

Analisis Tingkat Pelayanan Jalan pada Perlintasan Sebidang dengan Rel Kereta Api

Ragil Budi Kuncoro^[1], Silvia Yulita Ratih^[2], Luky Primantari^[2]

^[1] Alumni Program Studi Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

^[2] Dosen Program Studi Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

Email: acm.holic2@gmail.com, vierahayu1125@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan terjadi pada kawasan yang mempunyai intensitas kegiatan dan penggunaan lahan yang tinggi salah satunya di ruas jalan Mojo Jaten Karanganyar. Jalan tersebut merupakan ruas jalan kompleks pabrik dan pergudangan yang dilewati oleh bus dan truk besar. Jalan ini tergolong memiliki aktivitas ruas jalan yang padat dan adanya persimpangan dengan perlintasan rel kereta api sehingga lalu lintas di persilangan tersebut menyebabkan tundaan (*delay*) ketika kereta api melintas. Metode penelitian yang di gunakan analisis deskriptif. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui Tingkat Pelayanan Jalan, tundaan dan panjang antrian ketika palang pintu di tutup. Berdasarkan hasil penelitian, Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service*) di Jalan Mojo dikategorikan E dengan nilai $0,90 < LOS < 1$ dengan kondisi pelayanan kurang baik. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah. Durasi penutupan terlama saat penutupan palang pintu kereta api Jaten adalah 253 detik, sedangkan durasi tersingkat saat penutupan 139 detik. Tundaan rata-rata di Jalan Mojo sebesar 92,63 detik dari arah barat dan 106,63 detik dari arah timur dan panjang antrian rata-rata saat palang pintu ditutup dengan panjang 145,83 m dari arah barat dan 170,45 dari arah timur.

Kata kunci: Tingkat Pelayanan Jalan, *Perlintasan Sebidang, Rel Kereta Api*

ABSTRACT

Congestion occurs in areas that have a high intensity of activity and land use, one of which is on the Mojo Jaten Karanganyar road. the road is a factory and warehouse complex road that is passed by buses and large trucks. This road is classified as having dense road activity and there are intersections with railroad crossings so that traffic at these crossings causes delays when the train passes. The research method used is descriptive analysis. The purpose of the study was to determine the level of road service, delays and queue lengths when the doorstop was closed. Based on the results of the study, the level of service on Jalan Mojo was categorized as E with a value of $0.90 < LOS < 1$ with poor service conditions. Flows are lower than service level D with traffic volumes approaching road capacity and very low speeds. The longest duration of closure is when the railroad gate

closing Jl. Mojo Jaten is 253 seconds, while the shortest duration at closing is 139 seconds. The average delay on Jalan Mojo is 92.63 seconds from the west and 106.63 seconds from the east and the average queue length when the gate is closed is 145.83 m from the west and 170.45 from the east.

Keywords: *Level of Service.*

1. PENDAHULUAN

Kemacetan yang terjadi di Jaten disebabkan oleh adanya persimpangan dengan perlintasan rel kereta api sehingga lalu lintas di persilangan tersebut menyebabkan tundaan (delay) ketika kereta api melintas (Purnama, dkk. 2017). Perlintasan kereta api terbentuk dari pertemuan antara dua jenis prasarana transportasi yaitu jalan raya dengan jalan rel yang menyebabkan adanya tundaan. Perlintasan merupakan titik tempat konflik terjadi antara moda transportasi dalam suatu sistem jaringan jalan raya.

Tingkat efisiensi jaringan jalan sangat ditentukan oleh kinerja perlintasan. Hal ini disebabkan bila terjadi permasalahan pada pertemuan, maka dampak seperti penurunan kecepatan, tundaan, antrian, kemacetan, kecelakaan, naiknya biaya operasi kendaraan dan penurunan kualitas lingkungan akan membuat transportasi menjadi bentuk lain dari pemborosan energi dan ekonomi biaya tinggi. Perlintasan kereta api ada yang berpalang pintu dan ada yang tidak disertai palang pintu.

Palang pintu kereta api merupakan sarana dari PT. Kereta Api Indonesia (KAI) untuk mengatur atau mencegah pengendara kendaraan bermotor maupun pejalan kaki melintasi rel kereta api saat ada kereta api yang melintasi palang kereta. Perlintasan kereta api di jalan Mojo merupakan perlintasan berpalang pintu dan merupakan perlintasan *double track*. Penutupan perlintasan kereta api menyebabkan tundaan, antrian panjang, dan dipengaruhi adanya weaving atau jalinan panjang sehingga membentuk variasi karakteristik lalu lintas.

Pada saat ini operator kereta api masih diselenggarakan oleh operator tunggal yakni PT. Kereta Api Indonesia (Persero), dengan semakin meningkatnya pengguna kereta api, maka PT. KAI (persero) dituntut untuk lebih meningkatkan keselamatan, ketepatan waktu, kemudahan pelayanan dan kenyamanan. Gangguan terhadap angkutan penumpang atau barang sangat berpengaruh terhadap kredibilitas operator. Berdasarkan data maka salah satu gangguan yang cukup signifikan adalah kecelakaan pada perlintasan baik perlintasan berpintu maupun tidak, kecelakaan ini umumnya melibatkan kereta api dengan kendaraan pribadi atau umum, bahkan dalam satu kasus kecelakaan juga disebabkan karena keluarnya roda kereta pada perlintasan (Hartono, 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan pada persimpangan sebidang antara jalan dengan rel kereta api, tundaan, antrian panjang kendaraan akibat penutupan perlintasan KA.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perlintasan kereta api adalah persilangan antara jalur kereta api dengan jalan, baik jalan raya ataupun jalan kecil lainnya. Persilangan bisa terdapat di pedesaan ataupun perkotaan. Perlintasan terdiri dari perlintasan sebidang dan

perlintasan tak sebidang. Perlintasan tak sebidang adalah persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya yang tidak pada satu bidang, misal dengan flyover atau underpass (Purnomo, A., 2012). Perlintasan sebidang adalah persilangan antara jalur kereta dengan jalan raya pada satu bidang, yaitu di atas tanah. Persilangan ini banyak terdapat di pedesaan yang arus lalu lintas pada jalan tersebut masih relatif jarang

Tingkat pelayanan suatu simpang merupakan ukuran kualitas pelayanan suatu simpang yang di gambarkan sebagai rata-rata tundaan berhenti (*stopped delay*) perkendaraan untuk periode pengamatan 15 menit. LOS (*Level of Service*) atau tingkat pelayanan jalan adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan. Suatu jalan dikategorikan mengalami kemacetan apabila hasil perhitungan LOS menghasilkan nilai mendekati 1. Dalam menghitung LOS di suatu ruas jalan, terlebih dahulu harus mengetahui kapasitas jalan (C) yang dapat dihitung dengan mengetahui kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar jalan, faktor penyesuaian pemisah arah, faktor penyesuaian hambatan samping, dan faktor penyesuaian ukuran kota. Kapasitas jalan (C) sendiri sebenarnya memiliki definisi sebagai jumlah kendaraan maksimal yang dapat ditampung di ruas jalan selama kondisi tertentu (MKJI, 1997)

Tabel 1. Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik - Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 - 0,60
B	Arus setabil, tetapi kecepatan oprasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu-lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.	0,60 – 0,70
C	Arus setabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,70 – 0,80
D	Arus mendekati tidak setabil, kecepatan masih di kendalikan v/c masih dapat ditolelir.	0,80 – 0,90
E	Arus tidak stabil, kecepatan arus kadang terhenti.	0,90 – 1,0
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, Volume diatas kapasitas. Antrian panjang dan terjadi hambatan- hambatan besar.	>1

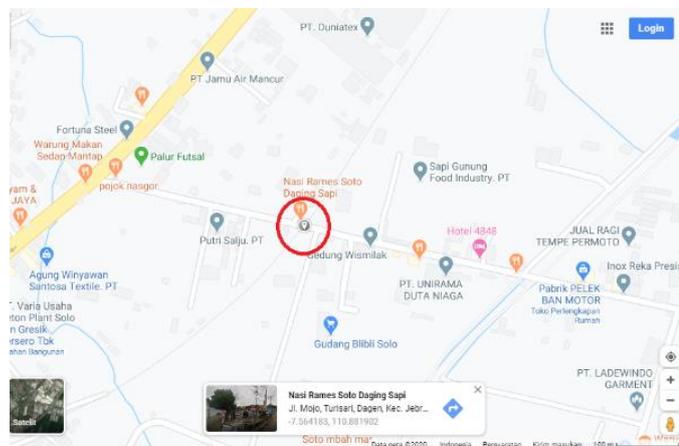
Sumber : MKJI, 1997

Tundaan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan Lalu Lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan Geometri disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok simpang dan atau yang terhenti karena berhenti

Panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekatan dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan di kontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas (MKJI 1997).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan metodologi kuantitatif yaitu suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Lokasi penelitian di Jalan Mojo Jaten Karanganyar yang terdapat lintasan kereta api yang memotong badan jalan yang selanjutnya bisa di sebut dengan pertemuan sebidang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus tahun 2020. Penelitian untuk mengetahui Tingkat Pelayanan Jalan, antrian dan tundaan di perlintasan kereta api pada jalan tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian seperti pada gambar 1 dan 2



Gambar 1. Sisi Perlintasan Sebelah Barat



Gambar 2. Sisi Perlintasan Sebelah Timur

Perhitungan arus lalu lintas dilakukan persatuan jam untuk satu arah atau lebih periode, berdasarkan kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang, dan sore. Perhitungan jenis kendaraan yang dibedakan menjadi: sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat dengan nilai satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan nilai smp untuk jalan perkotaan tipe pendekat terlindung dari MKJI 1997.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa total arus lalu lintas Jalan Mojo Jaten pada jam sibuk pagi sebesar 1.842,2 Smp, jam sibuk siang sebesar 1079,1 Smp dan jam sibuk sore 2.043,5 Smp.

Arus lalu lintas saat palang pintu kereta ditutup di Jl Mojo Jaten yang terbesar dari arah barat terjadi pada pukul 16.49 WIB sebanyak 130,9 Smp dan yang terendah terjadi pada pukul 14.26 WIB 22,5 Smp. Arus lalu lintas saat palang pintu ditutup yang terbesar dari arah timur di Jalan Mojo Jaten terjadi pada pukul 16.49 WIB 164,1 Smp. Data arus lalu lintas terendah terjadi pada pukul 09.19 WIB 33,1 Smp.

Jalan Mojo Jaten mempunyai kondisi sebagai berikut:

1. Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu lintas total 6,0)
2. Kereb (tanpa bahu)
3. Tanpa Median
4. Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
5. Hambatan samping rendah
6. Ukuran kota 0,5 – 1,0 Juta
7. Tipe alinyemen datar

Berdasarkan data kondisi geometrik dan kondisi lingkungan jalan maka nilai C_0 , FC_w , FC_{sp} , FC_{sf} , FC_{cs} sebagai berikut:

1. Kapasitas Dasar (C_0)
Kapasitas dasar yang diperoleh ditentukan berdasarkan jumlah lajur dan jalur jalan yang ada di Jalan Mojo Jaten
 $C_0 = 2900$ smp/jam
2. Lebar Jalur Jalan (FC_w)
Lebar efektif jalur jalan di Jalan Mojo Jaten adalah 6,0 m 2 jalur tanpa median
 $FC_w = 0,87$
3. Faktor koreksi Kapasitas akibat pembagi arah (FC_{sp})
Jalan 2 lajur 2 arah tanpa median pembagi arah 50-50 $FC_{sp} = 1,00$
4. Hambatan Samping (FC_{sf})
Hambatan samping sedang dan lebar bahu jalan efektif $< 0,5$ m $FC_{sf} = 0,88$
5. Faktor Koreksi Kapasitas akibat ukuran kota (FC_{cs})
Dari Dispendukcapil Kab. Karanganyar termasuk golongan kota dengan jumlah penduduk sekitar 886.913 jiwa $FC_{cs} = 0,95$

Untuk nilai C rasio pada ruas Jalan Mojo jaten dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$
$$C = 2900 \times 0,87 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,95$$
$$C = 2.109,23 \text{ Smp/Jam}$$

Perhitungan tingkat pelayanan suatu jalan adalah dengan cara mengetahui derajat kejenuhan yaitu dengan perbandingan arus lalu lintas (Q_{total}) dengan kapasitas jalan (C), arus lalu lintas diambil yang terbanyak yaitu dengan nilai arus lalu lintas 2.043,5 Smp/jam dan nilai kapasitas jalan yaitu 2.109,23 Smp/jam.

Maka berdasarkan data yang sudah diketahui mendapatkan hasil sebagai berikut:

$$LOS = \frac{Q_{total}}{C}$$
$$LOS = \frac{2043,5}{2.109,23}$$
$$LOS = 0,97$$

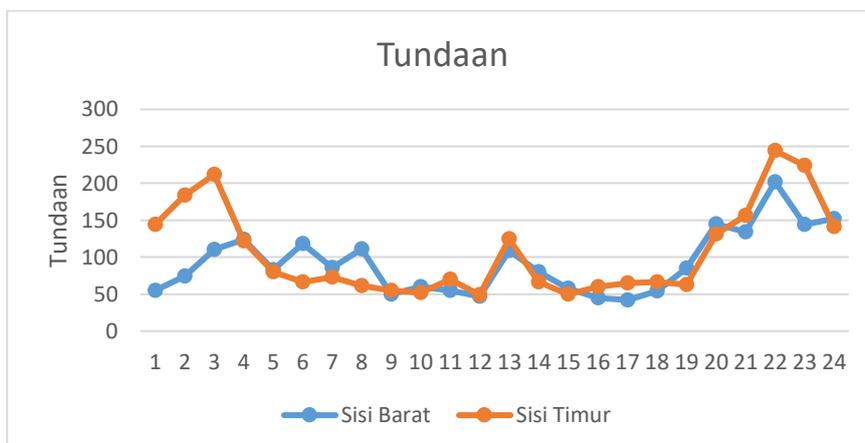
Hasil perhitungan nilai LOS 0,97 Smp/jam, maka Tingkat Pelayanan Jalan (Level Of Service) di Jalan Mojo dikategorikan E dengan nilai $0,90 < LOS < 1$ dengan kondisi pelayanan kurang baik. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.

Durasi terlama saat penutupan palang pintu kereta api Jl. Mojo Jaten terjadi pada pukul 08.16 WIB dengan durasi penutupan 253 detik, sedangkan durasi tersingkat saat penutupan terjadi pada pukul 17.30 WIB dengan durasi penutupan 139 detik.

Tabel 1. Data Tundaan Ketika Penutupan Palang Pintu

No	Waktu Penutupan (WIB)	Durasi Penutupan (detik)	<i>Stopped delay</i>	
			Dari arah barat	Dari arah timur
1	06.46	150	55	144
2	07.04	161	74	184
3	07.35	145	110	212
4	08.16	253	124	122
5	08.26	174	83	80
6	08.50	153	118	66
7	09.03	163	86	73
8	09.19	166	111	61
9	09.52	172	50	55
10	10.20	153	60	52
11	11.19	163	55	70
12	11.28	155	47	49
13	12.05	154	109	125
14	13.03	225	80	66
15	13.06	183	58	50
16	13.23	167	45	60
17	14.26	154	42	65
18	14.49	153	54	66
19	15.08	169	85	63
20	15.23	153	145	131
21	15.41	161	134	156
22	16.49	184	202	244
23	17.00	209	144	224
24	17.30	139	152	141
Jumlah		4059	2223	2559
Rata – Rata		169,125	92,625	106,625

Sumber : Hasil Survei Lapangan



Gambar 3. Tundaan

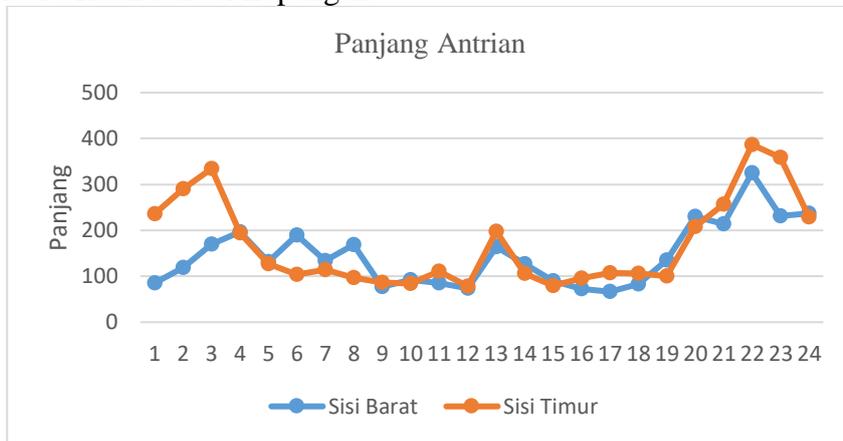
Tundaan yang terjadi ketika palang pintu ditutup seperti pada Tabel 1 dan gambar 3. Berdasarkan data pada tabel 1 diketahui bahwa tundaan terbesar di Jalan Mojo Jaten saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan tundaan sebesar 244 detik, sedangkan tundaan terendah terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan tundaan sebesar 42 detik.

Tabel 2 Data Panjang Antrian

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi Penutupan (detik)	Panjang antrian (m)	
			Dari Barat	Dari Timur
1	06.46	150	85	236,3
2	07.04	161	118,7	290,8
3	07.35	145	169,5	334,7
4	08.16	253	196,1	193,8
5	08.26	174	131,3	126,7
6	08.50	153	190	103,6
7	09.03	163	133,9	114
8	09.19	166	169	96,5
9	09.52	172	77,5	86,5
10	10.20	153	92,8	84,6
11	11.19	163	85	110,7
12	11.28	155	74,2	78,5
13	12.05	154	164,2	197,8
14	13.03	225	127,3	106,4
15	13.06	183	89,9	79,7
16	13.23	167	72,7	95,6
17	14.26	154	66,5	107,3
18	14.49	153	83,3	105,7
19	15.08	169	134,8	100,9
20	15.23	153	230,3	208,7
21	15.41	161	213,9	256,5
22	16.49	184	325,3	386,9
23	17.00	209	231,3	359,2

24	17.30	139	237,3	229,5
Jumlah		4059	3499,8	4090,9
Rata – rata		169,125	145, 825	170, 45

Sumber : Hasil Survei Lapangan



Gambar 4. Panjang Antrian

Panjang antrian terpanjang di Jalan Mojo saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan panjang 386,9meter dari arah timur, sedangkan panjang antrian terpendek terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan panjang 66,5meter dari arah barat. Data panjang antrian dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 4.

Lebar jalan pada pintu perlintasan yaitu 3,5 m menyebabkan kendaraan harus berhenti disalah satu jalur akibat hanya bisa dilewati satu kendaraan ringan saja. Jika kendaraan ringan dari arah barat melewati perlintasan, maka kendaraan ringan dari arah timur harus berhenti terlebih dahulu. Hal tersebut menyebabkan kemacetan jika ada kendaraan besar yang akan memasuki kompleks pergudangan atau kompleks pabrik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai arus lalu lintas saat palang pintu di tutup, lama tundaan (*Stopped delay*) dan panjang antrian akibat penutupan pintu perlintasan kereta api Jalan Mojo Jaten. Adapun temuan studi dari hasil analisis yaitu:

1. Jalan Mojo Jaten mempunyai kapasitas jalan $C = 2.109,3$ Smp/Jam dengan tingkat pelayanan pada Jalan Mojo adalah E dengan nilai LOS 0,97 Smp/jam. Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak hambatan.
2. Tundaan terbesar di Jalan Mojo Jaten saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan tundaan sebesar 244 detik, sedangkan tundaan terendah terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan tundaan sebesar 42 detik
3. Panjang antrian terpanjang di Jalan Mojo saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan panjang 386,9 eter dari arah timur, sedangkan panjang antrian terpendek terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan panjang 66,5 meter dari arah barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Aswad, Y. 2013. Studi Kelayakan Perlintasan Sebidang antara Jalan Kereta Api dengan Jalan Raya. *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil* Vol 19, NO 2
- Budiharjo, A dan Yunarto, I. 2019. Kajian Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang Kereta Api Grogol Di Kabupaten Tegal. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan* ISSN 2338-4247
- Dinata, D. 2019. Pengaruh Penutupan Perlintasan Kereta Api Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus Perlintasan Pasar Nongko, Kota Surakarta). *Skripsi*. Surakarta: UMS
- Febriana, S., Hidayati, N., Slamet, G., dan Setiyaningsih, I. 2020. Dampak Fly Over Manahan Terhadap Arus Lalu Lintas. *Jurnal Litbang Sukowati Vol. 4 No 1*
- Firmansyah, D & Thajani, A. 2012. Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Suatu Wilayah (Studi Kasus Di Jalan Lenteng Agung). *Seminar Nasional Teknik Sipil*. Surakarta: UMS
- Hadis, C.S dan Sumarsono, A. 2013. Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus: Perlintasan Kereta Api di Surakarta). *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil: 38*
- Hartono. 2016. Perlintasan Sebidang Kereta Api Di Kota Cirebon. *Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian: Jakarta*
- Muttaqin, M.Z., Sumarsono, A., dan Handayani, D. 2014. Pengaruh Tundaan dan Antrian Panjang Kendaraan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Purwosari). *E-jurnal Matriks Teknik Sipil: 344*
- Purnama, D., Aktorina, W., Indarto, H., & Basuki, K. 2017. Desain Fly Over Pada Perlintasan Sebidang Jalan Kereta Api Di Jalan Slamet Riyadi Surakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil* 6: 275 – 281. Semarang; Universitas Diponegoro
- Sadili, R. 2011. Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Campuran Dengan Variasi Komposisi Kendaraan Sepeda Motor Pada Jalan di Daerah Perkotaan. *Tesis*. Depok : Universitas Indonesia
- Setiawan, D. 2016. Kajian Pola Operasi Jalur Ganda Kereta Api Muara Enim-Lahat. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 19 No. 1 37-47*
- Suwardo dan Haryanto, I. 2018. *Perancangan Geometrik Jalan (Standar dan Dasar-Dasar Perancangan)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Utami, A dan Widyastuti, H. 2019. Model Panjang Antrian Kendaraan pada Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu (Studi Kasus: Perlintasan Sebidang Jl. Gayung Kebonsari Surabaya). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Volume 17, Nomor 1*.
- Widjayanti, E dan Fatoni, R 2017. Analisa Dampak Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Jalan Rel Terhadap Panjang Antrean Dan Derajat Kejenuhan (Studi

- Kasus: Perlintasan Kereta Api Jalan Lenteng Agung Barat Arah Jakarta Depan Kampus Iisipol). *Jurnal Teknik Sipil Vol 7 No. 1*
- Winarsih, N dan Nhdalina. 2017. Analisis Antrian Dan Tundaan Akibat Lampu Lalu Lintas Dan Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Menggunakan Metode Antrian Deterministik (Studi Kasus: Perlintasan Kereta Api Tanjung Barat Jakarta Selatan). *Jurnal Desain Konstruksi Volume 16 No.1*
- Wulandhani, S. 2008. Analisa Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan, Nilai Waktu, Dan Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus Perlintasan Purwosari Surakarta). *Tesis*. Surakarta; UMS
- Yusyadiputra, M., Hermawanto, R., Pudjianto, B., dan Yulipriyono, E. 2014. Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Jalan Rel Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Raya Di Perlintasan Kaligawe Semarang Dan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Karya Teknik Sipil Vol 3 No 3 Hal 723-735*
- Wahab, Wilton., & Afriyani, Sicilia. (2017). Analisis Kelayakan Konstruksi Bagian Atas Jalan Rel Dalam Kegiatan Revitalisasi Jalur Kereta Api Lubuk Alung-Kayu Tanam (Km 39,699-Km 60,038), *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 4(2), 1–8.
- Vicho, Pebiandi. (2012), Perencanaan Geometri Jalan Rel Kereta Api Trase Kota Pinang-Menggala Sta 104+000-Sta 147+200 Pada Ruas Rantau Prapat Duri II Provinsi Riau, Tesis, ITS, Surabaya.