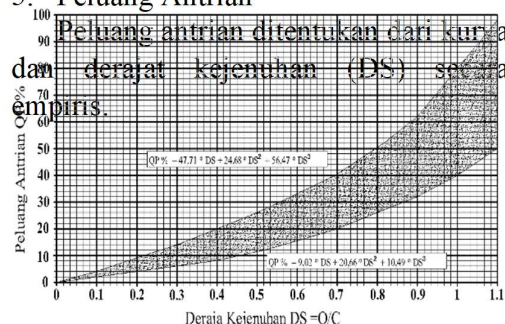
4. Tundaan

Tundaan adalah tambahan waktu melewati simpang dibandingkan keadaan tanpa simpang, yang terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Derajat lalu lintas adalah waktu tunggu akibat interaksi lalu lintas dengan pergerakan lain pada simpang, sedangkan derajat geometrik disebabkan oleh perlambatan

dan percepatan kendaraan yang terganggu dan sepi.

5. Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva dan derajat kejenuhan (DS) secara empiris.



Gambar 1. Peluang antrian (QP%) terhadap derajat kejenuhan (DS)

$$Qp\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$Qp\% = 47,71 \times DS + 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^2 \dots\dots\dots(5)$$

4. Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Kinerja simpang tak bersinyal hampir serupa dengan simpang bersinyal, kinerja simpang tak bersinyal dilihat dari tundaan yang terjadi pada simpang dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$C = Co \times Fw \times FM \times Fcs \times FRSU \times FLT \times FRT \times F \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
- Fw = Faktor penyesuaian lebar masuk
- FM = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama
- Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota
- FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
- FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

5. Tingkat Pelayanan Jalan

(LOS) adalah kondisi operasional lalu lintas dan persepsi pengendara dalam terminologi kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan (Wikipedia 2021). Antara kecepatan dan volume merupakan aspek dalam menentukan tingkat pelayanan. Hal ini dapat dihitung dengan persamaan (7).

$$LOS = \frac{V}{C} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

- LOS = Level Of Service
- V = Volume Lalu Lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas Aktual (smp/jam)

6. Ruas Jalan

Beberapa ruas jalan yang perlu diketahui antara lain panjang, jumlah jalur, kecepatan, tipe gangguan simpang, kapasitas serta hubungan antara kecepatan dan arus pada ruas tersebut. Setiap ruas jalan yang dikondifikasikan harus dilengkapi dengan beberapa atribut yang menyatakan perilaku, ciri, serta kemampuan ruas jalan untuk mengalirkan lalu lintas. Beberapa atribut tersebut adalah panjang ruas, kecepatan ruas (kecepatan arus bebas dan kecepatan sesaat), serta kapasitas ruas yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp/jam). (Tamin, 2000).

Menurut “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan”. Jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

Menurut (Didik Rachmadi, 2018) dalam jurnalnya yang berjudul “Analisa

Simpang Tak Bersinyal pada Simpang Tiga Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Tlogowaru” yg mana melakukan analisis menggunakan data volume lalu lintas 1 jam terpadat dari seluruh survei selama 1 pekan dan didapat untuk kinerja simpang kususny Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Tlogowaru (2018) untuk nilai derajat kejenuhan (DS) utara adalah 0,91, selatan adalah 0,91 dan Timur adalah 0,91. (Didik Rachmadi, 2018)

Menurut (Sensi et al., 2019) dalam jurnalnya yang berjudul “Analisa Tingkat Pelayanan Jl. Ki Ageng Gribig Kelurahan Lesanpuro- Kecamatan Kedungkandang” dimana dalam penelitiannya dilakukan pencacahan pengambilan data 15 jam dalam jangka 1 pekan, dari hasil perhitungan volume, kapasitas pada ruas Jl. Ki Ageng Gribig masih terbilang tinggi yaitu dengan (DS) 1,49 dengan tingkat pelayanan (F). Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, volume, kapasitas dan derajat kejenuhan untuk ruas Jl. Ki Ageng Gribig untuk tahun 2022 sebelum dilakukan perbaikan jalan, dimana tingkat volume, kapasitas dan derajat kejenuhan mencapai (DS) 1,8 kemudian dilakukan pengusulan pelebaran jalan berdasarkan data (2017) oleh badan penyelenggara pembangunan daerah Kota Malang yang semula luas Jl. Ki Ageng Gribig adalah 6 m menjadi 8 meter, garis sepadan bangunan 5 m, dan garis sepadan saluran 0,5 m, didapat tingkat pelayanan untuk tahun 2022 derajat kejenuhan (DS) adalah 0,88.

Menurut (Prasetyo, Faisol Dwi, n.d.) dalam jurnalnya yang berjudul “Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal di Jl. Raya Lumajang - Probolinggo Desa Kebonan Kecamatan Klakah” berdasarkan hasil penelitiannya yang dilakukan 24 jam penuh, kinerja ruas jalan terjadi kecepatan kendaraan di jalan mayor yang menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan. Namun

berdasarkan Analisa simpang tiga tak bersinyal, simpang tersebut masih layak tanpa ada perubahan manajemen lalu lintas dan perubahan traffic light dengan mengacu pada tingkat derajat kejenuhan $DS < 0,85$ dengan jumlah kapasitas 3400,94 smp/jam. (Prasetyo, Faisol Dwi, n.d.).

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

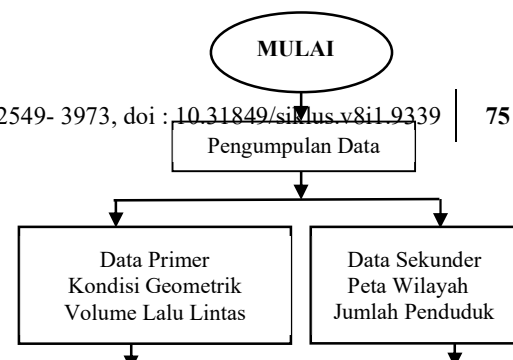
Lokasi penelitian evaluasi kinerja simpang tiga tak bersinyal ini dilakukan pada pertigaan di Kecamatan Kedungkandang Kota seperti Gambar 2



Gambar 2. Lokasi penelitian simpang tiga tak bersinyal

2. Tahapan Penelitian

Langkah pertama dari penelitian ini adalah dengan melakukan kajian-kajian literatur baik peraturan maupun contoh analisis evaluasi kinerja simpang tak bersinyal. Tahapan dilakukan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), kendaraan tak bermotor (UM) dengan periode survei 15 menit selama tiga hari yang diambil bersamaan saat survei arus lalu lintas.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pelengkap dari pihak lain berupa peta lokasi Kecamatan Kedungkandang dan data penduduk Kecamatan Kedungkandang yang juga digunakan untuk penunjang dalam proses evaluasi dari simpang tiga tak bersinyal.

4. Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Analisis ini dilakukan dengan menghitung volume arus lalu lintas pada jam puncak (smp/jam) kemudian dilanjutkan dengan menghitung kapasitas dan kinerja simpang berdasarkan kriteria jaringan jalan. Sehingga dari hasil nilai volume, kapasitas dan kinerja simpang tiga tak bersinyal dicari nilai derajat kejenuhan.

5. Evaluasi Kinerja Simpang

Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja Jl. Muharto. Raya Ki Ageng Gribig Jl. Mayjen Sungkono 2021-1, pada saat ini dan menentukan kapasitaas, derajat kejenuhan, panjang antrian dan delay. berdasar metode (Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997). Kondisi geometrik pada simpang tiga yang diteliti disajikan pada Gambar 4.

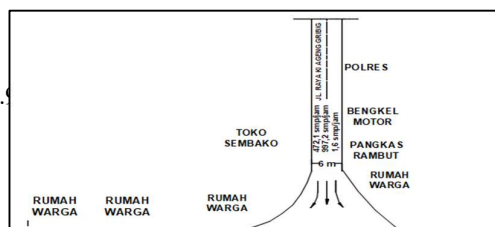
Gambar 3. Diagram alir

3. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dibedakan menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data ini dilakukan untuk menunjang proses evaluasi dari simpang tiga tak bersinyal yang diteliti.

a) Data primer

Data primer didapatkan dari proses survei langsung pada kondisi eksisting simpang berupa kondisi geometrik dan volume arus lalu lintas. Tahapan survei untuk data primer di lokasi persimpangan untuk kondisi geometrik jalan yaitu mencatat segala ukuran lebar penampang pada ruas tiap simpang, sedangkan survei volume lalu lintas dibagi menjadi



$$WBD = \frac{WB+WD}{2} = \frac{3+7}{2} = 5 \text{ m}$$

$$W1 = \frac{WC+WB+WD}{3} = \frac{3,5+3+7}{3} = 4,5 \text{ m}$$

2. Kapasitas

Kapasitas keseluruhan semua lengan simpang merupakan hasil $\times (C_o)$, yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (Ideal), faktor penyesuaian (F), dengan memperhatikan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas ditampilkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FW \times FM \times Fcs \times FSF \times \\ &\quad FLT \times FRT \times FMI \\ &= 3200 \times 1.072 \times 1.00 \times 0.94 \times 0.98 \\ &\quad \times 1.33 \times 0.84 \times 0.9044 \\ &= 3193 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Volume Lalu Lintas

Volume arus lalu lintas (kend/jam) pada setiap simpang kemudian dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp) persatuan waktu di sajikan pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Volume arus lalu lintas pada simpang tiga tak bersinya Jl. Muharto - Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig didapat nilai $Q_{total} = 3555 \text{ smp/jam}$.

4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS) dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q_{total}}{C} \\ DS &= \frac{3555}{3193} \quad DS = 1.11 \end{aligned}$$

Derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian pada simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharto – Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribing kecamatan Kedungkandang tipe (IT-324) disajikan dalam Tabel 8.

Gambar 4. Pergerakan kendaraan Jl. KH. Muharto - Jl. Raya Ki Ageng Gribig - Jl. Mayjen Sungkono

6. Analisa Perbaikan pada simpang

Analisa perbaikan pada simpang dilakukan apabila hasil kinerja Jl. Muharto. Jl. Raya Ki Ageng Gribig Jl. Mayjen Sungkono pada 2021-1 melebihi batas toleransi $DS > 0.85$, maka perlu dilakukan analisis perbaikan yang tepat untuk meningkatkan kinerja simpang bertanda.

Analisa data untuk mengelola data menjadi informasi dan data akan menjadi mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah yang berkaitan dengan kegiatan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Geometrik

Dari hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung dan pengukuran di lapangan didapatkan hasil geometrik dan lebar pendekatan pada Jl. Muharto – Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Contoh Perhitungan:

Tabel 1. Data geometrik simpang tiga tak bersinyal

Nama Jalan	Pendekat	Lebar Perkerasan (m)		Trotoar (m)		Lebar Efektif (m)		Pembatas jalan (m)
		Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Wmasuk	Wkeluar	
Jl. Mayjen Sungkono	Selatan	7	7	1	1	7	7	0.7
Jl. Mayjen Sungkono I	Selatan	2	2	-	-	2	2	-
Jl. Raya Ki Ageng Gribig	Utara	3	3	-	-	3	2	-
Jl. Muharto	Barat	3.5	3.5	-	-	3.5	3.5	0.5

Tabel 2. Data lebar pendekat pada simpang

Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)						Lebar pendekat Rata-rata W1	Jumlah Lajur		Tipe Simpang
	Jalan Simpang			Jalan Utama				Jalan Mino r	Jalan Utam a	
	WA	Wc	WAC	WB	WD	WB				
3		3,5	3,5	3	7	5	4,5	2	2	324

Tabel 3. Kapasitas persimpangan

Faktor penyesuaian	Nilai
Lebar Pendekat Rata-rata	W1 4,5
Rasio belok	FLT 1,33 PRT 0,84
Rasio jalan Minor	FMI 0,9044
Kapasitas dasar	Co 3200
Faktor penyesuaian lebar Pendekat	Fw 1,072
Ukuran kota	Fcs 0,94
Hambatas samping	FCsf 0,98
Faktor Median	FM 1,00

Tabel 4. Kapasitas persimpangan

Kapasitas Dasar	Faktor Penyesuaian Kapasitas							Kapasitas
Co (smp/jam)	FW	FM	Fcs	FSF	FLT	FRT	FMI	C (smp/jam)
3200	1.072	1.00	0.94	0.98	1.33	0.84	0.9044	3193

Tabel 5. Volume Jl. Muharto

Waktu	Jl. Muharto									UM
	LT			ST			RT			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
15.30-15.45	80	3	123	-	-	-	67	9	143	0
15.45-16.00	65	1	103	-	-	-	50	1	120	1
16.00-16.15	43	1	112	-	-	-	50	4	112	0
16.15-16.30	93	1	98	-	-	-	37	2	112	0
Jumlah (kend/jam)	281	6	436	-	-	-	204	16	487	1
Jumlah (smp/jam)	281	7.8	174.4	-	-	-	204	20.8	194.8	
Total (kend/jam)		732						707		
Total (kend/jam)					1430					
Total (smp/jam)		463			1.6			420		
Qtotal (smp/jam)					883					

Tabel 6. Volume Jl. Mayjen Sungkono

Waktu	Jl. Mayjen Sungkono									U M
	LT			ST			RT			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
15.30-15.45	98	13	155	85	30	111	-	-	-	1
15.45-16.00	65	8	160	102	25	125	-	-	-	0
16.00-16.15	82	0	112	96	15	98	-	-	-	3
16.15-16.30	60	1	115	94	15	75	-	-	-	0
Jumlah (kend/jam)	305	22	542	377	85	409	-	-	-	4
Jumlah (smp/jam)	305	28,6	216,8	377	110,5	163,6	-	-	-	
Total (kend/jam)		869			871			-		
Total (kend/jam)					1740					
Total (smp/jam)		550,4			651,1			-		
Qtotal (smp/jam)					1201,5					

Tabel 7. Volume Jl. Raya Ki Ageng Gribig

Waktu	Jl. Raya Ki Ageng Gribig									U M
	LT			ST			RT			
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	
15.30-15.45	-	-	-	80	60	122	60	11	106	0
15.45-16.00	-	-	-	135	55	124	45	15	110	2
16.00-16.15	-	-	-	78	63	20	36	37	105	0
16.15-16.30	-	-	-	130	112	127	65	10	107	1
Jumlah (kend/jam)	-	-	-	423	290	206	206	73	428	3
Jumlah (smp/jam)	-	-	-	423	377	197,2	206	94,9	171,2	
Total (kend/jam)		-			1206			707		
Total (kend/jam)					1913					
Total (smp/jam)		-			997,2			472,1		
Qtotal (smp/jam)					1470					

Tabel 8. Derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian pada simpang tiga tak bersinyal

Arus lalu lintas	Kapasitas	Derajat kejenuhan	Tundaan Lalu lintas simpang	Tundaan lalu lintas jalan utama	Tundaan lalu lintas jalan minor	Tundaan geometrik simpang	Tundaan simpang	Peluang antrian
(Q)	(C)	(DS)	(DTi)	(DTMA)	(DTMI)	(DG)	(D)	(QP)
Smp/jam	Smp /jam		Det/smp	Det/smp	Det/smp	Det/smp	Det/smp	%
3555	3193	1.11	22,31	9,03	5.450	3,701	26,011	48.391-152,943

5. Analisa Perbaikan Simpang Tiga Tak Bersinyal

Dasar dari analisa perbaikan ini berlandaskan MKJI (1997), berdasarkan beberapa persyaratan acuan dalam simpang tiga tak bersinyal. Pada kasus ini, berdasarkan hasil evaluasi kinerja simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharjo - Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Raya Ki Ageng Gribig pada saat ini, analisa perbaikan untuk simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharjo - Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Raya Ki Ageng Gribig, agar kinerja simpang menjadi baik dari saat ini. Melihat dari kondisi dilapangan analisa perbaikan alternatif I tidak melakukan perubahan geometrik jalan dengan alasan kurangnya

lahan pada daerah tersebut. Maka perlu dilakukan analisa perbaikan dengan alternatif II dengan cara memasang isyarat lampu lalu lintas untuk ruas Jl. Muharjo - Jl. Mayjen Sungkono - Jl. Raya Ki Ageng Gribig.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), terdapat beberapa acuan dalam penentuan fase dan waktu siklus. Berikut ini tipe dan waktu siklus yang disarankan untuk pengaturan dalam keadaan yang berbeda dan ditampilkan dalam Tabel 9.

- ✓ Dua-fase - (40-80)
- ✓ Tiga-fase - (50-100)
- ✓ Empat-fase - (80-130)

Tabel 9. Waktu siklus pemasangan operasional lampu lalu lintas

Nama Jalan	Pendekat	Fase	Waktu merah (detik)	Waktu hijau (detik)	Waktu kuning (detik)	Waktu Siklus (detik)
Jl. Mayjen Sungkono	Selatan	2	42	37	3	80
Jl. Muharjo	Barat	1	40	35	3	80
Jl. Raya Ki Ageng Gribig	Utara	1	40	35	3	80

Hasil analisa perbaikan alternatif II menunjukkan bahwa derajat kejenuhan pada Jl. Muharjo Barat (DS) adalah 0,20 panjang antrian (QL) adalah 74 m, dengan tundaan rata-rata adalah 18,39 det/smp, Jl. Mayjen Sungkono Selatan (DS) adalah 0,19 dengan panjang antrian (QL) adalah 86 m, dengan tundaan rata-rata adalah 15,38 det/smp, Jl. Raya Ki Ageng Gribig Utara (DS) adalah 0,60 dengan panjang antrian (QL) adalah 187 m, dengan tundaan rata-rata adalah 19,29 det/smp, dengan demikian kondisi ini

menunjukkan bahwa derajat kejenuhan sudah memenuhi syarat batas toleransi yaitu $DS < 0,85$.

Pada Alternatif II mengacu pada tinjauan di kondisi eksisting yang menunjukkan bahwa lebar efektif untuk Jl. Raya Ki Ageng Gribig masih kurang sepadan dengan lebar efektif pada simpang yang lainnya, ditambah lagi dengan diberlakukannya belok kiri jalan terus pada Jl. Mayjen Sungkono menuju Jl. Muharjo yang dapat menyebabkan berkurangnya lebar efektif jalan saat

terjadi arus yang padat, terutama untuk kendaraan berat yang mengarah pada Jl. Raya Ki Ageng Gribig dari Jl. Mayjen Sungkono. Dengan meninjau aspek tersebut maka dapat dilakukan alternatif perbaikan II dengan diberlakukannya larangan belok kiri secara langsung dari

arah Jl. Mayjen Sungkono menuju Jl. Muharto sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya kepadatan arus lalu lintas pada Jl. Raya Ki Ageng Gribig. Hasil Perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan sebagaimana terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kapasitas, derajat kejenuhan dan panjang antrian

Pendekat	Arah	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Rasio Hijau (GR)	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				Panjang Antrian QL
						NQ1	NQ2	Total NQ = $\frac{NQ1+NQ2}{2}$	NQ max	
		Q	C	Q/C	g/c					m
B	LT,ST, RT	883	4334	0,20	0,44	0,00	12,12	12,12	26	74
S	LT,ST, RT	1201,5	6218	0,19	0,46	0,00	15,76	15,76	30	86
U	LT,ST, RT	1470	2443	0,60	0,44	0,25	24,94	25,19	56	187
Jumlah (Q)		3555								

E. KESIMPULAN

1. Volume arus lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharto – Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig, dari hasil perhitungan di dapat volume pada Jl. Muharto dengan total kendaraan adalah 883 (smp/jam), Jl. Mayjen Sungkono total kendaraan adalah 1201,5 (smp/jam) dan Jl. Raya Ki Ageng Gribig total kendaraan adalah 1470 (smp/jam), sehingga didapat nilai Qtotal adalah 3555 (smp/jam).
2. Kapasitas pada simpang tiga tak bersinyal pada ruas Jl. Muharto – Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig adalah sebesar 3193 smp/jam.
3. Kinerja simpang tiga tak bersinyal Jl. Muharto – Jl. Mayjen Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig pada kondisi saat ini di dapat nilai derajat kejenuhan mencapai (DS) 1,11.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik Ansyori. (2008). 'Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi.' UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang, 279.
- Departemen pekerjaan umum. 1997. 'Highway Capacity Manual Project (HCM).' Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1 (I): 564.
- Faisol Dwi Prasetyo "Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Di Jalan Raya Lumajang - Probolinggo Desa Kebonan Kec. Klakah Kab. Lumajang, 2019."
- Rachmadi, Didik (2018). 'Analisis Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Tiga Jl. Mayjend Sungkono – Jl. Raya Tlogowaru Kota Malang.
- Hobbs, F. D. diterbitkan: Ir. Suprpto TM. MSc Dan Ir. Waldijono. (1979). Perencanaan dan Teknik Lalu lintas. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Khisty, C Jotin, and B. Kent Lall. (2005).

- Jilid I. Edisi III. Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kentjana, N.H., Wibowo, A., Nurlambang, T., (2016). Pemetaan Pergerakan Lalu Lintas Kendaraan Di Kelurahan Kukusan Kota Depok. *Maj. Ilm. Globe* 18, 61. <https://doi.org/10.24895/Mig.2016.18-2.386>, n.d.
- Munawar, Ahmad, (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
- Morlok, Edward K diter: Ir. Johan Kelanaputra Hainim. (1998). *Pengantar dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Oglesby, Clarkson Dan Hiks, R Gery Diterbitkan: Ir. Purwo Setianto. (1982). *Teknik Jalan Raya*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- (Kentjana et al., 2016). (2016). *1.pdf*.
- Alamsyah, A. A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi. UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang*, 279.
- Day, C., Bullock, D., Li, H., Lavrenz, S., Smith, W. B., & Sturdevant, J. (2015). Integrating Traffic Signal Performance Measures into Agency Business Processes. In *JTRP Affiliated Reports*.
- Day, C. M., Bullock, D. M., Li, H., Remias, S. M., Hainen, A. M., Freije, R. S., Stevens, A. L., Sturdevant, J. R., & Jr., T. M. B. (2014). Performance Measures for Traffic Signal Systems: An Outcome-Oriented Approach. In *JTRP Affiliated Reports*.
- Didik Rachmadi, 2018. (2018). *Analisis simpang tak bersinyal pada simpang tiga jl.mayjend sungkono – jl.raya tlogowaru kota malang*.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Jilid I. Edisi III. Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lavrenz, S. M., Day, C. M., Smith, W. B., Sturdevant, J. R., & Bullock, D. M. (2016). Assessing longitudinal arterial performance and traffic signal retiming outcomes. *Transportation Research Record*, 2558. <https://doi.org/10.3141/2558-07>
- Mahajan, D., Banerjee, T., Rangarajan, A., Agarwal, N., Dilmore, J., Posadas, E., & Ranka, S. (2019). Analyzing traffic signal performance measures to automatically classify signalized intersections. *VEHITS 2019 - Proceedings of the 5th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems*. <https://doi.org/10.5220/0007714701380147>
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(I), 564.
- Morlok, Edward K diter: Ir. Johan Kelanaputra Hainim. (1998). *Pengantar dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga. (1978). *EUreka : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(2).
- Munawar, Ahmad, (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset. (n.d.).
- Munawar, Ahmad, 2006. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset. (2004).

- Peraturan Tentang Jalan*, 3.
- Oglesby dan Hick. (1982). (1978). Morlok, Edward K diter: Ir. Johan Kelanaputra Hainim. (1978). Pengantar dan Perencanaan Transportasi. Jakarta : Penerbit Erlangga. *EUreka : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(2).
- Prasetyo, Faisol Dwi, 2019. (n.d.). PENDAHULUAN Latar Belakang Simpang jalan adalah suatu titik tempat bertemunya berbagai pergerakan yang dilakukan oleh orang dengan kendaraan maupun tanpa kendaraan (pejalan kaki) yang tidak sama arahnya , di simpang jalan inilah tempat terjadinya konfli. 2019.
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman dan Jalan DI.Panjaitan. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 747–758.
- Saldivar-Carranza, E., Li, H., Mathew, J., Hunter, M., Sturdevant, J., & Bullock, D. M. (2021). Deriving operational traffic signal performance measures from vehicle trajectory data. In *Transportation Research Record* (Vol. 2675, Issue 9). <https://doi.org/10.1177/03611981211006725>
- Sensi, R., Arifianto, A. K., & Pandulu, G. D. (2019). *Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Ki Ageng Gribig Kelurahan Lesanpuro Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*. 3(1), 88–93.
- Slavin, C., Feng, W., Figliozi, M., & Koonce, P. (2013). Statistical study of the impact of adaptive traffic signal control on traffic and transit performance. *Transportation Research Record*, 2356. <https://doi.org/10.3141/2356-14>
- So, J. J., Stevanovic, A., & Koonce, P. (2016). Estimating performance of traffic signals based on link travel times. *Journal of Advanced Transportation*, 50(5). <https://doi.org/10.1002/atr.1375>
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. In *Perencanaan dan pemodelan transportasi*.
- Tracz, M., & Chodur, J. (2012). Performance and Safety Roundabouts with Traffic Signals. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.928>
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 38 TAHUN 2004 TENTANG JALAN. (2004). *Peraturan Tentang Jalan*, 3.
- Yue, R., Yang, G., Lin, D., Wang, A., & Tian, Z. (2021). Traffic Signal Retiming to Improve Corridor Performance. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 147(1). <https://doi.org/10.1061/jtepbs.0000482>
- (Kentjana et al., 2016). (2016). *1.pdf*.
- Alamsyah, A. A. (2008). Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi. *UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang*, 279.
- Day, C., Bullock, D., Li, H., Lavrenz, S., Smith, W. B., & Sturdevant, J. (2015). Integrating Traffic Signal Performance Measures into Agency

- Business Processes. In *JTRP Affiliated Reports*.
- Day, C. M., Bullock, D. M., Li, H., Remias, S. M., Hainen, A. M., Freije, R. S., Stevens, A. L., Sturdevant, J. R., & Jr., T. M. B. (2014). Performance Measures for Traffic Signal Systems: An Outcome-Oriented Approach. In *JTRP Affiliated Reports*.
- Didik Rachmadi, 2018. (2018). *Analisis simpang tak bersinyal pada simpang tiga jl.mayjend sungkono – jl.raya tlogowaru kota malang*.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Jilid I. Edisi III. Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lavrenz, S. M., Day, C. M., Smith, W. B., Sturdevant, J. R., & Bullock, D. M. (2016). Assessing longitudinal arterial performance and traffic signal retiming outcomes. *Transportation Research Record*, 2558. <https://doi.org/10.3141/2558-07>
- Mahajan, D., Banerjee, T., Rangarajan, A., Agarwal, N., Dilmore, J., Posadas, E., & Ranka, S. (2019). Analyzing traffic signal performance measures to automatically classify signalized intersections. *VEHITS 2019 - Proceedings of the 5th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems*. <https://doi.org/10.5220/0007714701380147>
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(I), 564.
- Morlok, Edward K diter: Ir. Johan Kelanaputra Hainim. (1998). Pengantar dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Penerbit Erlangga. (1978). *EUreka : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(2).
- Munawar, Ahmad, (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset. (n.d.).
- Munawar, Ahmad, 2006. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset. (2004). *Peraturan Tentang Jalan*, 3.
- Oglesby dan Hick. (1982). (1978). Morlok, Edward K diter: Ir. Johan Kelanaputra Hainim. (1978). Pengantar dan Perencanaan Transportasi. Jakarta : Penerbit Erlangga. *EUreka : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(2).
- Prasetyo, Faisol Dwi, 2019. (n.d.). PENDAHULUAN Latar Belakang Simpang jalan adalah suatu titik tempat bertemunya berbagai pergerakan yang dilakukan oleh orang dengan kendaraan maupun tanpa kendaraan (pejalan kaki) yang tidak sama arahnya , di simpang jalan inilah tempat terjadinya konfli. 2019.
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman dan Jalan DI.Panjaitan. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 747–758.
- Saldivar-Carranza, E., Li, H., Mathew, J., Hunter, M., Sturdevant, J., & Bullock, D. M. (2021). Deriving operational traffic signal performance measures from vehicle trajectory data. In *Transportation Research Record* (Vol. 2675, Issue 9). <https://doi.org/10.1177/0361198121>

1006725

Sensi, R., Arifianto, A. K., & Pandulu, G. D. (2019). *Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Ki Ageng Gribig Kelurahan Lisanpuro Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*. 3(1), 88–93.

Slavin, C., Feng, W., Figliozi, M., & Koonce, P. (2013). Statistical study of the impact of adaptive traffic signal control on traffic and transit performance. *Transportation Research Record*, 2356.
<https://doi.org/10.3141/2356-14>

So, J. J., Stevanovic, A., & Koonce, P. (2016). Estimating performance of traffic signals based on link travel times. *Journal of Advanced Transportation*, 50(5).
<https://doi.org/10.1002/atr.1375>

Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. In *Perencanaan dan pemodelan transportasi*.

Tracz, M., & Chodur, J. (2012). Performance and Safety Roundabouts with Traffic Signals. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 53.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.928>

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 38 TAHUN 2004 TENTANG JALAN. (2004). *Peraturan Tentang Jalan*, 3.

Yue, R., Yang, G., Lin, D., Wang, A., & Tian, Z. (2021). Traffic Signal Retiming to Improve Corridor Performance. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 147(1).
<https://doi.org/10.1061/jtepbs.0000>

482

Tamin, Z Ofyar, 2000. Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi. Edisi Kedua. Bandung: ITB.

“Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan” 2004



© 2022 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)