

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.id<https://sinta3.kemdikbud.go.id/journals/profile/472>Halaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

Shella Akbari Adha ¹, R. Endro Wibisono ², Mutia Aulia Sabrina ³, Oktavia Ellynda Putri ⁴

¹ Program Studi D4 Transportasi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Program Studi D4 Transportasi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

³ Program Studi D4 Transportasi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

⁴ Program Studi D4 Transportasi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ¹shella.22049@mhs.unesa.ac.id, ²endrowibisono@unesa.ac.id, ³mutia.22042@mhs.unesa.ac.id, ⁴oktaviaellynda.22050@mhs.unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 27 Desember 2023

Revisi 27 Desember 2023

Diterima 28 Desember 2023

Online 28 Desember 2023

Kata kunci:

Jalan

Kinerja lalu lintas

Derajat kejenuhan

Tundaan

Tingkat pelayanan

ABSTRAK

Jalan Pulo Wonokromo merupakan segmen padat penduduk dengan tingkat mobilisasi yang cukup tinggi dikarenakan berada pada kawasan perekonomian dan pendidikan di sekitarnya. Hal ini memberi pengaruh pada kinerja lalu-lintas di sekitar simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X yang didominasi oleh kendaraan ringan serta sepeda motor. Sehingga perlu adanya analisis dengan menggunakan PKJI 2023. Berdasarkan hasil kinerja lalu lintas simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X pada tahun 2023 didapatkan angka derajat kejenuhan (D_j) = 0,694 dengan Tundaan (TR) = 13,606 det/smp dan tingkat pelayanan (TP) C (Cukup) di mana arus lalu lintas arus stabil, pergerakan dibatasi, volume lalu-lintas cukup tinggi. Sedangkan pada 5 tahun ke depan yakni 2028 derajat kejenuhan (D_j) simpang pulo mencapai angka 0,71 dengan Tundaan (TR) = 22,056 det/smp dan tingkat pelayanan (TP) D (Kurang) dimana arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan terganggu arus jalan.

Evaluation for Performance of Unsignalized Intersection in Pulo Wonokromo Street, Surabaya City with Indonesian Road Capacity Guidelines 2023

ARTICLE INFO

Keywords:

Road

Traffic Performance

Degree of Saturation

Delay

Level of Service

ABSTRACT

Pulo Wonokromo Street is a densely populated segment with a fairly high level of mobilization because it is located in the surrounding economic and educational area. So there is a need for analysis using PKJI 2023. Based on the results of the traffic performance of the Pulo Wonokromo Street - Karang Rejo Street on 2023 get the degree of saturation

Adha, S. A., Wibisono, R. E., Sabrina, M. A. & Putri, O. E. (2023). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v1 (n3), Halaman 383 - 391

(D_j) = 0,694 with Delay (TR) = 13,606 and level of service (TP) C (Enough) where the traffic stable flow, restricted movement, high traffic volume. Meanwhile, in the next 5 years, namely 2028, the degree of saturation (DJ) at Simpang Pulo will reach 0.71 with Delay (TR) = 22.056 and level of service (TP) D (Less) where traffic flow approaches unstable, speed is disturbed by road flow.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Kota Surabaya merupakan kota di Provinsi Jawa Timur dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Pada tahun 2020, tercatat jumlah penduduk Kota Surabaya adalah sebanyak 2,9 juta jiwa dengan laju oertumbuhan sebesar 0,45% (BPS Kota Surabaya). Sebagai pusat kegiatan ekonomi, bisnis, dan pendidikan, tingkat mobilisasi di Kota Surabaya juga dinilai cukup tinggi sehingga menyebabkan adanya peningkatan arus lalu lintas yang akan memengaruhi kinerja lalu lintas.

Transportasi perpindahan orang atau barang dengan menggunakan alat atau kendaraan dari dan ke tempat-tempat yang terpisah secara geografis (Steenbrink, 1974). Lalu lintas di Kota Surabaya memiliki volume yang tinggi sehingga memungkinkan terjadi konflik-konflik lalu lintas yang dapat terjadi di persimpangan bahkan hingga membahayakan bagi pengguna jalan.

Dalam Undang-undang No. 22 Tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas, sedangkan ruang lalu lintas adalah prasarana yang diperuntukkan bagi pergerakan kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung lainnya.

Jalan Pulo Wonokromo Surabaya merupakan salah satu akses yang menghubungkan antara Jalan Raya Wonokromo dengan Jalan Ketintang yang didominasi oleh kendaraan ringan dan sepeda motor. Lokasi tersebut merupakan lokasi yang terbilang cukup padat penduduk yang didukung oleh adanya aktivitas perekonomian dan pendidikan di sekitarnya. Adanya kondisi ini tentunya akan memengaruhi kinerja lalu lintas di sekitar simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X.

Dampak lalu lintas dari adanya kondisi kepadatan penduduk serta kegiatan di sekitar simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X perlu diteliti karena wilayah tersebut termasuk dalam kawasan pendidikan dan perekonomian.

Berdasarkan kondisi yang ada, maka penulis akan melakukan evaluasi kinerja lalu lintas di simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X dengan melakukan survei penelitian yang dilanjut dengan pengolahan data berdasarkan PKJI 2023.

2. Tinjauan Pustaka

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing- masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Olehnya itu persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah - daerah perkotaan.

A. Tipe-Tipe Simpang

Karakteristik utama dari transportasi jalan adalah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutanya 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). Yakni 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.

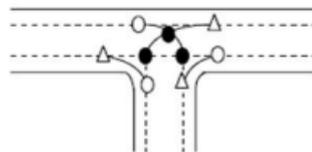
- a. Simpang bersinyal yaitu simpang yang diatur oleh lampu lalu lintas dan semua perlengkapan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu-rambu jalan dan marka jalan untuk memperhatikan pengemudi kendaraan bermotor, sepeda, dan pejalan kaki. (Oglesby dan Hick, 1982)
- b. Menurut Munawar (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)

B. Daerah Konflik pada Simpang

Simpang dengan 3 (tiga) lengan mempunyai titik-titik konflik sebagai berikut:



Gambar 1. Aliran kendaraan di simpang tiga lengan/pendekat.

Sumber: Selter, 1974

Keterangan:

- Titik konflik persilangan (3 titik)
- △ Titik konflik penggabungan (3 titik)
- Titik konflik penyebaran (3 titik)

C. 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, C , dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Persamaan ini adalah persamaan untuk menghitung kapasitas simpang.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi}$$

Keterangan :

- C adalah kapasitas Simpang, dalam SMP/jam.
 C_0 adalah kapasitas dasar Simpang, dalam SMP/jam.
 F_{LP} adalah faktor koreksi lebar rata-rata pendekat.
 F_M adalah faktor koreksi tipe median.
 F_{UK} adalah faktor koreksi ukuran kota.
 F_{HS} adalah faktor koreksi hambatan samping.
 F_{BKl} adalah faktor koreksi rasio arus belok kiri.
 F_{BKk} adalah faktor koreksi rasio arus belok kanan.
 F_{Rmi} adalah faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

2) Derajat Kejenuhan

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Keterangan:

- D_j adalah derajat kejenuhan.
 C adalah kapasitas simpang, dalam SMP/jam.
 q adalah semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang dengan satuan SMP/jam.

3) Tundaan

Tundaan (T) terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometri (T_G). T_{LL} adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Bedakan T_{LL} dari seluruh simpang, dari jalan mayor saja atau jalan minor saja. T_G adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti.

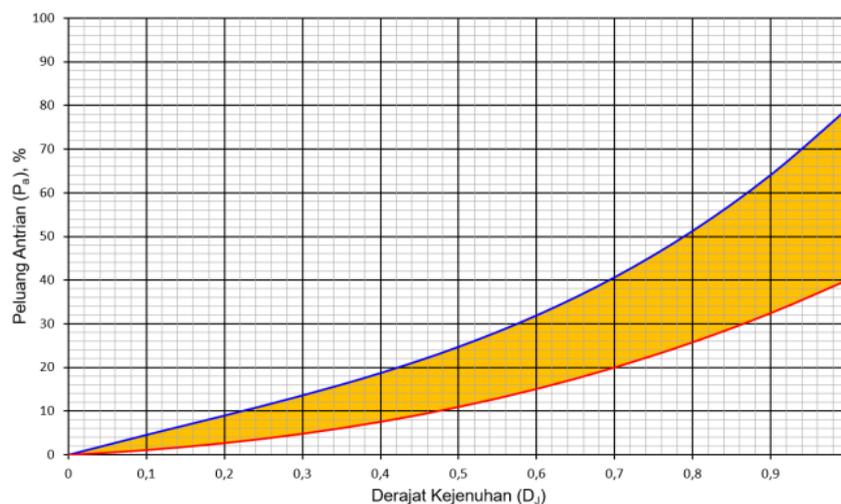
$$T = T_{LL} + T_G$$

4) Peluang Antrian

P_a dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan menggunakan sebuah persamaan. P_a tergantung dari D_j dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas simpang.

$$\text{Batas atas peluang} : P_a = 47,71D_j - 24,68D_j^2 + 56,47D_j^3$$

$$\text{Batas bawah peluang} : P_a = 9,02D_j + 20,66D_j^2 + 10,49D_j^3$$



Gambar 2 Peluang antrian (P_a , %) pada simpang sebagai fungsi dari D_j

Sumber: PKJI, 2023.

D. Tingkat Pelayanan Jalan

(LOS) adalah kondisi operasional lalu lintas dan persepsi poengendara dalam terminology kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan. Antara kecepatan dan volume merupakan aspek dalam menentukan Tingkat pelayanan. Hal ini dapat dihitung dengan persamaan ini:

$$LOS = \frac{V}{C}$$

Keterangan:

LOS = Level Of Service

V = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Aktual (smp/jam)

E. Ruas Jalan

Beberapa ruas jalan yang perlu diketahui antara lain panjang, jumlah lajur, 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 artibut 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).

3. Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dengan mengetahui tujuan penelitian dan pemahaman literatur yang akan digunakan sebagai panduan dan referensi dalam penelitian dan referensi dalam penelitian serta penentuan data apa saja yang dibutuhkan.

Survey dilakukan tahun 2023 untuk mendapat data primer berupa jumlah kendaraan yang keluar masuk simpang Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X pada jam puncak pagi jam 07:00-08:00 Tanggal 6 November 2023. Berdasarkan hasil perhitungan tahun 2023 ada prediksi Derajat Kejenuhan (D_j), Tundaan (T), dan Tingkat Pelayanan (TP) untuk simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X tahun 2028. Prediksi D_j , T, dan TP dihitung menggunakan angka pertumbuhan jumlah kendaraan tahun 2018-2020 di Kota Surabaya.

D_j adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, T adalah tundaan yang disebabkan oleh adanya interaksi antar kendaraan yang melintas, dan TP adalah ukuran kualitatif yang menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas yang dinilai dari panjang antrian, rasio kendaraan terhenti, dan tundaan (PKJI, 2023).

- Rumus Derajat Kejenuhan (D_j) (1)

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Keterangan: D_j = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas simpang, dalam SMP/jam

q = Semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang, dalam SMP/jam

- Rumus Tundaan (T) (2)

$$T = T_{LL} + T_G$$

Keterangan: T = Tundaan

T_{LL} = Tundaan lalu lintas

T_G = Tundaan geometri

- Rumus Tundaan Lalu Lintas (T_{LL}) (3)
 Untuk $D_j \leq 0,60$: $T_{LL} = 2 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^2$
 Untuk $D_j \geq 0,60$: $T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_j)} - (1 - D_j)^2$
- Rumus Tundaan Geometri (T_G) (4)
 Untuk $D_j < 1$: $T_G = (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3 (1 - R_B)\} + 4 D_j$ (detik/SMP)
 Untuk $D_j > 1$: $T_G = 4$ detik/SMP
 Keterangan: R_B adalah rasio arus belok terhadap arus kendaraan total simpang.

- Tabel TP

Tabel 1 Kriteria tingkat pelayanan jalan

DK	TP	Ciri Lalu Lintas
0-0,19	A	Arus bebas, volume rendah, kecepatan tinggi, kepadatan rendah.
0,20-0,44	B	Arus stabil dan mulai ada pembatasan kecepatan
0,45-0,69	C	Arus stabil, pergerakan dibatasi, tingginya volume lalu-lintas.
0,7-0,84	D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan mulai terganggu kondisi jalan
0,85-1	E	Terjadi kemacetan lalu-lintas.
>1	F	Sering terjadi kemacetan dan antrian Panjang

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, Halaman 7-70

Nilai emp (Ekivalen Mobil Penumpang) yang dipakai adalah menurut PKJI 2023. Berdasarkan jenis kendaraan, nilai emp disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

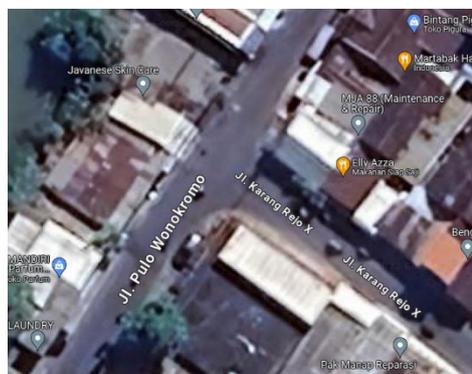
Tabel 2. Nilai emp (Ekivalen Mobil Penumpang) berdasarkan jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	EMP	
	$q_{TOTAL} \geq 1000$ kend/jam	$q_{TOTAL} < 1000$ kend/jam
Mobil Penumpang	1,0	1,0
Kendaraan Sedang	1,8	1,3
Sepeda Motor	0,2	0,5

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, Halaman 138

4. Hasil dan Pembahasan

Di ruas Jalan Pulo Wonokromo, Surabaya merupakan salah satu akses yang menghubungkan antara Jalan Raya Wonokromo dengan Jalan Ketintang. Terdapat beberapa simpang yang ada di sepanjang jalan tersebut, salah satunya adalah simpang Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X. Titik simpang dapat dilihat pada peta lokasi pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini.



Gambar 3 Peta lokasi pengamatan



Gambar 4 Tampilan Streetview lokasi pengamatan

Dianggap perlu dilakukan pengamatan serta evaluasi pada simpang tersebut karena simpang tersebut terletak di kawasan padat penduduk serta dekat dengan area kegiatan perekonomian dan pendidikan. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan pada 16 November 2023, didapatkan data lalu lintas normal pada pukul 07.00 – 08.00 yang disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Volume lalu lintas di Simpang Jalan Pulo Wonokromo – Karang Rejo X tahun 2023

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (SMP/jam)
Mobil Penumpang	149
Kendaraan Sedang	2,6
Sepeda Motor	1596

Kinerja simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X dilihat berdasarkan parameter derajat kejenuhan dan dundaan. Volume lalu lintas pada tahun 2028 diprediksi berdasarkan volume lalu lintas tahun 2023 dikalikan dengan faktor pertumbuhan lalu lintas Kota Surabaya. Sebagai peramalan digunakan data pertumbuhan kendaraan yang tertulis pada Buku Kota Surabaya Dalam Angka Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya seperti tertulis pada Tabel 4.

Tabel 4 Pertumbuhan kendaraan Kota Surabaya

Jenis Kend.	Tahun			Pertumbuhan
	2018 Kendaraan	2019 Kendaraan	2020 Kendaraan	
Mobil Penumpang	469276	495596	503066	2,26 %
Kendaraan Sedang	3620	3888	3965	3,44 %
Sepeda Motor	2342887	2517449	2599332	3,35 %

Volume lalu-lintas pada tahun 2018, 2019, dan 2020 adalah lalu lintas normal. Hasil perhitungan kinerja simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Karang Rejo X yang dihitung berdasarkan D_j pada tahun 2023 menuju 2028 mengalami peningkatan karena adanya pertumbuhan arus lalu lintas kendaraan yang disampaikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo - Karang Rejo X tahun 2023 dan 2028

Tahun Simpang	2023		2028	
	DJ	TR detik/smp	DJ	TR detik/smp
Jl. Pulo Wonokromo	0,649	13,606	0,710	22,056
		TP C Cukup		TP D Kurang

Kinerja simpang Jl. Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X tahun 2028 menghasilkan D_j 0,710 dan TR sebesar 22 det/smp.

5. Kesimpulan

Hasil perhitungan kinerja lalu lintas simpang Jl. Pulo Wonokromo menunjukkan derajat tingkat jenuh (D_j), dan tingkat pelayanan (TP) sebagai berikut:

- a. Tahun 2023 ke tahun 2028 nilai D_j meningkat diakibatkan oleh pertumbuhan arus lalu lintas kendaraan
- b. Kinerja lalu-lintas untuk simpang Jalan Pulo Wonokromo pada tahun 2023 adalah $D_j = 0,649$ dan $TP = C$ (Cukup) dimana Arus lalu lintas masih dalam kriteria stabil, dan perbatasan dibatasi disebabkan oleh tingginya volume lalu lintas.
- c. Kinerja lalu-lintas untuk simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X pada tahun 2028 adalah $D_j = 0,710$ dan $TP = D$ (Kurang), di mana arus lalu lintas mendekati tidak stabil dan kecepatan kendaraan mulai terganggu kondisi jalan.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak R. Endro Wibisono, S.Pd., M.T. selaku dosen Universitas Negeri Surabaya yang telah membimbing proses pengolahan data dan pembuatan artikel sehingga dapat berjalan dengan lancar. Terima kasih juga kepada rekan-rekan tim yang bekerja sama memberikan masukan dan refresi sehingga dapat terselesaikan penyusunan artikel ini.

7. Referensi

- PKJI. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Steenbrink, P. A. (1974). *Optimization of transport networks*. J. Wiley and Sons Limited.
- 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)
- 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.
- 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/10.3141/255807>
- 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>
- Alamsyah, A. A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi*. UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang, 279.

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

Hobbs, F. D. diterbitkan: Ir. Suprpto TM. MSc Dan Ir. Waldijono. (1979). Perencanaan dan Teknik Lalu lintas. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Badan Pusat Statistik, (2018). *Number of Register Motor Vehicles by Regency*. Badan Pusat Statistik Jawa Timur. Jawa Timur.

Wibisono, R. E., Cahyono, M. S. D., (2018). *Intersection Traffic Performance at Kalen-Majenang Due to the Constuction of Kalen Reservoir Irrigation Channel in Kedungpring Distric Lamongan Regency*. Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas – Vol. 2, No. 2, September 2028, Surabaya.