Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
4 (1) 2024, Page: 36050-36057

Analisis Peluang Antrian dan Tundaan Lalulintas Simpang di Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun

Yayu Sriwahyuni Hamzah, Renditia Yudisti[1]
[1,2]Universitas Sunan Giri Surabaya

Corresponding Author: Yayu Sriwahyuni Hamzah, e-mail: yayu_sriwhy@gmail.com

Published: Maret , 2024

ABSTRAK

Persimpangan merupakan bagian penting dari jaringan jalan yang berpengaruh terhadap kelancaran pergerakan lalu lintas. Peningkatan volume kendaraan dapat menyebabkan tundaan dan antrian yang berdampak pada menurunnya kinerja simpang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peluang antrian dan tundaan lalu lintas pada simpang di Jalan Raya Saradan, Kabupaten Madiun. Metode yang digunakan adalah survei lalu lintas lapangan dan analisis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data yang dikumpulkan meliputi volume lalu lintas, kondisi geometrik simpang, serta karakteristik operasional lalu lintas. Hasil analisis menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang diperoleh adalah 0,32, yang menunjukkan bahwa kondisi simpang masih berada pada tingkat pelayanan A dengan arus lalu lintas yang stabil dan hambatan yang rendah. Peluang antrian berada pada rentang 5,35%–19,64%, sedangkan tundaan lalu lintas simpang sebesar 3,27 detik/smp. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya antrian dan tundaan masih relatif kecil sehingga kinerja simpang dapat dikategorikan baik. Secara keseluruhan, simpang di Jalan Raya Saradan masih mampu melayani arus lalu lintas secara efektif dan memiliki kapasitas yang cukup untuk mengakomodasi kondisi lalu lintas saat ini.

Kata kunci: simpang, derajat kejenuhan, peluang antrian, tundaan, MKJI 1997.

ABSTRACT

Intersections are critical components of road networks that significantly influence traffic flow performance. Increasing traffic volumes may generate delays and queues, leading to reduced operational efficiency at intersections. This study aims to analyze queue probability and traffic delay at an intersection located on Saradan Highway, Madiun Regency. The research employed field traffic surveys and analysis based on the Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) 1997. The collected data included traffic volume, intersection geometric characteristics, and traffic operational conditions. The results revealed that the degree of saturation (DS) was calculated at 0.32, indicating that the intersection operates under Level of Service A with stable traffic flow and minimal interference. The estimated queue probability ranged from 5.35% to 19.64%, while the average traffic delay was 3.27 seconds per passenger car unit. These findings indicate a low likelihood of queue formation and minimal delay, reflecting satisfactory intersection performance. Overall, the Saradan Highway intersection is still capable of accommodating existing traffic demand effectively and efficiently, with sufficient reserve capacity for current traffic conditions.

Keywords: intersection, degree of saturation, queue probability, traffic delay, MKJI 1997.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Transportasi jalan memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas manusia dan distribusi barang sehingga keberadaan infrastruktur jalan yang memadai menjadi salah satu faktor utama dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah. Seiring meningkatnya jumlah penduduk, aktivitas ekonomi, dan kepemilikan kendaraan bermotor, volume lalu lintas pada jaringan jalan terus mengalami peningkatan. Kondisi tersebut sering kali menimbulkan berbagai

permasalahan transportasi, terutama pada titik-titik konflik lalu lintas seperti persimpangan jalan (Morlok, 2005; Tamin, 2008).

Persimpangan merupakan bagian dari sistem jaringan jalan yang berfungsi sebagai tempat bertemunya dua atau lebih arus lalu lintas. Pada lokasi ini terjadi interaksi kendaraan yang kompleks sehingga berpotensi menimbulkan konflik pergerakan, penurunan kecepatan kendaraan, tundaan, serta antrian yang dapat memengaruhi tingkat pelayanan jalan secara keseluruhan (Khisty & Lall, 2005). Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), kinerja suatu simpang dapat dievaluasi melalui beberapa parameter utama, antara lain kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Tundaan lalu lintas merupakan tambahan waktu perjalanan yang dialami kendaraan akibat adanya hambatan pada arus lalu lintas, sedangkan antrian merupakan akumulasi kendaraan yang menunggu kesempatan untuk bergerak melewati suatu titik tertentu. Kedua parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas operasional suatu simpang karena berkaitan langsung dengan kenyamanan pengguna jalan, efisiensi perjalanan, konsumsi bahan bakar, serta dampak lingkungan berupa peningkatan emisi kendaraan (Akçelik, 1991; Roess et al., 2011). Tingginya nilai tundaan dan peluang antrian menunjukkan bahwa kapasitas simpang tidak lagi mampu mengakomodasi volume lalu lintas yang melintas secara optimal.

Jalan Raya Saradan merupakan salah satu koridor transportasi penting di Kabupaten Madiun yang menghubungkan berbagai pusat kegiatan ekonomi, perdagangan, pendidikan, dan permukiman. Sebagai jalur penghubung antarwilayah, ruas jalan ini dilalui oleh berbagai jenis kendaraan dengan intensitas yang relatif tinggi, terutama pada jam-jam puncak. Peningkatan aktivitas lalu lintas pada kawasan tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan di area simpang yang pada akhirnya menimbulkan antrian dan tundaan lalu lintas. Kondisi ini apabila tidak ditangani dapat menurunkan kinerja simpang serta mengurangi tingkat pelayanan jalan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan volume lalu lintas pada persimpangan berpengaruh signifikan terhadap bertambahnya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan kendaraan. Hasil penelitian Rahayu et al. (2009) menunjukkan bahwa kinerja simpang sangat dipengaruhi oleh arus jenuh dan volume kendaraan yang melintas. Penelitian Saudi (2020) menemukan bahwa tingginya aktivitas lalu lintas di kawasan perkotaan menyebabkan peningkatan antrian dan tundaan yang berdampak pada menurunnya tingkat pelayanan simpang. Temuan serupa juga disampaikan oleh Banter et al. (2019) yang menyatakan bahwa pengelolaan simpang yang kurang optimal dapat memicu kemacetan dan penurunan efisiensi pergerakan kendaraan. Selain itu, Wicaksono (2022) menunjukkan bahwa pertumbuhan lalu lintas yang tidak diimbangi peningkatan kapasitas simpang menyebabkan nilai tundaan dan panjang antrian meningkat secara signifikan.

Analisis peluang antrian dan tundaan lalu lintas menjadi penting dilakukan untuk mengetahui kondisi operasional simpang secara aktual serta mengidentifikasi tingkat pelayanan yang diberikan kepada pengguna jalan. Melalui analisis tersebut dapat diketahui apakah kinerja simpang masih berada dalam kondisi yang dapat diterima atau telah memerlukan upaya penanganan dan perbaikan. Hasil analisis juga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi manajemen lalu lintas guna meningkatkan kelancaran arus kendaraan dan mengurangi potensi kemacetan di masa mendatang.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis peluang antrian dan tundaan lalu lintas pada simpang di Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja simpang saat ini serta menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait dalam merencanakan kebijakan pengelolaan lalu lintas yang lebih efektif dan berkelanjutan.



Gambar 1.
Lokasi Penelitian Persimpangan Sebidang Ruas Jalan Raya Saradan

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan survei lapangan. Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja simpang pada Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun berdasarkan parameter peluang antrian dan tundaan lalu lintas menggunakan metode analisis yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Pendekatan kuantitatif dipilih karena data yang digunakan berupa data numerik hasil pengamatan lalu lintas yang selanjutnya dianalisis untuk memperoleh indikator kinerja simpang.

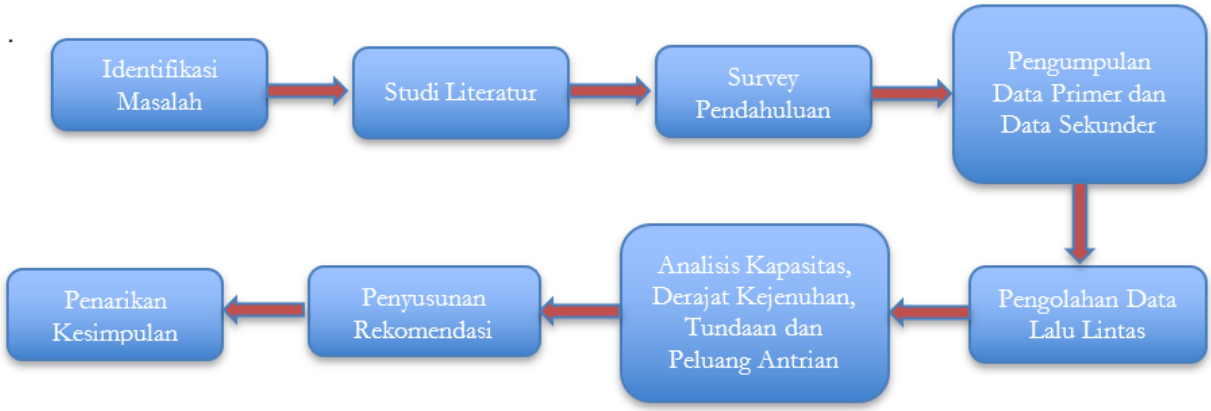
Penelitian dilaksanakan pada simpang yang berada di Jalan Raya Saradan, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu titik pertemuan arus lalu lintas yang memiliki aktivitas kendaraan cukup tinggi sehingga berpotensi mengalami antrian dan tundaan, terutama pada jam-jam puncak.

Pengumpulan data dilakukan pada hari kerja dan/atau hari libur yang dianggap mewakili kondisi lalu lintas normal. Survei lalu lintas dilaksanakan pada jam-jam puncak (*peak hour*), yaitu: Pagi : 06.00–08.00 WIB, Siang : 11.00–13.00 WIB dan Sore : 16.00–18.00 WIB. Pemilihan waktu tersebut bertujuan untuk memperoleh volume lalu lintas tertinggi yang memengaruhi kinerja simpang.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan yang meliputi volume lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan, geometri simpang (jumlah lengan, lebar pendekat, lebar masuk dan keluar), kondisi lingkungan sekitar simpang, hambatan samping, panjang antrian kendaraan yang terjadi selama periode pengamatan, dan waktu tundaan kendaraan pada masing-masing pendekat. Untuk data sekunder yang digunakan berupa peta lokasi penelitian, data jumlah penduduk Kabupaten Madiun, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan literatur dan penelitian terdahulu yang relevan.

Untuk teknik pengumpulan data melalui survei geometrik simpang untuk memperoleh data fisik simpang, kondisi lingkungan sekitar, survei volume lalu lintas dilakukan dengan metode pencacahan kendaraan (*traffic counting*) pada setiap lengan simpang. Pencatatan dilakukan setiap interval 15 menit untuk memperoleh fluktuasi arus lalu lintas selama periode pengamatan. Survei panjang antrian diamati secara langsung pada masing-masing pendekat simpang selama periode survei. Data dicatat dalam satuan meter dan jumlah kendaraan. Sedangkan survei/ pengukuran tundaan dilakukan dengan mengamati waktu yang dibutuhkan kendaraan sejak memasuki area pengaruh simpang hingga melewati titik konflik. Pengamatan dilakukan menggunakan stopwatch dan lembar survei.

Analisis data dilakukan berdasarkan prosedur yang terdapat dalam MKJI (1997).Tundaan rata-rata simpang dihitung menggunakan persamaan yang direkomendasikan dalam MKJI 1997 berdasarkan nilai derajat kejenuhan yang diperoleh. Perhitungan peluang antrian dihitung berdasarkan hubungan empiris antara derajat kejenuhan dan probabilitas terjadinya antrian sebagaimana ditetapkan dalam MKJI 1997. Hasil perhitungan dinyatakan dalam bentuk rentang persentase peluang antrian minimum dan maksimum.



Gambar 2.
Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peluang Antrian

Antrian kendaraan sering kali dijumpai dalam suatu simpang pada jalan dengan kondisi tertentu misalnya pada jam jam sibuk, hari libur atau pada akhir pekan. Peluang antrian adalah peluang terjadinya antrian yang mengantri sepanjang pendekat. Peluang antrian (PA) dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:
Peluang antrian batas bawah :

$$QP\% = 9{,}02 \times DS + 20{,}66 \times DS^2 + 10{,}49 \times DS^3$$

Peluang antrian batas atas :

$$QP\% = 47{,}71 \times DS - 24{,}68 \times DS^2 + 56{,}47 \times DS^3$$

Derajat kejenuhan (DS) didefenisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja suatu ruas jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah suatu ruas jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Adapun DS jalan raya Saradan sebagai berikut :

$$DS = Q/C$$
$$DS = 1.349 / 4.196 = 0{,}32$$

Mengacu pada MKJI 1997 maka derajat kejenuhan pada ruas jalan raya Saradan yang bernilai 0,32 termasuk dalam kategori A, kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi.

Selanjutnya untuk peluang antrian sebagai berikut:

$$QP\% = 9{,}02 \times DS + 20{,}66 \times DS^2 + 10{,}49 \times DS^3$$
$$QP\% = 9{,}02 \times 0{,}32 + 20{,}66 \times (0{,}32)^2 + 10{,}49 \times (0{,}32)^3$$
$$QP\% = 2{,}89 + 2{,}12 + 0{,}34$$
$$QP\% = 5{,}35\% \text{ (batas bawah)}$$

$$QP\% = 47{,}71 \times DS - 24{,}68 \times DS^2 + 56{,}47 \times DS^3$$
$$QP\% = 47{,}71 \times 0{,}32 - 24{,}68 \times (0{,}32)^2 + 56{,}47 \times (0{,}32)^3$$
$$QP\% = 15{,}27 + 2{,}52 + 1{,}85$$
$$QP\% = 19{,}64\% \text{ (batas atas)}$$

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,32. Nilai tersebut

menunjukkan bahwa volume lalu lintas yang melintasi simpang masih jauh di bawah kapasitas yang tersedia. Menurut MKJI (1997), simpang dengan nilai DS kurang dari 0,75 masih berada dalam kondisi operasi yang baik dan belum mengalami permasalahan kapasitas yang signifikan. Nilai DS sebesar 0,32 mengindikasikan bahwa hanya sekitar 32% dari kapasitas simpang yang digunakan oleh arus lalu lintas yang melintas.

Berdasarkan klasifikasi tingkat pelayanan (*Level of Service*/LOS), nilai DS sebesar 0,32 termasuk dalam Tingkat Pelayanan A, yaitu kondisi arus bebas (*free flow condition*) dengan hambatan yang sangat rendah. Pada kondisi ini pengemudi memiliki keleluasaan dalam memilih kecepatan dan manuver kendaraan tanpa dipengaruhi secara berarti oleh kendaraan lain. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kinerja simpang masih sangat baik dan mampu melayani volume lalu lintas eksisting secara optimal (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997; Tamin, 2008).

Hasil perhitungan peluang antrian menunjukkan bahwa:

Batas bawah peluang antrian (QPmin) = 5,35%
Batas atas peluang antrian (QPmax) = 19,64%

Rentang nilai tersebut menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya antrian pada simpang berkisar antara 5,35% hingga 19,64%. Menurut MKJI (1997), peluang antrian merupakan indikator yang menggambarkan kemungkinan kendaraan mengalami perlambatan atau berhenti akibat interaksi lalu lintas pada simpang. Semakin kecil nilai peluang antrian maka semakin kecil kemungkinan terjadinya penumpukan kendaraan.

Nilai peluang antrian maksimum sebesar 19,64% menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya antrian masih relatif rendah. Artinya, sebagian besar kendaraan yang melintasi simpang masih dapat bergerak dengan lancar tanpa mengalami hambatan yang berarti. Kondisi ini sejalan dengan nilai DS yang rendah, karena semakin kecil tingkat kejenuhan maka semakin besar kapasitas tersisa yang dapat digunakan untuk mengakomodasi fluktuasi volume lalu lintas (Akçelik, 1991).

Hubungan antara derajat kejenuhan dan peluang antrian bersifat positif, di mana peningkatan nilai DS akan menyebabkan peningkatan panjang antrian dan tundaan kendaraan. Pada nilai DS di bawah 0,50, antrian umumnya masih bersifat sementara dan dapat terurai dengan cepat setelah kendaraan memperoleh celah untuk bergerak. Sebaliknya, apabila DS mendekati atau melebihi 0,75 maka peluang terbentuknya antrian akan meningkat secara eksponensial sehingga berpotensi menurunkan tingkat pelayanan simpang (Roess et al., 2011).

Dari perspektif rekayasa lalu lintas, kondisi simpang pada Jalan Raya Saradan dapat dikategorikan masih memiliki cadangan kapasitas (*reserve capacity*) yang cukup besar. Selisih antara kapasitas dan volume lalu lintas yang ada memungkinkan simpang tetap beroperasi secara stabil meskipun terjadi peningkatan arus kendaraan pada periode tertentu, misalnya saat jam puncak, musim liburan, atau kegiatan sosial masyarakat. Menurut Khisty dan Lall (2005), simpang dengan nilai DS di bawah 0,60 umumnya masih mampu mengakomodasi peningkatan volume lalu lintas tanpa memerlukan tindakan manajemen lalu lintas yang signifikan.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tetap menunjukkan adanya peluang antrian hingga 19,64%. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pada waktu-waktu tertentu masih terdapat potensi terjadinya penumpukan kendaraan akibat variasi kedatangan kendaraan yang tidak seragam, keberadaan kendaraan berat, aktivitas keluar-masuk kendaraan dari akses samping jalan, maupun pengaruh hambatan samping lainnya. Oleh karena itu, pemantauan berkala tetap diperlukan untuk memastikan bahwa pertumbuhan lalu lintas di masa mendatang tidak menyebabkan peningkatan derajat kejenuhan secara signifikan (Putranto, 2016).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan Rahayu et al. (2009) yang menyatakan bahwa simpang dengan nilai derajat kejenuhan rendah cenderung memiliki panjang antrian dan tundaan yang kecil. Penelitian oleh Saudi (2020) menunjukkan bahwa peningkatan volume lalu lintas merupakan faktor dominan yang menyebabkan meningkatnya peluang antrian pada simpang perkotaan. Dengan

demikian, rendahnya peluang antrian pada Jalan Raya Saradan dapat dijelaskan oleh masih rendahnya tingkat pemanfaatan kapasitas simpang dibandingkan dengan volume kendaraan yang melintas.

Secara keseluruhan, nilai DS sebesar 0,32 serta peluang antrian 5,35%–19,64% menunjukkan bahwa simpang di Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun masih beroperasi dengan baik dan belum mengalami permasalahan kemacetan yang berarti. Kondisi ini mencerminkan tingkat pelayanan yang sangat baik, arus lalu lintas yang stabil, serta kemampuan simpang dalam melayani pergerakan kendaraan secara efektif dan efisien. Namun demikian, evaluasi secara berkala tetap diperlukan sebagai langkah antisipatif terhadap pertumbuhan lalu lintas yang dapat memengaruhi kinerja simpang pada masa yang akan datang.

Tundaan Lalu Lintas Simpang

Survei tundaan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kereta yang melewati perlintasan terhadap arus kendaraan yang melewati perlitasan kereta api tersebut. Sehingga berdasarkan gambaran tundaan ini, dapat diketahui seberapa besar tingkat penanganan yang dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan di perlintasan kereta api ini. Adapun perhitungan tundaan kendaraan di persimpangan sebagai berikut:

Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTi):

$$DTi = 2 + 8{,}2078 \times DS - (1 - DS) \times 2, \text{ untuk } DS <= 0{,}6$$
$$DTi = 1{,}0504 / ((0.2742 - 0{,}2742 \times DS)) - ((1 - DS) \times 2)), \text{ untuk } DS > 0{,}6$$
$$\text{Diketahui } DS = 0{,}32$$

Maka :

$$DTi = 2 + 8{,}2078 \times DS - (1 - DS) \times 2$$
$$DTi = 2 + 8{,}2078 \times 0{,}32 - (1 - 0{,}32) \times 2$$
$$DTi = 3.2665 \text{ (dt/smp)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,32 dan nilai tundaan lalu lintas simpang (DTi) sebesar 3,27 detik/smp. Nilai tundaan tersebut diperoleh melalui persamaan tundaan lalu lintas untuk simpang tak bersinyal dengan kondisi DS ≤ 0,60, yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada simpang masih berada pada kondisi operasi yang stabil dan belum mengalami gangguan kapasitas yang berarti.

Tundaan lalu lintas merupakan salah satu parameter utama dalam evaluasi kinerja simpang karena menggambarkan tambahan waktu perjalanan yang dialami kendaraan akibat interaksi lalu lintas pada area persimpangan. Semakin kecil nilai tundaan, maka semakin baik tingkat pelayanan yang diberikan oleh simpang kepada pengguna jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Nilai tundaan sebesar 3,27 detik/smp menunjukkan bahwa kendaraan hanya mengalami tambahan waktu perjalanan yang relatif kecil sebelum dapat melewati simpang.

Hubungan antara derajat kejenuhan dan tundaan lalu lintas bersifat nonlinier. Pada kondisi DS rendah, peningkatan volume lalu lintas belum memberikan pengaruh signifikan terhadap tundaan kendaraan karena kapasitas simpang masih mampu mengakomodasi arus yang datang. Namun, ketika DS mendekati nilai kritis, peningkatan volume kendaraan akan menyebabkan tundaan meningkat secara cepat akibat berkurangnya peluang kendaraan untuk memperoleh celah pergerakan (Akçelik, 1991). Dengan nilai DS sebesar 0,32, simpang Jalan Raya Saradan masih memiliki kapasitas cadangan yang cukup besar sehingga kendaraan dapat bergerak dengan lancar dan tidak mengalami waktu tunggu yang panjang.

Menurut MKJI (1997), nilai DS di bawah 0,75 menunjukkan bahwa kondisi operasional simpang masih tergolong baik. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa tingkat penggunaan kapasitas simpang hanya mencapai sekitar 32%, sehingga masih terdapat sekitar 68% kapasitas yang

belum terpakai. Kondisi tersebut menjelaskan mengapa tundaan yang terjadi relatif kecil. Kapasitas yang masih longgar memungkinkan kendaraan dari setiap pendekat memperoleh kesempatan bergerak tanpa harus menunggu terlalu lama akibat konflik dengan kendaraan lain.

Dari sudut pandang tingkat pelayanan (Level of Service/LOS), tundaan sebesar 3,27 detik/smp termasuk dalam kategori LOS A, yaitu kondisi operasi terbaik dengan arus lalu lintas bebas dan hambatan yang sangat rendah. Menurut Highway Capacity Manual (*Transportation Research Board*, 2016), simpang dengan tundaan rata-rata kurang dari 10 detik per kendaraan dapat dikategorikan memiliki tingkat pelayanan A. Pada kondisi ini pengemudi masih dapat memilih kecepatan dan manuver kendaraan dengan nyaman serta tidak mengalami gangguan yang berarti dari kendaraan lain.

Nilai tundaan yang rendah juga menunjukkan bahwa interaksi antar kendaraan pada area simpang masih berada pada tingkat yang rendah. Menurut Roess et al. (2011), tundaan pada persimpangan dipengaruhi oleh volume lalu lintas, komposisi kendaraan, geometri simpang, hambatan samping, dan distribusi arus pada masing-masing pendekat. Rendahnya tundaan yang diperoleh dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut belum memberikan tekanan yang signifikan terhadap kinerja simpang.

Selain dipengaruhi oleh kapasitas simpang, tundaan juga berkaitan erat dengan peluang antrian. Pada analisis sebelumnya diperoleh peluang antrian sebesar 5,35%–19,64%. Nilai tersebut tergolong rendah sehingga tidak menimbulkan penumpukan kendaraan yang dapat memperpanjang waktu tunggu. Papacostas dan Prevedouros (2001) menjelaskan bahwa tundaan dan antrian merupakan indikator yang saling berkaitan; semakin rendah peluang terbentuknya antrian maka semakin kecil pula tundaan yang dialami kendaraan. Oleh karena itu, hasil tundaan sebesar 3,27 detik/smp konsisten dengan hasil analisis peluang antrian yang menunjukkan kondisi lalu lintas masih lancar.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada simpang dengan tingkat kejenuhan yang lebih tinggi, nilai tundaan pada Jalan Raya Saradan tergolong sangat rendah. Rahayu et al. (2009) menemukan bahwa peningkatan derajat kejenuhan hingga mendekati kapasitas dapat meningkatkan tundaan beberapa kali lipat dibandingkan kondisi arus normal. Hal ini menunjukkan bahwa nilai DS sebesar 0,32 masih berada pada rentang yang aman dan belum memerlukan penanganan kapasitas secara khusus.

Dari perspektif manajemen lalu lintas, hasil ini menunjukkan bahwa kondisi operasional simpang masih sangat baik dan belum memerlukan rekayasa lalu lintas yang bersifat struktural, seperti pelebaran pendekat atau pemasangan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Namun demikian, pertumbuhan kendaraan yang terus meningkat dapat menyebabkan perubahan nilai DS di masa mendatang. Oleh karena itu, pemantauan berkala perlu dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat pelayanan simpang tetap berada pada kondisi yang optimal (Tamin, 2008).

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai tundaan lalu lintas sebesar 3,27 detik/smp mencerminkan kondisi operasi simpang yang sangat baik. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kendaraan dapat melewati simpang dengan hambatan yang minimal, peluang terjadinya kemacetan masih rendah, dan kapasitas simpang masih mampu mengakomodasi kebutuhan lalu lintas eksisting secara efektif. Dengan demikian, kinerja simpang di Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun dapat dikategorikan masih memenuhi standar pelayanan yang baik dan belum menunjukkan indikasi terjadinya permasalahan lalu lintas yang serius.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang di Jalan Raya Saradan Kabupaten Madiun menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,32, yang menunjukkan bahwa volume lalu lintas masih jauh di bawah kapasitas simpang yang tersedia. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa simpang beroperasi pada kondisi arus lalu lintas yang stabil dengan tingkat pelayanan A (LOS A), sehingga kendaraan dapat bergerak dengan hambatan yang relatif rendah.

Hasil perhitungan peluang antrian menunjukkan rentang antara 5,35% hingga 19,64%, yang mengindikasikan bahwa kemungkinan terjadinya penumpukan kendaraan masih tergolong rendah.

Selain itu, nilai tundaan lalu lintas simpang (DTi) sebesar 3,27 detik/smp menunjukkan bahwa kendaraan hanya mengalami tambahan waktu perjalanan yang sangat kecil saat melewati simpang. Kondisi ini mencerminkan bahwa kapasitas simpang masih mampu mengakomodasi arus lalu lintas eksisting secara efektif dan efisien.

Acknowledgement

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sunan Giri Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

Akçelik, R. (1991). Travel time functions for transport planning purposes: Davidson's function, its time-dependent form and an alternative travel time function. Australian Road Research.

Banter, B., Zaini, A. K., & Boer, A. (2019). Analisis simpang bersinyal pada bundaran Kantor Gubernur Pekanbaru. Jurnal Saintis, 19(1), 1–12.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Departemen Pekerjaan Umum.

Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). Transportation Engineering: An Introduction (3rd ed.). Pearson Education.

Morlok, E. K. (2005). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga.

Oglesby, C. H., & Hicks, R. G. (1999). Teknik Jalan Raya (4th ed.). Erlangga.

Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (2001). Transportation Engineering and Planning (3rd ed.). Prentice Hall.

Putranto, L. S. (2016). Rekayasa Lalu Lintas. Indeks.

Rahayu, G., Rosyidi, S. A. P., & Munawar, A. (2009). Analisis arus jenuh dan panjang antrian pada simpang bersinyal. Semesta Teknika, 12(1), 99–108.

Roess, R. P., Prassas, E. S., & McShane, W. R. (2011). Traffic Engineering (4th ed.). Pearson.

Saudi, A. I. (2020). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal kawasan pertokoan Majene. Bandar: Journal of Civil Engineering, 2(2), 1–8.

Tamin, O. Z. (2008). Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi. ITB.

Transportation Research Board. (2016). Highway Capacity Manual (6th ed.). Washington, DC: National Academy of Sciences.

Wicaksono, M. C. (2022). Analisis Simpang Bersinyal dengan Metode MKJI 1997 Simpang Condongcatur Kabupaten Sleman (Skripsi). Universitas Gadjah Mada.

Warpani, S. (2002). Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. ITB.

Wells, G. R. (2012). Traffic Engineering Handbook. Institute of Transportation Engineers.