



ANALISIS KINERJA PADA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL JALAN RAYA PLOSO

Sakti

s.sakti2002@gmail.com

Universitas Hasyim Asy'ari

Titin Sundari

titinsundari1273@gmail.com

Universitas Hasyim Asy'ari

Totok Yulianto

totokyulianto@unhasy.ac.id

Universitas Hasyim Asy'ari

Meriana Wahyu Nugroho

meriananughroho@unhasy.ac.id

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil,

Universitas Hasyim Asy'ari Jombang, Jawa Timur 61471

Korespondensi penulis : *s.sakti2002@gmail.com*

Abstract. *Jalan Raya Ploso, classified as a two-lane undivided road, serves as the primary route connecting Jombang Regency, Mojokerto Regency, and Lamongan Regency. This road is situated in a densely populated area that includes residential neighborhoods, commercial establishments, a terminal, and various vendors, resulting in a mix of vehicles such as large trucks, buses, motorcycles, and cars moving simultaneously. Traffic congestion frequently occurs due to several factors, including market activities, vehicle parking, and vehicles moving slowly or entering and exiting properties along the road. The aim of this research is to analyze the issues occurring on Ploso Highway and provide alternative solutions that can be implemented. The focus of the study is the unsignalized three-way intersection in front of Ploso Market. Observations indicated a road capacity of 2558 vehicles per hour (vph) with a degree of saturation (Dj) of 0.92. Since this degree of saturation does not meet the PKJI 2023 standard, which sets an ideal degree of saturation below 0.85, the researcher proposes an alternative solution involving widening the lane by 1.20 meters on the major road and 0.50 meters on the minor road.*

Keywords: *Saturation degree, Road capacity, Unsignalized three-way intersection*

Abstrak. Jalan Raya Ploso, sebagai jalan dengan tipe dua lajur tak terbagi, merupakan jalur utama yang menghubungkan Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan. Jalan ini berada di area padat yang terdiri dari perumahan, pertokoan, terminal, serta aktivitas pedagang, yang menyebabkan beragam jenis kendaraan, seperti truk besar, bus, sepeda motor, dan mobil, bergerak bersamaan. Kemacetan kerap terjadi karena berbagai faktor, termasuk aktivitas pasar, parkir kendaraan, serta kendaraan yang malaju secara lambat atau masuk serta keluar dari lahan di sepanjang jalan. Tujuan dari pengamatan di jalan ini adalah untuk menganalisis masalah yang terjadi di Jalan Raya Ploso dan memberikan solusi alternatif yang dapat diterapkan. Fokus penelitian adalah simpang tiga tak bersinyal di depan Pasar Ploso. Hasil pengamatan menunjukkan kapasitas jalan sebesar 2558 smp/jam dengan derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0.92. Karena derajat kejenuhan (Dj) tersebut tidak memenuhi standar PKJI 2023, yang menetapkan derajat kejenuhan ideal di bawah 0.85, peneliti mengusulkan solusi alternatif berupa pelebaran lajur sebesar 1.20 meter pada lajur jalan mayor dan 0.50 meter pada lajur jalan minor.

Kata kunci: Derajat kejenuhan, Kapasitas jalan, Simpang tiga tak bersinyal

PENDAHULUAN

Jalan merupakan bangunan transportasi yang memuat seluruh jalan, termasuk bangunan serta peralatan yang dipergunakan untuk pengangkutan di atas tanah, di atas air, atau di atas tanah. Hal ini tidak termasuk jalan raya, jalur kereta api, jalur truk, dan jalan kabel. (Kementerian PUPR,

2023). Jalan memiliki peran penting sebagai sarana transportasi untuk memindahkan manusia dan mendukung kemajuan ekonomi, sosial, budaya, serta stabilitas nasional sekaligus membantu pemerataan dan penyebaran pembangunan (Lailatun ni'mah et al., 2023)

Ruas Jalan Raya Ploso merupakan jalan raya dengan tipe jalan yaitu 2 lajur tak terbagi yang merupakan salah satu akses utama penghubung beberapa kabupaten yaitu Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan. Sepanjang ruas jalan ini merupakan kawasan yang terdapat banyak pemukiman penduduk, pertokoan, serta pedagang di sepanjang ruas Jalan Raya Ploso.

Akibat adanya aktivitas pasar, aktivitas terminal, mobil yang diparkir, dan kendaraan tidak bermotor yang berjalan lambat, Kemacetan lalu lintas di jalan ini sering terjadi akibat mobil yang keluar masuk lahan di sekitar jalan. Ada faktor utama yang memperburuk masalah kemacetan, yaitu peningkatan jumlah kendaraan, sedikitnya sumber daya untuk membangun jalan, dan infrastruktur transportasi (Citra et al., 2020)

Kemacetan terjadi ketika arus lalu lintas terhambat atau berhenti akibat terganggunya mobilitas kendaraan. Fenomena ini seolah telah menjadi karakteristik umum di kota-kota besar negara berkembang. Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor sering kali menyebabkan kemacetan dan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, yang ditandai dengan semakin panjangnya penundaan, terutama pada saat jam sibuk. (Indratmo, 2006)

Tiga faktor utama yang memperburuk masalah kemacetan adalah peningkatan jumlah kepemilikan kendaraan, keterbatasan sumber daya untuk pembangunan jalan, serta kurangnya pengembangan infrastruktur transportasi lainnya. (Santoso & Agusdini, 2019). Kemacetan lalu lintas tampaknya telah menjadi kebiasaan di kota besar di Indonesia. (Tamin, 2000)

Jumlah penduduk Kabupaten Jombang yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik tahun 2020 adalah 1.268.504 Juta jiwa (BPS Kabupaten Jombang 2024). Akibatnya kemacetan sering terjadi pada periode-periode tertentu, sehingga berdampak besar terhadap kecepatan lalu lintas dan performa berkendara di jalan tersebut. Aktivitas di tepi jalan menimbulkan banyak hambatan samping dan oleh karena itu berpotensi menimbulkan risiko penurunan kinerja jalan di wilayah sekitarnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian di jalan ini agar bisa menganalisis permasalahan yang terjadi, serta dapat memberikan solusi alternatif untuk meningkatkan kinerja simpang yang lebih baik.

KAJIAN TEORI

1. Jalan

Jalan adalah prasarana yang digunakan oleh masyarakat untuk melakukan perjalanan dengan kendaraan atau sarana lainnya. Sedangkan jalan raya diartikan sebagai jalan yang besar dan lebar, biasanya dilapisi aspal, digunakan oleh kendaraan besar (bus dan truk) dari dua arah

yang berlawanan (Almeida et al., 2016)

Jalan adalah prasarana yang digunakan oleh masyarakat untuk melakukan perjalanan dengan kendaraan atau sarana lainnya. Sedangkan jalan raya diartikan sebagai jalan yang besar dan lebar, biasanya dilapisi aspal, digunakan oleh kendaraan besar (bus dan truk) dari dua arah yang berlawanan (Indonesia, 2004)

2. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per jam yang melalui suatu ruas jalan dalam kondisi saat ini. . Karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas ruas jalan, kapasitas itu juga telah diperkirakan dengan cara mengasumsikan hubungan matematis antara kerapatan, kecepatan dan arus lalu lintas(PKJI, 2023)

3. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melintasi titik tertentu selama periode waktu tertentu, seperti per hari, per jam, atau per menit. (Gede Sumarda et al., 2021). Volume lalu lintas yang tinggi memerlukan lebar jalan yang lebih luas agar dapat menjamin keamanan dan kenyamanan berkendara.

4. Kapasitas Simpang

Kapasitas persimpangan diperoleh dari total volume yang memasuki dari setiap lengan persimpangan dan diartikan sebagai hasil kali kapasitas dasar (C0), yakni kapasitas dalam kondisi baik, dengan penyesuaian yang mempertimbangkan variasi kondisi dari keadaan ideal.

$$C = C0 \times FM \times FLP \times FUK \times FB_{Ki} \times FHS \times FB_{ka} \times FR_{mi}$$

Dimana:

C = Kapasita

C0 = Kapasitas dasar

FLP = Faktor lebar pendekat

FM = Faktor dari median

FUK = Faktor dari ukuran lokasi/kota

FHS = Faktor hambaan dari samping

F_{Bki} = Faktor dari rasio kiri

F_{Bka} = Faktor dari rasio kanan

F_{Rmi} = Faktor dari jalan minor

5. Derajat Kejenuhan (Dj)

Menurut PKJI 2023, derajat kejenuhan yaitu rasio dari volume lalu lintas dan kapasitas jalan.

Untuk dapat memperoleh hasil derajat kejenuhan, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

DJ Simpang dapat diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$D_j = Q / C$$

Yaitu:

DJ = Derajat Jenuh

Q = arus ke dalam simpang

C = Kapasitas Simpang

6. Tundaan

Tundaan ada dua faktor, adalah tundaan lalu lintas (TLL) dan tundaan geometrik (TG). TLL merujuk pada akibat interaksi antar kendaraan, dan dapat dibedakan berdasarkan seluruh simpang. Sementara itu, TG merupakan tundaan diakibatkan oleh kendaraan yang berbelok di suatu simpang dan/atau berhenti. Tundaan (T) diperoleh dengan rumus berikut:

$$T = TLL + TG$$

7. Peluang Antrian (PA)

Peluang antrian (PA) diungkapkan dalam persentase (%), bergantung pada derajat kejenuhan (DJ). PA digunakan sebagai indikator untuk menilai kinerja lalu lintas di simpang, dan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

Batas atas peluang:

$$P.A = 47.7 D_j - 24.6 D_j^2 + 56.4 D_j^3$$

Batas bawah peluang:

$$P.A = 9.0 D_j - 20.6 D_j^2 + 10.4 D_j$$

METODE PENELITIAN

Pengamatan dilakukan di simpang tiga Jalan Raya Ploso, Kabupaten Jombang. Observasi berlangsung selama 24 jam, dilakukan dalam dua hari, yaitu pada hari Rabu dan Hari Minggu. Fokus penelitian mencakup geometri jalan dan arus lalu lintas dengan menggunakan metode PKJI 2023. Dari pengamatan tersebut, dihitung kapasitas jalan, derajat kejenuhan (DJ), tundaan, serta peluang antrian (PA). Setelah mendapatkan hasil perhitungan, peneliti menawarkan solusi alternatif sebagai pertimbangan untuk mengatasi permasalahan yang ada di Jalan Raya Ploso.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Volume Lalu Lintas

Setelah dilakukan pengamatan di Jalan Raya Ploso, didapatkan hasil data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengumpulan data

		SM	KR	KS	
Arah		0.5	1	1.3	Total
Arah	QKanan				
Timur	(kend/jam)	145	79	68	292

	QSkrl/jam	72.5	79	88.4	239.9	
	QKiri					
	(kend/jam)	138	76	59		273
	QSkrl/jam	69	76	76.7	221.7	
	QKiri					
	(kend/jam)	217	108	7		332
	QSkrl/jam	108.5	108	9.1	225.6	
	QLurus					
Arah	(kend/jam)	605	295	85		985
Utara	QSkrl/jam	302.5	295	110.5	708	
	QKanan					
	(kend/jam)	239	100	38		377
	QSkrl/jam	119.5	100	49.4	268.9	
	QLurus					
Arah	(kend/jam)	603	290	76		969
Selatan	QSkrl/jam	301.5	290	98.8	690.3	
Total					2354.4	3228

Sumber : Data Olahan, 2024

2. Analisis Kinerja Simpang

Untuk menghitung kapasitas simpang harus menentukan nilai kapasitas dasar dan faktor koreksi terlebih dahulu berikut ini adalah nilainya.

a) Kapasitas Dasar

Setelah dilakukan Pengamatan pada saat observasi dilapangan maka diputuskan tipe simpang tersebut adalah tipe 322, dan didapatkan kapasitas dasar (C_0) sebesar 2.700 smp/jam.

b) Faktor Lebar Pendekat (Flp)

Untuk dapat memperoleh faktor tersebut, memerlukan nilai dari lebar pendekat. Nilai ini didapatkan dengan cara menambahkan lebar setiap jalur, membaginya dengan dua, lalu membagi hasilnya dengan jumlah lengan dari simpang.

$$L_{RP} = (A+B+C)/3$$

$$L_{RP} = (3.50+3.50+3)/3$$

$$L_{RP} = 3.33$$

Faktor lebar dari pendekat didapatkan menggunakan rumus berikut :

$$F_{lp} = 0.73 + 0.0760 L_{RP}$$

$$F_{lp} = 0.73 + 0.0760 \times 3.33$$

$$F_{lp} = 0.98$$

c) Faktor Median Jalan Mayor (F_M)

Faktor koreksi median jalan mayor dapat dilihat pada Tabel 2.8. Sesuai dengan hasil survei yang sudah dilakukan jalan mayor tidak memiliki median jalan jadi faktor koreksi median jalan mayor (F_M) sebesar 1,0.

d) Faktor Ukuran dari Kota (F_{UK})

Jumlah penduduk Kabupaten Jombang yang diperoleh pada data BPS tahun 2024 adalah 1.268.504 Juta jiwa. Maka diperoleh nilai F_{UK} sebesar 1,00.

e) Berdasarkan kelas lingkungan yang meliputi daerah komersial, serta adanya HS tinggi dan kendaraan tak bermotor 0,011, diperoleh sebesar 0.93.

f) Faktor Belok Kiri (F_{BK_i})

Untuk mendapatkan faktor tersebut memerlukan nilai dari belok kiri. yang merupakan perbandingan antara arus lalu lintas yang belok kiri dengan total arus lalu lintas (q_{TOT}).

$$R_{BK_i} = q_{BK_i} / q_{TOT}$$

$$R_{BK_i} = 445 / 2354$$

$$= 0,18$$

Faktor dari belok kiri dapat didapatkan dengan cara menggunakan rumus :

$$F_{BK_i} = 0.84 + 1.61 \cdot R_{bki}$$

$$F_{BK_i} = 0.84 + 1.61 \cdot 0.18$$

$$= 1,12$$

g) Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{BK_a})

Untuk mendapatkan faktor tersebut, diperlukan nilai belok kanan. R_{BK_a} adalah perbandingan antara arus lalu lintas yang belok kanan dengan total arus lalu lintas (q_{TOT}).

$$R_{BK_a} = q_{BK_a} / q_{TOT}$$

$$R_{BK_a} = 465/2354$$

$$= 0,19$$

Faktor belok kanan dapat diperoleh dengan rumus berikut :

$$F_{BK_a} = 1.09 - 0.922 \cdot R_{Bka}$$

$$F_{BK_a} = 1.09 - 0.922 \cdot 0.19$$

$$= 0.91$$

h) Faktor Koreksi Jalan Minor (F_{MI})

Untuk menghitung faktor koreksi arus jalan minor (F_{MI}), diperlukan nilai rasio arus jalan minor (R_{MI}). R_{MI} merupakan perbandingan antara arus lalu lintas pada jalan minor (q_{MI}) dengan total arus lalu lintas (q).

$$R_{MI} = q_{MI} / q_{TOT}$$

$$= 434/2354$$

$$R_{MI} = 0.17$$

Untuk menghitung F_{MI} bisa menggunakan persamaan yang berada pada tabel 2.11

$$\begin{aligned} F_{MI} &= 1.19 \cdot R_{mi}^2 - 1.19 \cdot R_{mi} + 1.19 \\ &= 1.19 \cdot 0.17^2 - 1.19 \cdot 0.17 + 1.19 \end{aligned}$$

$$F_{MI} = 1.02$$

3. Kapasitas Simpang (C)

Setelah mendapatkan nilai kapasitas dasar dan koreksi, kapasitas simpang yang diinginkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} &= 2.700 \times 0.98 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.93 \times 1.12 \times 0.91 \times 1.02 \\ &= 2558 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4. Derajat Kejenuhan (DJ)

Nilai derajat kejenuhan menggambarkan apakah simpang tersebut mengalami masalah kapasitas. Derajat kejenuhan pada simpang dapat dihitung dengan cara menjumlahkan volume lalu lintas total (q_{TOT}) dan kapasitas (C).

$$\begin{aligned} &= 2354/2558 \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

5. Tundaan

Tundaan Lalu Lintas (TLL)

Karena didapatkan nilai dari $DJ > 0,60$ maka :

$$T_{LL} = (1.0504 / (0.2042 - 0.2742 \times .94)) - (1 - 0.94)^2$$

$$T_{LL} = 12.76 \text{ det/skr}$$

Berikut ini perhitungan tundaan lalu lintas jalan mayor (T_{LLma})

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= (1,050 / (0,2460 - 0,3460 \times 0,94)) - (1 - 0,94)^{1.8} \\ &= 9,14 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan tundaan lalu lintas jalan minor (T_{LLmi})

$$\begin{aligned} TLLmi &= q_{TOT} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma} / Q_{mi} \\ &= (2354 \times 12.76 - 1977 \times 9.14) / 434 \\ &= 2,99 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

6. Tundaan Geometrik (TG)

Untuk dapat memperoleh nilai tundaan geometrik, memerlukan nilai DJ dan RB. Di sini, RB merupakan arus kendaraan yang belok terhadap total arus di simpang tersebut.

$$\begin{aligned} R_B &= (q_{BKl} + q_{BKs}) / q \\ &= (445 + 465) / 2354 \end{aligned}$$

$$R_B = 0,37$$

Dikarenakan nilai $DJ < 1$ maka :

$$= (1 - 0.94) \times ((6 \times 0.37 + 3(1 - 0.37)) + 4 \times 0.94)$$

$$TG = 4.56 \text{ det/smp}$$

7. Tundaan Simpang

Untuk menghitung tundaan simpang dapat di ketahui dari menjumlahkan tundaan lalu lintas dengan TG, tundaan dari simpang diperoleh dengan rumus berikut :

$$T = TLL + TG$$

$$= 12.76 + 4.56$$

$$T = 17.32 \text{ det/smp}$$

8. Peluang Antrian (P_A)

Untuk dapat memperoleh nilai peluang antrian, maka digunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Bawah } QP\% &= 9.02 \times 0.94 + 20.6 \times 0.94^2 + 10.4 \times 0.94^3 \\ &= 35,4 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Atas } QP\% &= 47.7 \times 0.94 - 24.6 \times 0.94^2 + 56.4 \times 0.94^3 \\ &= 69.9 \text{ \%} \end{aligned}$$

9. Solusi Alternatif

Dalam penelitian ini, diperoleh nilai kapasitas (C) sebesar 2532 dan Dj sebesar 0.92. Berdasarkan PKJI 2023, nilai Dj yang memenuhi persyaratan adalah $\leq 0,85$. Oleh karena itu, peneliti memberikan rekomendasi berupa asumsi penambahan lebar lajur sebesar 1,20 m pada jalan mayor, dan 0,50 m pada jalur minor.

Kemudian dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

Mencari Lrp

$$\begin{aligned} L_{RP} &= (A+B+C)/3 \\ &= (4,70+4,70+4) / 3 \\ &= 4,46 \end{aligned}$$

Mencari faktor dari lebar pendekat :

$$F_{LP} = 0.73 + 0.0760 \times 4,46$$

$$F_{LP} = 1.06$$

Maka diperoleh nilai F_{LP} sebesar 1,06

Menghitung Kapasitas :

$$= 2.700 \cdot 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0.93 \cdot 1,12 \cdot 0,91 \cdot 1.02$$

$$C = 2.767 \text{ smp/jam}$$

Menghitung Dj :

$$= 2354 / 2767$$

$$= 0,85$$

Hasil dari penambahan lebar pendekat simpang menunjukkan bahwa nilai kapasitas (C) mencapai 2767 smp/jam, dan derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0,85, dalam PKJI 2023 sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan pada Jalan Raya Ploso, disimpulkan bahwa kapasitas jalan adalah 2558 smp/jam, Derajat Kejenuhan (Dj) sebesar 0.92 dan Tundaan sebesar 17.32 det/smp. Solusi alternatif yang dapat digunakan pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Raya Ploso adalah memperlebar lajur jalan mayor sebesar 1.20 m dan lajur jalan minor sebesar 0.50 m.

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah agar dapat menggunakan perangkat lunak simulasi lalu lintas guna memperoleh hasil yang lebih optimal. Selain itu, diharapkan analisis lebih lanjut dilakukan terkait penambahan lajur di simpang tiga tak bersinyal pada Jalan Raya Poso, berdasarkan perencanaan desain geometrik yang sesuai dengan kondisi simpang.

DAFTAR REFERENSI

- Almeida, C. S. de, Miccoli, L. S., Andhini, N. F., Aranha, S., Oliveira, L. C. de, Artigo, C. E., Em, A. A. R., Em, A. A. R., Bachman, L., Chick, K., Curtis, D., Peirce, B. N., Askey, D., Rubin, J., Egnatoff, D. W. J., Uhl Chamot, A., El-Dinary, P. B., Scott, J.; Marshall, G., Prensky, M., ... Santa, U. F. De. (2016). Kamus Besar Bahasa Indonesia. In *Revista Brasileira de Linguística Aplicada* (Vol. 5, Issue 1). <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/download/1659/1508%0Ahttp://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/qre/article/view/1348%5Cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500799708666915%5Cnhttps://mckinseyonsociety.com/downloads/reports/Educ>
a
- Citra, I., Rachman, R., & Palinggi, M. D. . (2020). Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Veteran Selatan. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(2), 119–127. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i2.128>
- Gede Sumarda, IB Gede Indramanik, & I Nyoman Budiasa. (2021). Pengaruh Hambatan Samping, U-Turn Dan Jalanan Terhadap Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Menuju Arah Nusa Dua Pada Simpang Dewa Ruci. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 169–181. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2618.169-181>
- Indonesia, R. (2004). Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2004. *Kaos GL Dergisi*, 82, 1–21.
- Indratmo, D. (2006). Kajian Kapasitas Jalan dan Derajat Kejenuhan Lalu-Lintas. *Jurnal Aplikasi*, 1, 31.
- Kementerian PUPR. (2023). Persyaratan Teknis Jalan Dan Perencanaan Teknis Jalan Dengan. *Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia*, 1–41.

- Lailatun ni'mah, Meriana Wahyu Nugroho, Titi Sundari, & Nur kholis. (2023). *Analisis Tingkat Pelayanan Jalan Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD) Di Ruas Jalan Kabupaten Jomabang* (Vol. 3, Issue 2).
- PKJI. (2023). Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2023. *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia*, 68. <https://sipilpedia.com/panduan-kapasitas-jalan-indonesia-pkji-2014/>
- Santoso, A. F., & Agusdini, T. M. C. (2019). Evaluasi Kinerja Jalan Akibat Hambatan Samping Di Jalan Raya Tanah Merah Bangkalan. *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 1(1), 103–106. <https://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/731%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/download/731/744%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/731>
- Tamin. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*.