

Analisa Tundaan Kendaraan dan Panjang Antrian di Perlintasan Sebidang Rel Kereta Api

Andrian Firdaus Yusuf A.Q¹, Satria Agung Wibawa², Ikhwanuddin³,
Yayu Sriwahyuni Hamzah⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sunan Giri Surabaya
Jalan Brigjen Katamsa II Waru Sidoarjo

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo
Jalan Letjen Sujono Humardani No.1 Bendosari Sukoharjo

⁴E-mail: yayu.sriwhy@gmail.com

Abstract — The closure of the railroad crossing gates in Nganjuk Regency has resulted in delays and long queues of vehicles. This includes the closure of the railroad crossing gates at the Direct Crossing Line (JPL) 90 in Baron District. This situation can cause an increase in the time required when crossing that road section. This study investigates the impact of the closure of railroad crossing gates on vehicle delays and queue lengths. The objective of this research is to provide input to the local government in efforts to minimize congestion at the JPL 90 location. The analysis results indicate that the extent of delays due to the closure of the railroad crossing gates from the Surabaya - Madiun direction is "highest" at 14.32 vehicles/second, while from the Madiun - Surabaya direction, the "highest" is 14.54 seconds/vehicle. For the calculation of queues in the Surabaya-Madiun direction during 1 day of observation, the "maximum" queue length occurred at 15:25:46, measuring 205 meters. For the Madiun - Surabaya direction, the "maximum" queue length occurred at 15:25:46, measuring 279 meters. Keywords: delays; queue length; level crossing.

Abstrak — Penutupan pintu perlintasan kereta api di Kabupaten Nganjuk menyebabkan tundaan dan panjang antrian kendaraan. Hal ini termasuk pada penutupan pintu perlintasan kereta api di Jalur Perlindungan Langsung (JPL) 90 Kecamatan Baron.. Keadaan ini dapat menyebabkan waktu yang diperlukan semakin lama pada saat melintasi ruas jalan tersebut. Penelitian ini menyelidiki dampak dari penutupan pada pintu perlintasan kereta api yang berpengaruh terhadap tundaan kendaraan dan panjang antrian kendaraan. Tujuan dari penelitian ini, untuk memberi masukan kepada pemerintah setempat dalam upaya meminimalisir kemacetan di lokasi JPL 90. Hasil analisis bahwa besarnya waktu tundaan akibat adanya pengaruh penutupan pintu pada perlintasan kereta-api dari arah Surabaya - Madiun yang "terbesar" adalah 14,32 kendaraan/detik, Sedangkan yang dari arah sebaliknya Madiun - Surabaya yang "terbesar" adalah 14,54 detik/kendaraan. Untuk perhitungan antrian arah Surabaya-Madiun selama 1 hari pengamatan dan diperoleh panjang antrian "maksimum" yang terjadi pada waktu 15:25:46 sepanjang 205 meter, selanjutnya arah Madiun - Surabaya dengan panjang antrian "maksimum" yang terjadi waktu 15:25:46 sepanjang 279 meter. Kata-kata kunci: tundaan; panjang antrian; perlintasan sebidang.

I. PENDAHULUAN

Saat ini, hampir setiap kota di Indonesia menghadapi masalah transportasi yang cukup serius, seperti kemacetan (tundaan) di berbagai ruas jalan, terutama di area persimpangan jalan. Ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk, pertumbuhan kota dan meningkatnya aktivitas manusia.

Hal ini disebabkan oleh hambatan yang lebih tinggi di jalan raya, yang mengurangi kecepatan, tundaan, dan antrian yang lebih lama, yang mengakibatkan peningkatan biaya operasional kendaraan dan penurunan kualitas lingkungan. (Lukita M.F, 2022).

Perlindungan kereta api jalan rel yang berpotongan langsung dengan jalan raya di sebagian besar Indonesia disebut perlintasan sebidang. (Bagaskara, N.D., 2020).

Salah satu faktor penyebab kemacetan karena terdapatnya perlintasan sebidang yang tidak dapat beroperasi maksimal.. Kemacetan sering terjadi pada lintasan sebidang karena lamanya waktu pengoperasian pintu perlintasan sebelum dan setelah kereta api melintasi. Waktu pengoperasian kereta api juga dipengaruhi oleh frekuensi kereta api yang melintas.

Baron adalah sebuah Kecamatan di Wilayah Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur. Di wilayah Baron kerap kali terjadi kemacetan yang disebabkan oleh adanya perlintasan sebidang antara rel kereta api dan jalan raya. Permasalahan persimpangan yang ada di Kecamatan Baron berupa persimpangan dengan perlintasan kereta api, dimana frekuensi lintasan kereta api berpengaruh pada banyaknya antrian kendaraan dan kondisi jalan yang cenderung rusak. Antrian

yang terjadi pada setiap kendaraan yang hendak melintas akan menimbulkan tundaan lalu lintas. Tundaan yang terjadi pada kendaraan ini akan mempengaruhi kecepatan kendaraan hingga kerugian yang didapat akibat terjadinya tundaan akibat suatu alasan tertentu, sehingga perlu diidentifikasi bagaimana pengaruh persimpangan perlintasan kereta api yang terdapat di Kecamatan Baron terhadap jaringan jalan Nasional Jalan Bts. Kota Nganjuk – Kertosono (036) yang melintasi Kecamatan Baron. Berdasarkan kondisi jaringan jalan serta fungsi perwilayahan Kecamatan Baron itu sendiri, JPL 90 terletak ± 2 km dari pusat perkotaan Baron. Jaringan jalan yang terdapat di sekitar JPL 90 merupakan jalan Nasional dan jalan lokal. Jalan lokal ini selain menghubungkan akses jalan dengan permukiman sekitar, jalan lokal tersebut juga berfungsi sebagai jalan alternatif yang menghubungkan wilayah Baron dengan Kabupaten Mojokerto. Untuk itu pada penelitian ini selanjutnya akan dianalisa terkait tundaan dan panjang antrian di Jalur Pelintasan Langsung (JPL) 90 Kecamatan Baron Kabupaten Nganjuk. Yang mana diharapkan hasil dari analisa penelitian ini akan mampu memberi masukan kepada pemerintah setempat dalam upaya meminimalisir kemacetan di wilayah tersebut

II. LANDASAN TEORI

Perlintasan sebidang merupakan perpotongan antara jalan dengan jalur Kereta Api. (Sumber PM 94 tahun 2018). Sedangkan yang dimaksud dengan nomor Jalur Perlintasan Langsung (JPL) adalah identitas perlintasan sebidang yang dikelola oleh pemerintah daerah, badan usaha/lembaga, atau penyelenggara prasarana perkeretaapian dan memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan. Menurut MKJI 1997, batas waktu yang diperlukan untuk melewati simpang lebih lama daripada dalam situasi tanpa simpang disebut dengan Tundaan. Terdapat 2 (dua) jenis tundaan dalam arus lalu lintas, yaitu:

Tabel 1. Jenis tundaan

Tundaan Tetap	Tundaan Operasional
Tundaan tetap adalah tundaan yang disebabkan oleh alat pengendali lalu lintas. Persimpangan adalah tempat tundaan ini sering terjadi. Tundaan tetap di persimpangan dipengaruhi oleh banyak hal diantaranya seperti: Faktor fisik seperti jumlah jalur, lebar jalan, pengendali akses, dan lokasi transit. Pengendali lalu lintas: lampu lalu lintas, tanda berhenti, pengendali belokan, dan pengendali parkir	Tundaan yang disebabkan oleh pengaruh lalu lintas lain atau gangguan antara komponen dalam arus lalu lintas disebut tundaan operasional. Misalnya, kendaraan yang keluar dari tempat parkir, pejalan kaki, atau kendaraan yang berhenti. Namun, gangguan dalam arus lalu lintas dapat menyebabkan penundaan operasional. Misalnya, kemacetan yang disebabkan oleh jumlah kendaraan yang lebih besar daripada kapasitas jalan yang tersedia.

Selain itu, ada juga tundaan yang disebabkan oleh pemberhentian (*stopped delay*). Tundaan yang disebabkan oleh pemberhentian didefinisikan sebagai tundaan yang terjadi ketika kendaraan berada dalam kondisi benar-benar berhenti dengan mesin hidup (*stasioner*). Kemacetan lalu lintas akan terjadi jika kondisi ini berlangsung lama.

Penundaan menunjukkan waktu yang tidak produktif, dan jika dihitung secara moneter, menunjukkan berapa banyak biaya yang wajib dibayarkan oleh masyarakat dikarenakan kondisi jalan yang tidak memadai. Tingkat tundaan dipersimpangan akan dapat meningkat dengan arus yang lebih tinggi. Tundaan geometric adalah di mana pintu perlintasan tertutup, dikombinasikan dengan ketidakrataan alur rel melintang dari badan jalan, menyebabkan tundaan pada area perlintasan jalan dan jalan rel ini. Persamaan matematis berikut dapat diturunkan dari defenisi di atas:

Tundaan :

$$\text{Kendaraan terhenti} \times (\text{lama penutupan} - (\text{waktu Kendaraan berhenti} / 2))$$

Tundaan Rata – rata :

$$= \text{Tundaan} / \text{Total kend. Terhenti}$$

Fenomena terhadap transportasi yang terlihat sehari-hari adalah terkait antrian kendaraan. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun

1997, "antrian" didefinisikan sebagai jumlah dari kendaraan yang antri di dekat simpang dan dapat dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sementara "panjang antrian" didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan di dekat simpang dan dinyatakan dalam satuan meter. Jika kendaraan dihentikan oleh bagian lain dari sistem lalu lintas, atau gerakan kendaraan di depan akan mengontrol gerakannya.

Shock wave analysis—juga dikenal sebagai analisis gelombang kejut—dapat digunakan untuk mempelajari proses antrian ketika proses permintaan-kapasitas adalah deterministik. Ini terutama cocok untuk mengevaluasi jarak yang diperlukan untuk proses antrian dan interaksinya. Persyaratan untuk penyelenggaraan persilangan perlintasan sebidang antara jalan rayadengan kereta api dapat mengacu pada Peraturan Dirjen. Perhubungan Darat Nomor SK.770 /KA.401 /DRJD /2005 tentang “Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api”. (Bagaskara, N.D., 2020)

Dalam perencanaan perlintasan sebidang, ada dua aturan, menurut Peraturan Dirjen. Perhubungan Darat tentang “Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Raya dan Jalan Kereta Api” yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan pada tahun 2005 dan tentang “Perencanaan Perlintasan Jalan dengan Jalan Kereta Api” yang dikeluarkan oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah pada tahun 2004:

Tabel 1. Aturan perencanaan perlintasan sebidang

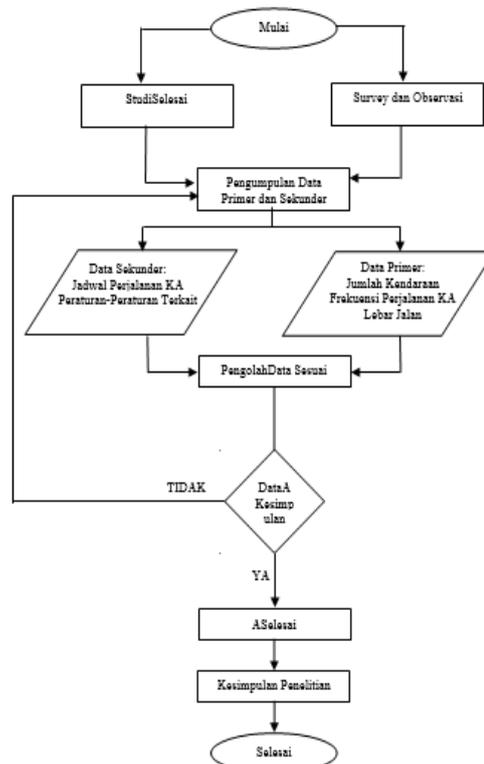
Ketentuan Umum	Ketentuan Teknis
a) Keselamatan lalu lintas dimana kereta api mempunyai prioritas yang utama	a) Geometrik pada perlintasan sebidang (sarana dan prasarana klasifikasi fungsi jalan potongan melintang dan daerah / ruang bebas).
b) Pandangan bebas dari pemakai jalan.	b) Pengaturan dari lalu lintas.
c) Kepentingan dari pejalan kaki utama.	c) Tipe perkerasan pada perlintasan sebidang.
d) Drainase jalan yang lancar	
e) Menyangkut kepentingan dari penyandang cacat.	
f) Desain yang ramah terhadap lingkungan.	

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil lokasi di Kecamatan Baron Kabupaten Nganjuk Propinsi Jawa Timur. Lokasi pengamatan di Jalur Perlintasan Langsung (JPL) 90 terletak di Jalan Nasional Bts. Kota Nganjuk – Kertosono dan berjarak ± 350 m dari stasiun Baron.



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Alur penelitian

Teknik pengambilan sample adalah secara *purposive*. Menurut (Hidayati & Hendrati, 2017) bahwa Metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu untuk tujuan tertentu dikenal sebagai pengambilan *sampel purposive*. Pengambilan sampel pada penelitian ini berupa sample fluktuasi lalu lintas per periodik. Fluktuasi lalu lintas ini untuk menjelaskan kondisi lalu lintas pada jam-jam sibuk, survei dilakukan pada jam-jam sibuk, atau jam dimana kendaraan berat melintas dimulai dari hari Senin sampai dengan hari Minggu, selama 8 (delapan) periodik tertentu.

Dalam tahapan pengolahan data dan perhitungan akan dilakukan sesuai dengan hasil pengolahan survei pencacah lalu lintas. Data yang dikumpulkan merupakan data Volume dan Kapasitas dari ruas jalan Bts. Kota Nganjuk – Kertosono, Kertosono - Bts. Kab. Jombang, BTS. Kab. Kediri - Bts. Kota Jombang, dan Kertosono - Bts. Kota Kediri.

Analisis *time series* adalah metode *forecasting* (peramalan) yang didasarkan pada variabel data yang diurutkan untuk digunakan untuk melakukan analisis data.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini untuk pelaksanaan *survey traffic counting* ditentukan hanya berada pada satu titik. Kegiatan survey yang dilakukan pada waktu kerja dan waktu libur (2 hari kerja dan 1 hari libur) dengan tujuan agar semua waktu dapat mewakili lalu lintas yang terjadi di wilayah penelitian selama satu minggu penuh.

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan, maka perhitungan lalu lintas selama 3 hari 24 jam, dengan memantau pergerakan kendaraan dari arah Surabaya menuju Madiun dan sebaliknya dari arah Madiun menuju Surabaya di JPL 90 Baron sebanyak 33.046 per hari sebanyak 1377 kendaraan per jam.

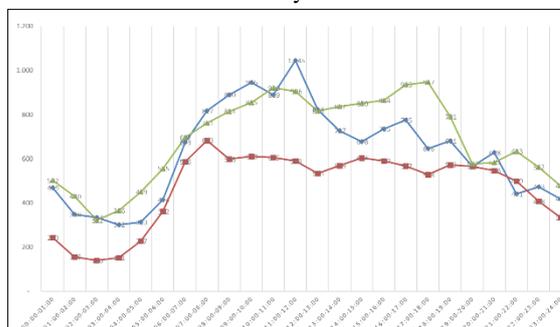
Tabel 3. Volume lalu lintas 2 arah

Waktu	Jumlah Kendaraan						Vol. Kend/ Jam	Ekuivalen Mobil Penumpang (emp)						Vol. smp/ jam
	MC	LV	LB	MHV	LT	UM		MC	LV	LB	MHV	LT	UM	
Minggu	770	565	14	116	53	5	1.519	462	365	20	163	106	5	1.321
Senin	734	226	12	139	49	6	1.160	441	226	17	195	97	6	982
Selasa	684	403	16	221	110	3	1.434	410	403	23	309	221	3	1.369
Volume Rata -Rata (smp/jam)													1.224	
Volume Minimum (smp/jam)													982	
Volume Maksimum (smp/jam)													1.369	

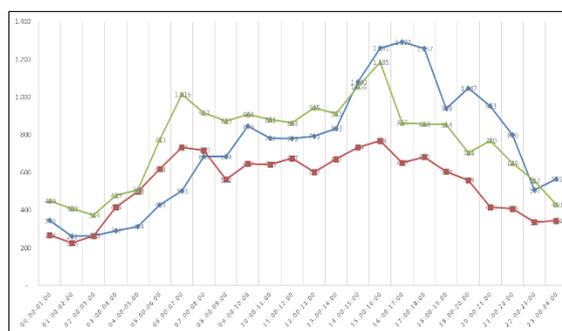
Tabel di atas menunjukkan terkait volume pada lalulintas “gabungan per jam” selama tiga hari pengamatan; dari arah Madiun -Surabaya dan

Surabaya - Madiun memiliki volume (Q) rata – rata kendaraan per jam 1.224 kendaraan. Untuk nilai mininum kendaraannya 982 kendaraan/jam sedangkan untuk nilai maksimum kendaraan sebesar 1.369 kendaraan/jam.

Gambar 3. Grafik kendaraan/jam gabungan 3x24 jam arah Surabaya – Madiun



Gambar 4. Grafik kendaraan/jam gabungan 3x24 jam arah Madiun - Surabaya



Permasalahan persimpangan yang ada di Kecamatan Baron berupa persimpangan dengan perlintasan kereta api, dimana frekuensi lintasan kereta api berpengaruh pada banyaknya antrian kendaraan dan kondisi jalan yang cenderung rusak. Antrian yang terjadi pada setiap kendaraan yang hendak melintas akan menimbulkan tundaan lalu lintas.

Tundaan yang terjadi pada kendaraan ini akan mempengaruhi kecepatan kendaraan hingga kerugian yang didapat akibat terjadinya tundaan akibat suatu alasan tertentu, sehingga perlu diidentifikasi bagaimana pengaruh persimpangan perlintasan kereta api yang terdapat di Kecamatan Baron terhadap jaringan jalan Nasional Jalan Bts. Kota Nganjuk – Kertosono (036) yang melintasi Kecamatan Baron.

Berdasarkan hasil pendataan, durasi tundaan tertinggi terjadi selama satu kali penutupan palang perlintasan hingga arus normal adalah 6 menit, sedangkan durasi tundaan terendah yang

terjadi adalah 2 menit. Berdasarkan hasil survei di lapangan, antrian tertinggi terjadi dari waktu siang dan waktu sore hari. Pada waktu – waktu tersebut jumlah kendaraan berat cenderung tinggi. Kondisi perkerasan jalan dan lama durasi penutupan palang perlintasan berpengaruh besar terhadap panjang antrian di wilayah penelitian.

Tabel 4. Survey terhadap panjang antrian kendaraan dari arah Surabaya menuju Madiun di JPL 90

Periode Penutupan Pintu	Durasi Tundaan						Panjang Antrian (m)	Jumlah Antrian Kendaraan			
	menit	detik	menit	detik	menit	detik		Spd. Motor	Kend. Rangan	Kend. Berat	Kend. Tak Bermotor
08:57:09	3	23	1	2	4	25	125	45	5	8	0
10:48:27	2	39	0	32	3	11	50	22	5	2	2
10:53:28	1	38	1	14	2	52	45	17	4	0	1
11:26:32	1	19	0	44	2	3	35	8	5	1	1
13:35:45	4	22	2	2	6	24	178	42	7	9	5
14:27:50	1	46	2	8	3	54	175	33	8	14	0
15:25:46	3	25	2	52	6	18	205	48	16	11	0
18:37:35	2	17	2	8	4	25	125	24	9	8	0

Pengolahan data tundaan pada hari Senin dengan arah Surabaya – Madiun dalam satu siklus, dapat diambil contoh sebagai berikut:

Tabel 5. Siklus tundaan

Waktu Penutupan Awal	Waktu Penutupan Akhir	Lama Penutupan				Total Kendaraan			
08:57:09	09:00:52	00:03:23	203	Detik	58				
Awal (detik)	Akhir (detik)	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat	Kend. Tak Bermotor	Jumlah Kend. Terhenti	Panjang Antrian (m)	Tundaan (detik)	
0	15	2	0	0	0	2	2	391	
15	30	4	1	0	0	5	5	940	
30	45	2	0	1	0	3	17	541,5	
45	60	3	0	0	0	3	2	519	
60	75	2	0	0	0	2	2	331	
75	90	4	0	1	0	5	17	790	
90	105	4	0	0	0	4	2	602	
105	120	5	2	2	0	9	17	1287	
120	135	3	0	0	0	3	2	406,5	
135	150	2	1	1	0	4	17	512	
150	165	4	0	1	0	5	17	602,5	
165	180	4	0	2	0	6	17	678	
180	195	3	0	0	0	3	2	316,5	
195	203	3	1	0	0	4	6	406	
Jumlah		45	5	8	0	58	125	595	

Untuk tundaan rata – rata adalah:
 = Tundaan / Total kend. Terhenti
 = 595 / 58
 =10,25 kendaraan/detik

Untuk menghitung waktu tunda yang disebabkan oleh penutupan lintasan kereta api Surabaya-Madiun pukul 08:57:09 – 18:39:52, rata- rata tundaan kendaran maksimum pukul 13:35:45–13:40:07 sebesar 14,32 kendaraan/detik.

Tabel 6. Hasil perhitungan analisa tundaan arah Surabaya menuju Madiun di JPL 90

No	Waktu		Lama Penutupan		Jumlah Kendaraan Berhenti Karena Penutupan Perlintasan (detik)																Kend. Berhenti	Rata2 Tundaan /detik	Rata2 Tundaan Kendaraan /detik
	Buka	Tutup	Menit	Detik	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210					
1	08:57:09	09:00:52	00:03:23	203	2	3	3	3	2	5	4	9	3	4	5	6	3	4	58	594,500	10,25		
2	10:48:27	10:53:06	00:02:39	159	1	3	2	3	2	2	5	4	2	3	4			31	308,327	9,96			
3	10:53:28	10:55:06	00:01:38	98	3	4	8	2	2	1	2							22	230,786	10,49			
4	11:26:32	11:27:51	00:01:19	79	5	1	4	2	2	1								15	144,667	9,64			
5	13:35:45	13:40:07	00:04:22	262	2	5	3	3	5	5	4	9	3	4	5	6	5	4	63	902,517	14,32		
6	14:27:50	14:29:11	00:01:46	106	12	10	4	8	5	5	10							55	611,629	11,12			
7	15:25:46	15:28:11	00:02:25	205	4	5	3	3	5	5	4	10	6	4	5	8	5	8	75	767,500	10,23		
8	18:37:35	18:39:52	00:02:17	137	4	8	3	4	2	2	5	5	7					41	448,333	10,93			

Untuk menghitung waktu tunda yang disebabkan oleh penutupan lintasan kereta api Surabaya-Madiun pada arah Surabaya – Madiun pukul 08:57:09 – 18:39:52, rata- rata tundaan kendaran maksimum pukul 13:35:45–13:40:07 sebesar 14,32 kendaraan/detik

Tabel 7. Hasil perhitungan analisa tundaan arah Madiun menuju Surabaya di JPL 90

No	Waktu		Lama Penutupan		Jumlah Kendaraan Berhenti Karena Penutupan Perlintasan (detik)																Kend. Berhenti	Rata2 Tundaan /detik	Rata2 Tundaan Kendaraan /detik
	Buka	Tutup	Menit	Detik	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210					
1	08:57:09	09:00:52	00:03:23	203	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	33	349,893	10,60		
2	10:48:27	10:53:06	00:02:39	159	5	3	5	3	5	5	5	4	2	4	5			46	480,136	10,44			
3	10:53:28	10:55:06	00:01:38	98	2	4	4	1	2	0	2							15	157,629	10,50			
4	11:26:32	11:27:51	00:01:19	79	5	3	4	2	2	3								19	170,267	9,43			
5	13:35:45	13:40:07	00:04:22	262	4	5	8	4	5	5	4	9	3	4	5	6	8	4	74	1075,82	14,54		
6	14:27:50	14:29:11	00:01:46	106	2	3	4	2	6	5	7							20	201,857	10,06			
7	15:25:46	15:28:11	00:02:25	205	4	5	3	3	5	5	4	4	6	4	5	8	5	5	66	683,393	10,35		
8	18:37:35	18:39:52	00:02:17	137	2	2	3	4	3	2	2	5	2					25	272	10,88			

Untuk menghitung waktu tunda yang disebabkan oleh penutupan lintasan kereta api Surabaya-Madiun pada arah Madiun - Surabaya pukul 08:57:09 – 18:39:52 rata- rata tundaan kendaran maksimum pukul 13:35:45–13:40:07 sebesar 14,54 kendaraan/detik.

Selanjutnya untuk panjang antrian dapat dilihat pada tabel – tabel berikut:

Tabel 8. Panjang antrian kendaraan dari arah Surabaya menuju Madiun di JPL 90

Periode Penutupan Pintu	Penutupan Pintu		Hambatan Antrian		Tundaan Total		Panjang Antrian (m)
	menit	detik	menit	detik	menit	detik	
08:57:09	3	23	1	2	4	25	125
10:48:27	2	39	0	32	3	11	50
10:53:28	1	38	1	14	2	52	45
11:26:32	1	19	0	44	2	3	35
13:35:45	4	22	2	2	6	24	178
14:27:50	1	46	2	8	3	54	175
15:25:46	3	25	2	52	6	18	205
18:37:35	2	17	2	8	4	25	125

Untuk panjang antrian maksimal terjadi pada pukul 15:25:46, dengan panjang antrian sejauh 205 m.

Tabel 9. Panjang antrian kendaraan dari arah Madiun menuju Surabaya di JPL 90

Periode Penutupan Pintu	Penutupan Pintu		Hambatan Antrian		Tundaan Total		Panjang Antrian (m)
	menit	detik	menit	detik	menit	detik	
08:57:09	3	23	0	22	3	45	65
10:48:27	2	39	1	9	3	48	159
10:53:28	1	38	3	2	4	40	20
11:26:32	1	19	1	10	2	29	70
13:35:45	4	22	1	52	6	14	197
14:27:50	1	46	0	55	2	41	189
15:25:46	3	25	2	58	6	23	279
18:37:35	2	17	1	20	3	37	75

Untuk panjang antrian maksimal terjadi pada pukul 15:25:46, dengan panjang antrian sejauh 279 m.

V. KESIMPULAN

Dengan mempertimbangkan analisis penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa waktu tunda yang paling lama adalah 14,32 kendaraan/detik karena penutupan pada pintu perlintasan kereta api dari arah Surabaya ke Madiun. Yang tercepat dari Madiun ke Surabaya adalah 14,54 detik/kendaraan. Menurut MKJI 1997, nilai tundaan kendaraan rata-rata adalah 6 kendaraan per detik; dalam kasus ini, nilai tundaan kedua arah lebih dari 6 detik, sehingga penelitian ini tidak lagi layak dikategorikan dan harus ditingkatkan menjadi perlintasan tidak sebidang. Selama satu hari pengamatan, panjang antrian maksimum dari Surabaya ke Madiun adalah 205 meter, dan dari Madiun ke Surabaya adalah 279 meter yang terjadi pada pukul 15:25:46. Hal itu melebihi standar antrian 100 meter yang ditetapkan oleh MKJI, sehingga dianggap perlu untuk dikaji ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustion, N. (2005). *Studi evaluasi kinerja angkutan antar jemput Malang - Jogjakarta*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bagaskara N.D., Galang Pringgondani G., Setijowarno D., Ruktiningsih R. (2020). Evaluasi perlintasan sebidang jalan rel dengan jalan raya di Kota Semarang (Studi kasus: perlintasan di Jalan Anjasmoro Raya, Jalan Madukoro Raya dan Jalan Kokrosono). *G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, 4(1).
- Bina Marga, Direktorat Jendral. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. PT. Bina Karya, Jakarta.
- Departemen Perhubungan, Peraturan Menteri. (2005). *Pedoman teknis perlintasan sebidang antara jalan dengan jalur kereta api*.
- Dirjen Bina Marga. (1990). *Panduan survey dan perhitungan waktu perjalanan lalu lintas*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dirjen Bina Marga. (1990). *Petunjuk tertib pemanfaatan jalan*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Lukita, M. F., Handayani, S., Abidin Z. (2022). Analisis antrian dan tundaan akibat penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap kinerja lalu lintas di simpang Stasiun Bekasi. *CITIZEN: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(4).
- Muttaqin, M. Z., Sumarsono, A., Handayani, D. (2014). Pengaruh tundaan dan antrian panjang kendaraan terhadap konsumsi bahan bakar minyak akibat penutupan pintu perlintasan kereta api (Studi kasus pada perlintasan kereta api Purwosari). *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar teknik dan perencanaan transportasi*. Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32. (2011). *Tentang manajemen dan rekayasa, analisis dampak, serta manajemen kebutuhan lalu lintas*. Jakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38. (2004). *Tentang Jalan*. Jakarta.