



ANALISIS PERLINTASAN JALAN LINTAS SUMATERA SELATAN DENGAN REL KERETA API DI GELUMBANG TERHADAP KARAKTERISTIK LALU LINTAS

Yoga Pratama*, Farlin Sosyad

Teknik Sipil, Fakultas, Universitas Bina Darma Palembang²

*Corresponding Author, Email : Pratamayogs10@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara volume, kecepatan, dan kerapatan lalu lintas pada ruas jalan yang di pengaruhi perlintasan kereta api di Gelumbang, serta untuk mengetahui nilai tundaan dan antrian yang terjadi pada saat pintu perlintas tertutup dengan metode gelombang kejut. Metode yang digunakan adalah metode survei lapangan, survei dilakukan selama 7 hari, yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu pada jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada (pukul 07.00 wib s/d 09.00 wib), pada siang hari (pukul 12.00 wib s/d 14.00 wib), pada sore hari dilakukan pada (pukul 16.00 wib s/d 18.00 wib). Dalam analisis ini digunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan metode Greenshields. Dari hasil dari perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa pada lokasi Jalan Tanpa Hambatan pengemudi dapat memilih kecepatannya namun ketika memasuki lokasi Jalan ada Hambatan kecepatan akan menurun karena adanya hambatan lalu lintas dan rambu-rambu bahwasannya pengemudi memasuki pelintasan sebidang jalan dengan rel kereta api. Pada lokasi jalan tanpa hambatan nilai kecepatan arus bebas \bar{U}_f 38.01 km/jam, nilai kerapatan K_j 249.71 dan volume maksimum 4746.28 skr/jam, sedangkan pada lokasi jalan ada hambatan nilai kecepatan arus bebas \bar{U}_f 26.54 km/jam, nilai kerapatan K_j 342.92 dan volume maksimum 4551.69 skr/jam. Kondisi antrian dan tundaan maksimum terjadi pada periode 16.34.00-16.35.56, dimana menghasilkan waktu pelepasan $t_a = 1.13$ detik, waktu pemulihan $t_b = 2.27$ detik, panjang antrian maksimum = 0,008 Km, jumlah kendaraan antrian $N = 2.84$ skr/jam, serta rata-rata tundaan sebesar 60.84 detik.

Kata Kunci : Perlintasan Jalan, Tundaan dan Antrian, Lalulintas

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the relationship between volume, speed and traffic density on road sections affected by railway crossings in Gelumbang, as well as to determine the value of delays and queues that occur when the crossing gates are closed using the shock wave method. The method used is the field survey method, the survey was carried out for 7 days, namely Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday and Sunday during peak hours such as the morning starting at (07.00 WIB to 09.00 WIB), during the day (12.00 WIB to 14.00 WIB), in the afternoon (16.00 WIB to 18.00 WIB). In this analysis, the 2014 Indonesian Road Capacity Guidelines and the Greenshields method were used. From the results of the calculations carried out, it is known that at a road location without obstacles, the driver can choose his speed, but when entering a road location with obstacles, the speed will decrease due to traffic obstacles and signs indicating that the driver is entering a road crossing with railroad tracks. At the location of the road without obstacles, the free flow speed value is \bar{U}_f 38.01 km/hour, the density value K_j is 249.71 and the maximum volume is 4746.28 cur/hour, while at the road location there are obstacles with a free flow speed value of \bar{U}_f 26.54 km/hour, a density value of K_j 342.92 and a maximum volume of 4551.69 cur/hour. Maximum queuing conditions and delays occur in the period 16.34.00- 16.35.56, which results in a release time of $t_a = 1.13$ seconds, recovery time $t_b = 2.27$ seconds, maximum queue length = 0.008 Km, number of queued vehicles $N = 2.84$ cur/hour, and average delay of 60.84 seconds.

Keywords : Road Crossings, Delays and Queues, Traffic

PENDAHULUAN

Jalan lintas Sumatera adalah salah satu jalur transportasi utama di Indonesia, yang menghubungkan berbagai wilayah di Pulau Sumatera. Perlintasan kereta api merupakan bagian penting dari infrastruktur transportasi ini, yang memungkinkan interaksi antara lalu lintas kereta api dengan lalu lintas jalan raya. Perlintasan kereta api juga berperan dalam mendukung mobilitas dan ekonomi wilayah Gelumbang dan sekitarnya. Wilayah ini mungkin menjadi pusat aktivitas ekonomi, industri, atau pariwisata, dan perlintasan kereta api menjadi jalur vital untuk mengangkut barang dan penumpang. Keterhubungan antara kereta api dan jalan raya di perlintasan ini berkontribusi pada pengiriman barang yang lebih efisien, mengurangi biaya logistik, dan meningkatkan aksesibilitas bagi masyarakat lokal.

Namun, meskipun memiliki peran strategis dalam sistem transportasi, perlintasan kereta api juga dapat menimbulkan beberapa tantangan. Tingkat pertumbuhan lalu lintas baik dari kereta api maupun jalan raya di wilayah tersebut dapat menyebabkan kepadatan lalu lintas yang meningkat. Hal ini berdampak pada tingkat kemacetan di sekitar perlintasan, yang tidak hanya menghambat arus lalu lintas, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan dan waktu perjalanan yang lebih lama bagi pengguna jalan. Selain itu, kondisi infrastruktur perlintasan dan sistem keselamatan juga memainkan peran penting. Perlintasan yang kurang dilengkapi dengan infrastruktur keselamatan yang memadai, seperti palang pintu, sinyal perlintasan, atau penghalang pengaman, dapat meningkatkan potensi bahaya bagi pengguna jalan dan pengguna kereta api. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis menyeluruh terhadap karakteristik lalu lintas di perlintasan kereta api di Gelumbang untuk mengidentifikasi titik-titik rawan dan mencari solusi yang tepat guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi sistem transportasi ini.

Berdasarkan UU 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan pasal 114 menyatakan bahwa pengguna jalan raya harus mendahulukan kereta api dan memberikan hak utama kepada kendaraan yang lebih dahulu melintasi rel kereta api. Setiap perlintasan sebidang idealnya terdapat petugas penjaga pintu perlintasan (PJJ), petugas ini mempunyai kewajiban menjaga pintu perlintasan sebidang untuk mengamankan perjalanan kereta api. Pengguna jalan diharapkan untuk selalu mentaati rambu dan peraturan yang sudah ada, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan di perlintasan sebidang. Tetapi masih banyak pengguna jalan yang belum memahami peraturan pemerintah bahwa kereta api harus didahulukan daripada kendaraan yang lain, sehingga perlu sekiranya dilakukan sosialisasi di perlintasan sebidang agar pengguna jalan dapat meningkatkan kewaspadaan, kehatia-hatian serta pola pikir masyarakat dalam melintasi perlintasan sebidang (Aghstyia et al., 2021).

Pedoman kapasitas Jalan Luar Kota ini merupakan bagian dari pedoman kapasitas jalan Indonesia 2014, diharapkan dapat memandu dan menjadi acuan teknis bagi para penyelenggara jalan, penyelenggara lalu lintas dan angkutan jalan, pengajar, praktisi baik di tingkat pusat maupun di daerah dalam melakukan perencanaan dan evaluasi kapasitas jalan (Dirjen BM, 2014). Selain itu, kondisi infrastruktur perlintasan dan sistem keselamatan juga memainkan peran penting. Perlintasan yang kurang dilengkapi dengan infrastruktur keselamatan yang memadai, seperti palang pintu, sinyal perlintasan, atau penghalang pengaman, dapat meningkatkan potensi bahaya bagi pengguna jalan dan pengguna kereta api. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis menyeluruh terhadap karakteristik lalu lintas

di perlintasan kereta api di Gelumbang untuk mengidentifikasi titik-titik rawan dan mencari solusi yang tepat guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi sistem transportasi ini.

Perlintasan kereta api sering menjadi titik rawan kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan dapat terjadi karena ketidakpatuhan pengguna jalan terhadap aturan perlintasan, masalah pada sistem perlintasan yang tidak efektif, atau kurangnya kesadaran akan keselamatan di sekitar perlintasan. Seiring perkembangan perkotaan dan pertumbuhan populasi di wilayah Gelumbang dan sekitarnya, lalu lintas di jalan-jalan utama meningkat. Hal ini dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas di sekitar perlintasan kereta api, yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan peningkatan risiko kecelakaan.

Evaluasi mengenai infrastruktur dan regulasi keselamatan yang ada di perlintasan kereta api diperlukan untuk mengetahui apakah infrastruktur tersebut sudah memadai untuk mengurangi risiko kecelakaan dan memberikan perlindungan kepada pengguna jalan dan pengguna kereta api. Perlintasan kereta api juga dapat memiliki dampak lingkungan yang perlu dipertimbangkan, seperti kebisingan dan emisi akibat kepadatan lalu lintas. Penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi potensi peningkatan efisiensi di perlintasan kereta api, seperti penerapan sistem peringatan dini, pembenahan infrastruktur, atau perubahan regulasi lalu lintas. Dengan adanya analisis mendalam tentang karakteristik lalu lintas di perlintasan kereta api di Gelumbang, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi bagi pihak berwenang untuk mempertimbangkan penyesuaian kebijakan yang lebih sesuai untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi lalu lintas.

Transportasi adalah kegiatan memindahkan atau mengangkut orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan atau alat lain, dimana produk yang dipindahkan ke tempat tujuan yang dipindahkan. (Mahyar a et al., 2017). Transportasi adalah proses atau sistem perpindahan orang, barang, atau informasi dari satu tempat ke tempat lain. Tujuan utama dari transportasi adalah untuk mengatasi jarak dan memfasilitasi pergerakan manusia, komoditas, atau data dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan cara yang efisien. Transportasi dapat dilakukan melalui berbagai sarana, seperti jalan raya, rel kereta api, jalur udara, jalur air, atau jalur pipa. Setiap jenis transportasi memiliki karakteristik, kecepatan, dan kapasitas yang berbeda, serta digunakan sesuai dengan kebutuhan dan jarak yang akan diatasi.

Kemacetan lalu lintas di jalan terjadi karena arus lalu lintas yang melewati suatu jalan melebihi kapasitas jalan sehingga ruas jalan tersebut mulai tidak mampu untuk menerima arus kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Kemacetan total terjadi apabila kendaraan harus berhenti atau bergerak sangat lambat. Lalu lintas tergantung kepada kapasitas jalan, banyaknya lalu-lintas yang ingin bergerak, tetapi kalau kapasitas jalan tidak menampung, maka lalu-lintas yang ada akan terhambat dan akan mengalir sesuai dengan kapasitas jaringan jalan maksimum (Herianto & Siregar, 2021).

Karakteristik dasar arus lalu lintas adalah, kecepatan, dan kerapatan. Karakteristik ini dapat diamati dengan cara makroskopik atau mikroskopik. Pada tingkat mikroskopik analisis dilakukan secara individu sedangkan pada tingkat makroskopik analisis dilakukan secara kelompok (Farouq, 2018).. Menurut Timpal, et al (2018), Greenshields merumuskan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan-Kerapatan diasumsi- kan linear. Model ini merupakan model awal yang tercatat usaha mengamati perilaku arus lalulintas. Hubungan linear kecepatan dan kerapatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan

pergerakan arus lalu lintas, mengingat fungsi hubungannya yang paling sederhana sehingga mudah diterapkan.

Model ini adalah model yang paling awal dalam upaya mengamati perilaku lalu lintas. Greenshield yang melakukan studi pada jalan-jalan di luar kota Ohio dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (steady state condition). Greenshield mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan diasumsikan linier. Tundaan adalah waktu yang hilang akibat adanya gangguan lalu-lintas yang berada diluar kemampuan pengemudi untuk mengontrolnya. (Wilyanto et al., 2019). Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan pada suatu kaki pendekat (meter), sedangkan antrian sendiri dapat didefinisikan sebagai jumlah antrian kendaraan pada suatu pendekat (kendaraan, smp) Atau dapat disederhanakan menjadi banyaknya kendaraan yang mendekati suatu mulut simpang, diukur dari garis henti di mulut simpang hingga ke ujung antrian yang dapat di ukur dalam satuan kendaraan atau satuan panjang (meter).

Pintu perlintasan kereta api merupakan salah satu dari rangkaian teknologi yang terdapat dalam sistem perkeretaapian. Perlintasan kereta api adalah perpotongan antara jalan rel dengan jalan raya. Perlintasan kereta api dibagi ke dalam dua macam. Pertama, perlintasan sebidang yang diartikan sebagai elevasi jalan rel dan jalan raya ada pada satu bidang. Perlintasan sebidang ada yang berpintu dan ada yang tanpa pintu. Perlintasan yang tanpa pintu diperlukan ruang bebas pandang. Kedua, per- lintasan tidak sebidang yang diartikan sebagai elevasi jalan rel dan jalan raya tidak berada pada satu bidang. Jalan raya yang berada di bawah jalan rel disebut under pass dan jalan raya yang berada di atas jalan rel disebut fly over (Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan- an Darat, 2005) (Resmadi, 2014).

Gelombang kejut didefinisikan sebagai batas kondisi berbasis ruang dan waktu ditandai dengan diskontinuitas antara arus padat dan tak padat. Sedangkan Lighthill dan Whitham seperti dikutip dari Wohl dan Martin menjelaskan bahwa gelombang kejut terbentuk ketika pada sebuah ruas jalan terdapat arus dengan kerapatan rendah yang diikuti oleh arus dengan kerapatan tinggi, dimana kondisi ini mungkin diakibatkan oleh kecelakaan, pengurangan jumlah lajur, atau jalur masuk ramp (Sumarsono et al., 2017).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode survei lapangan, survei dilakukan selama 7 hari, yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu pada jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada (pukul 07.00 wib s/d 09.00 wib), pada siang hari (pukul 12.00 wib s/d 14.00 wib), pada sore hari dilakukan pada (pukul 16.00 wib s/d 18.00 wib). Dalam analisis ini digunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan metode Greenshields.

Pada penelitian ini yang menjadi lokasi penelitian adalah pada perlintasan sebidang antara Jalan lintas Palembang-Prabumulih Kec. Gelumbang Kab. Muara Enim dengan jalur kereta api. Adapun alasan pemilihan lokasi penelitian ini adalah:

1. Jenis kendaraan dan jumlah volume yang melewati jalan ini bervariasi.

2. Perlintasan sebidang jalan ini merupakan perlintasan yang dilengkapi dengan pos penjaga, pintu perlintasan, sinyal tanda, dan pembatas/pengendali kecepatan kendaraan (rumble strips).

Lokasi pengambilan data adalah pada ruas Jalan Lintas Palembang-Prabumulih Kec. Gelumbang Kab. Muara Enim. Pada penelitian ini data yang diperlukan dari kondisi di lapangan adalah data volume kendaraan (q) dan waktu tempuh kendaraan untuk melalui suatu penggal jalan tertentu. Dari data waktu tempuh didapatkan besarnya kecepatan rata-rata waktu dan kecepatan rata-rata ruang, sedangkan kerapatan akan dihitung berdasarkan data volume dan kecepatan kendaraan.

Besarnya volume lalulintas diperoleh dengan mencatat jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan tertentu di lokasi penelitian berdasarkan jenis kendaraannya, kemudian data ini dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (ekr). Kecepatan setempat kendaraan diukur dengan mencatat waktu tempuh kendaraan untuk melalui suatu jarak tertentu yang telah ditetapkan, dimana kecepatan adalah hasil bagi antara jarak dengan waktu tempuh. Selanjutnya, untuk mendapatkan variabel kerapatan (K) dilakukan dengan membagi jumlah volume dengan kecepatan.

Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode survei untuk data primer sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari PT.KAI. Selama pelaksanaan pengamatan lalu lintas untuk keperluan tugas akhir ini, maka dibentuk satu tim survei. Sebelum melakukan tugasnya tim ini terlebih dahulu diberi penjelasan bagaimana cara mendapatkan data di lapangan. Pada tahapan pengumpulan data ini diperlukan alat-alat pendukung seperti:

1. Stop watch digital, untuk mencatat waktu tempuh kendaraan yang melewati penggal jalan dan menghitung lamanya waktu pintu perlintasan ditutup.
2. Meteran, untuk mengukur penggal jalan dan geometrik lokasi penelitian.
3. Alat tulis untuk mencatat data.
4. Alat penanda batas pengamatan (lakban).
5. Alat hitung manual/counter.
6. Tabel survey volume lalulintas, untuk menghitung banyaknya kendaraan yang lewat pada bidang pengamatan berdasarkan jenis kendaraan.
7. Untuk tim survei lapangan di laksanakan oleh 5 orang

Data lalulintas biasanya berulang mungkin jam-an, harian, atau musiman. Pemilihan waktu survei yang pantas tergantung dari tujuan survei. Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam puncak, maka survei dilakukan selama 7 hari, yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu pada jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada (pukul 07.00 wib s/d 09.00 wib), pada siang hari (pukul 12.00 wib s/d 14.00 wib), pada sore hari dilakukan pada (pukul 16.00 wib s/d 18.00 wib). Survei juga dilakukan pada saat pintu perlintasan kereta api tertutup. Survei tidak dilakukan pada saat lalu lintas dipengaruhi oleh kejadian yang tidak biasanya, seperti saat terjadinya kecelakaan lalu lintas, hari libur nasional, perbaikan jalan dan bencana alam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Volume kendaraan per jam (Jalan Tanpa Hambatan dan Jalan ada hambatan)

No	Waktu	Kendaraan Berat (Kb)		Kendaraan Ringan (Kr)		Sepeda Motor (Sm)		Kendaraan Sedang (Ks)		Jumlah Kendaraan	
		EKR=1.2		EKR=1		EKR=0.25		EKR=1.4		Kend /Jam	SKR /Jam
		Kend /Jam	SKR /Jam	Kend /Jam	SKR /Jam	Kend /Jam	SKR /Jam	Kend /Jam	SKR /Jam		
1	07.00-08.00	17	20.4	61	61	972	243	27	37.8	1077	362.2
2	08.00-09.00	20	24	98	98	823	205.75	34	47.6	975	375.35
3	12.00-13.00	27	32.4	172	172	1007	251.75	49	68.6	1255	524.75
4	13.00-14.00	26	31.2	178	178	1110	277.5	57	79.8	1371	566.5
5	16.00-17.00	32	38.4	293	293	1478	369.5	58	81.2	1861	782.1
6	17.00-18.00	30	36	278	278	1788	447	65	91	2161	852
										8700	3462.9

Tabel 2. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Sabtu tanggal 24 September 2022			
		Kr	Kb	Sm	Ks
Pagi					
1	07:00-08:00	6.02	7.76	5.62	6.8
2	08:00-09:00	5.94	6.96	5.23	6.19
Siang					
3	12:00-13:00	6.04	6.36	5.19	6.15
4	13:00-14:00	6.11	7.43	5.19	6.94
Sore					
5	16:00-17:00	6.93	7.27	5.09	6.59
6	17:00-18:00	7.54	8.76	5.78	7.76

Tabel 3. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan (Jalan Ada Hambatan)

No	Waktu	Sabtu tanggal 24 September 2022			
		Kr	Kb	Sm	Ks
Pagi					
1	07:00-08:00	10.01	11.47	7.98	9.65
2	08:00-09:00	9.61	9.5	7.62	9.04
Siang					
3	12:00-13:00	9.45	14.29	6.81	11.18
4	13:00-14:00	10.16	10.13	6.74	9.62
Sore					
5	16:00-17:00	11.7	10.1	6.89	9.58
6	17:00-18:00	12.67	12.66	8.45	11.77

Tabel 4. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Sepeda Motor (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut)		$(Ut-Ut1)$	$(\frac{Ut-Ut1}{Ut1})^2$	S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
				$= (\text{Jarak} / \text{Waktu}) \times 3.6$ (Km/Jam)	Ut1					
1	07.00- 08.00	50	5.63	31.97	33.19	-1.22	1.49	-2.44	5.97	31.78
2	08.00-09.00	50	5.23	34.41	33.19	1.22	1.49	-2.44	5.97	34.41
3	12.00-13.00	50	5.19	34.68	34.64	0.033	0.0011	0.066	0.0044	34.68
4	13.00-14.00	50	5.2	34.61	34.64	-0.033	0.0011	0.066	0.0044	34.49
5	16.00-17.00	50	5.1	35.29	33.21	2.07	4.31	4.15	17.24	34.80
6	17.00-18.00	50	5.78	31.14	33.21	-2.07	4.31	4.15	17.24	31.14
				33.21	4.15					

Tabel 5. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Ringan (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut) = (Jarak / Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²	S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
1	07.00-08.00	50	6.02	29.90	30.10	-0.21	0.04	-0.40	0.16	29,90
2	08.00-09.00	50	5.94	30.30	30.10	0.21	0.04	-0.40	0.16	30,30
				30.10		-0.40				
3	12.00-13.00	50	6.04	29.80	29.63	0.17	0.03	0.34	0.11	29,80
4	13.00-14.00	50	6.11	29.45	29.63	-0.17	0.03	0.34	0.11	29,42
				29.63		0.34				
5	16.00-17.00	50	6.93	25.97	24.92	1.05	1.10	2.10	4.41	25,80
6	17.00-18.00	50	7.54	23.87	24.92	-1.05	1.10	2.10	4.41	23,87
				24.92		2.10				

Tabel 6. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Berat (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut) = (Jarak / Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²	S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
1	07.00-08.00	50	7.76	23.20	25.05	-1.85	3.44	-3.70	13.76	22,60
2	08.00-09.00	50	6.69	26.90	25.05	-1.85	3.44	-3.70	13.76	26,75
				25.05		-3.71				
3	12.00-13.00	50	6.36	28.30	26.26	2.03	4.15	4.07	16.61	27,71
4	13.00-14.00	50	7.43	24.22	26.26	-2.03	4.15	4.07	16.61	24,04
				26.26		4.07				
5	16.00-17.00	50	7.27	24.75	22.65	2.10	4.43	4.21	17.73	24,04
6	17.00-18.00	50	8.76	20.54	22.65	-2.10	4.43	4.21	17.73	20,54
				22.65		4.21				

Tabel 7. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Sedang (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut) = (Jarak / Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²	S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
1	07.00-08.00	50	6.8	26.47	27.77	-1.30	1.70	-2.60	6.80	26.21
2	08.00-09.00	50	6.19	29.08	27.77	1.30	1.70	-2.60	6.80	29
				27.77		-2.60				
3	12.00-13.00	50	6.15	29.26	27.60	1.66	2.77	3.33	11.10	28.89
4	13.00-14.00	50	6.94	25.93	27.60	-1.66	2.77	3.33	11.10	25.77
				27.60		3.33				
5	16.00-17.00	50	6.59	27.31	25.25	2.06	4.24	4.11	16.95	26.70
6	17.00-18.00	50	7.76	23.20	25.25	-2.06	4.24	4.11	16.95	23.20
				25.25		4.11				

Tabel 8. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Sepeda Motor (Jalan Ada Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut) = (Jarak / Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²	S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
1	07.00-08.00	50	7.98	22.55	23.09	-0.53	0.28	-1.06	1.13	22,50
2	08.00-09.00	50	7.62	23.62	23.09	0.53	0.28	-1.06	1.13	23,62
				23.09		-1.06				
3	12.00-13.00	50	6.81	26.43	26.56	-0.13	0.02	-0.27	0.07	26,42
4	13.00-14.00	50	6.74	26.70	26.56	0.13	0.02	-0.27	0.07	26,48
				26.56		-0.27				
5	16.00-17.00	50	6.89	26.12	23.71	2.41	5.81	4.82	23.26	25,23
6	17.00-18.00	50	8.45	21.30	23.71	-2.41	5.81	4.82	23.26	21,30
				23.71		4.82				

Tabel 9. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Ringan (Jalan Ada Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut)				S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
				= (Jarak /Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²			
1	07.00-08.00	50	10.01	17.99	18.35	-0.37	0.14	-0.74	0.56	17,95
2	08.00-09.00	50	9.61	18.73	18.35	0.37	0.140	-0.74	0.56	18,70
				18.35		-0.74				
3	12.00-13.00	50	9.45	19.04	18.38	0.66	0.44	1.33	1.77	18,95
4	13.00-14.00	50	10.16	17.71	18.38	-0.66	0.44	1.33	1.77	17,70
				18.38		1.33				
5	16.00-17.00	50	11.7	15.38	14.80	0.588	0.34	1.17	1.38	15,30
6	17.00-18.00	50	12.67	14.20	14.80	-0.58	0.34	1.17	1.38	14,20
				14.80		1.17				

Tabel 10. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Berat (Jalan Ada Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut)				S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
				= (Jarak /Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²			
1	07.00-08.00	50	11.47	15.70	17.32	-1.62	2.64	-3.25	10.60	15,018
2	08.00-09.00	50	9.5	18.94	17.32	1.62	2.64	-3.25	10.60	18,59
				17.32		-3.25				
3	12.00-13.00	50	14.29	12.60	15.18	-2.58	6.68	-5.17	26.75	10,47
4	13.00-14.00	50	10.13	17.77	15.18	2.58	6.68	-5.17	26.75	17,58
				15.18		-5.17				
5	16.00-17.00	50	10.1	17.82	16.02	1.80	3.24	3.60	12.98	17,09
6	17.00-18.00	50	12.66	14.21	16.02	-1.80	3.24	3.60	12.98	14,21
				16.02		3.60				

Tabel 11. Hasil Survei Waktu Tempuh Kendaraan Sedang (Jalan Ada Hambatan).

No	Waktu	Jarak (M)	Waktu Tempuh (Detik)	Kecepatan (Ut)				S	S ²	Kecepatan Rata-Rata Ruang (Km/Jam)
				= (Jarak /Waktu) × 3.6 (Km/Jam)	Ut1	(Ut-Ut1)	(Ut-Ut1) ²			
1	07.00-08.00	50	9.65	18.65	19.28	-0.62	0.39	-1.25	1.58	18.56
2	08.00-09.00	50	9.04	19.91	19.28	0.629	0.39	-1.25	1.58	19.82
				19.28		-1.25				
3	12.00-13.00	50	11.18	16.10	17.40	-1.30	1.70	-2.61	6.81	15.67
4	13.00-14.00	0	9.62	18.71	17.40	1.30	1.70	-2.61	6.81	18.54
				17.40		-2.61				
5	16.00-17.00	50	9.58	18.78	17.04	1.74	3.05	3.49	12.22	18.13
6	17.00-18.00	50	11.77	15.29	17.04	-1.74	3.05	3.49	12.22	15.29
				17.04		3.50				

Tabel 12. Kecepatan Rata-Rata Ruang Ketiga Jenis Kendaraan (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu	Kecepatan Rata Rata Ruang				Rata-Rata (Km/Jam)
		Sm	Kr	Kb	Ks	
1	07.00-08.00	31.7845	29.8949	22.6025	26.2135	27.6238
2	08.00-09.00	34.4167	30.3020	26.7514	28.9837	30.1135
3	12.00-13.00	34.6819	29.7974	27.7149	28.8890	30.2708
4	13.00-14.00	34.4908	29.4224	24.0430	25.7731	28.4323
5	16.00-17.00	34.8056	25.8040	24.0429	26.6931	27.8364
6	17.00-18.00	31.1418	23.8726	20.5479	23.1958	24.6895

Tabel 13. Kecepatan Rata-Rata Ruang Ketiga Jenis Kendaraan (Jalan Ada Hambatan)

No	Waktu	Kecepatan Rata Rata Ruang (Km/Jam)				Rata-Rata (Km/Jam)
		Sm	Kr	Kb	Ks	
1	07.00-08.00	22.5060	17.9508	15.0182	18.5679	18.5107
2	08.00-09.00	23.6212	18.7068	18.5943	19.8259	20.1870
3	12.00-13.00	26.4288	18.9546	10.4719	15.6767	17.8830
4	13.00-14.00	26.4884	17.6969	17.5862	18.5477	20.0798
5	16.00-17.00	25.2344	15.2944	17.0930	18.1386	18.9401
6	17.00-18.00	21.3017	14.2067	14.2180	15.2931	16.2549

Tabel 14. Perhitungan Volume, Kecepatan dan Kerapatan (Jalan Tanpa Hambatan).

No	Waktu Pengamatan	Volume (q)	Kecepatan (Us)	Kerapatan (K)	K ²
1	07.00-08.00	1077	27.6238	38.9880	1520.0651
2	08.00-09.00	975	30.1135	32.3774	1048.3016
3	12.00-13.00	1255	30.2708	41.4590	1718.8528
4	13.00-14.00	1371	28.4323	48.2196	2325.1369
5	16.00-17.00	1861	27.8364	66.8547	4469.5623
6	17.00-18.00	2161	24.6895	87.5267	7660.9335

Tabel 15. Perhitungan Volume, Kecepatan dan Kerapatan (Jalan Ada Hambatan).

No	Waktu Pengamatan	Volume (q)	Kecepatan (Us)	Kerapatan (K)	K ²
1	07.00-08.00	1077	18.5107	58.1823	3385.1825
2	08.00-09.00	975	20.1870	48.2982	2332.7176
3	12.00-13.00	1255	17.8830	70.1781	4924.9741
4	13.00-14.00	1371	20.0798	68.2773	4661.7999
5	16.00-17.00	1861	18.9401	98.2569	9654.4238
6	17.00-18.00	2161	16.2549	132.9443	17674.198

Tabel 16. Variabel dan konstanta regresi linier *Greenshiesld.*

Model	Y	x	A	B
Greenshild	\bar{U}_s	K	\bar{U}_f	$-\bar{U}_f/k_j$

Tabel 17. Resume perhitungan Regresi linear *Greenshiesld.*

Lokasi pengamatan	A	B
Jalan Tanpa Hambatan	38.0136	-0.1522
Jalan Ada Hambatan	26.5463	-0.0774

Tabel 18. Persamaan hubungan antara Kecepatan (\bar{U}_s), Volume q dan Kerapatan K.

Model hubungan	Lokasi pengamatan	
	Jalan Tanpa Hambatan	Jalan Ada Hambatan
Kecepatan- Kerapatan	$\bar{U}_s = 38.0136$ $-0.1522D$	$\bar{U}_s = 26.5463$ $-0.0774D$
Volume- Kecepatan	$q = 249.7146 U_s$ $(249.7146/38.0136) U_s^2$	$q = 342.9240 U_s$ $(342.9240/26.5463) U_s^2$
Volume- Kerapatan	$q = 38.0136$ $-0.1522D^2$	$q = 26.5463$ $-0.0774D^2$

Tabel 19. Kecepatan Arus Bebas ($\bar{U}f$) dan Kerapatan Macet (Kj)

Lokasi	$\bar{U}f$	Kj
Jalan Tanpa Hambatan	38.0136	249.7146
Jalan Ada Hambatan	26.5463	342.9240

Tabel 20. Kecepatan Arus Bebas ($\bar{U}f$) dan Kerapatan Macet (Kj)

Lokasi	$\bar{U}f$	Kj
Jalan Tanpa Hambatan	38.0136	249.7146
Jalan Ada Hambatan	26.5463	342.9240

Tabel 21. Nilai volume maksimum.

Persamaan Volume Maksimum	Pengamatan	Qc
$qm = (Uf.Kj)/2$	Jalan Tanpa Hambatan	4746.28
	Jalan Ada Hambatan	4551.69

Tabel 22. Perhitungan antrian dan tundaan pada kondisi pintu perlintasan tertutup dengan analisis gelombang kejut.

No	Interval Waktu	Qa (Skr/ jam)	qc (Skr/ jam)	Ka (Skr/ jam)	Kj (Skr/ jam)	Kc (Skr/ jam)	Kecepatan Gelombang Kejut			r (detik)	Ta (detik)	Pa (Km)	Tb (detik)	N (Skr/ jam)	Tundaan Rata-rata (Detik)
							ωAB (Km/ jam)	ωCB (Km/ jam)	ωAC (Km/ jam)						
1	16:34:00 - 16:35:56	87.4	4551.6	4.49	342.9	171.46	-0.25	-26.54	26.73	116	1.13	0.008	2.27	2.84	60.84
2	17:14:00 - 17:15:45	99.8	4551.6	5.64	342.9	171.46	-0.29	-26.54	26.84	105	1.18	0.008	2.35	2.94	55.44
3	17:46:00 - 17:47:37	137.4	4551.6	8.95	342.9	171.46	-0.41	-26.54	27.16	97	1.52	0.010	3.01	3.76	52.26
4	18:00:00 - 18:01:48	122.0	4551.6	8.03	342.9	171.46	-0.36	-26.54	27.10	108	1.50	0.010	2.97	3.71	57.71

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan (*Shock Wave Analysis*) pada kondisi pintu tertutup dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Periode penutupan maksimum, kondisi antrian dan tundaan maksimum:
Kondisi antrian dan tundaan maksimum terjadi pada periode 16.34.00- 16.35.56, dimana menghasilkan waktu pelepasan $ta = 1.13$ detik, waktu pemulihan $tb = 2.27$ detik, panjang antrian maksimum = 0,008 Km, jumlah kendaraan antri $N = 2.84$ skr/jam, serta rata-rata tundaan sebesar 60.84 detik.
2. Kondisi antrian dan tundaan yang terjadi tergantung pada jumlah kendaraan yang masuk dan durasi penutupan perlintasan. Semakin besar kendaraan yang masuk, semakin lama durasi penutupan menyebabkan waktu dan panjang antrian serta tundaan yang dialami oleh pengemudi di semakin besar.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dapat diketahui bahwa pada lokasi jalan tanpa hambatan pengemudi dapat memilih kecepatannya, namun ketika memasuki lokasi jalan yang terdapat hambatan kecepatan akan menurun karena adanya hambatan lalu lintas dan rambu-rambu pengemudi memasuki perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api. Sehingga dapat disimpulkan :

1. Pada lokasi Jalan Tanpa Hambatan (ruas yang belum dipengaruhi / *rumble strips*) atau rambu-rambu peringatan akan memasuki perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta

api) nilai kecepatan arus bebas \bar{U} 38.01 km/jam, nilai kerapatan K_j 249.71 dan volume maksimum 4746.28 skr/jam. Pada lokasi Jalan Ada Hambatan (ruas yang dipengaruhi / *rumble strips*) atau rambu-rambu peringatan akan memasuki perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api) nilai kecepatan arus bebas \bar{U} 26.54 km/jam, nilai kerapatan K_j 342.92 dan volume maksimum 4551.69 skr/jam.

2. Kondisi antrian dan tundaan maksimum terjadi pada periode 16.34.00 - 16.35.56, dimana menghasilkan waktu pelepasan $t_a = 1.13$ detik, waktu pemulihan $t_b = 2.27$ detik, panjang antrian maksimum = 0,008 Km, jumlah kendaraan antri $N = 2.84$ skr/jam, serta rata-rata tundaan sebesar 60.84 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghastya, A., Astuti, S. W., Rachman, N. F., & Adi, W. T. (2021). *Sosialisasi di Perlintasan Sebidang sebagai Upaya Meningkatkan Disiplin Pengguna Jalan*. Madiun Spoor: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1(1).
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*, Jakarta,
- Farouq, U. (2018). *Studi Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu Lintas (Studi Kasus: Perlintasan Kereta Api Jalan Bung Tomo Surabaya)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945).
- Herianto, D., & Siregar, A. M. R. (2021). *Analisis Solusi Kemacetan pada Simpang Sebidang Kereta Api Jalan Urip Sumoharjo*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD), 9(3), 491-502.
- Mahyar, D. P., Aktorina, W., Indarto, H., & Basuki, K. H. (2017). *Desain fly over pada perlintasan sebidang jalan kereta api di jalan Slamet Riyadi Surakarta*. Jurnal Karya Teknik Sipil, 6(1), 275-281.
- Resmadi, I. (2014). *Kajian moralitas teknologi pintu perlintasan kereta api (Studi kasus: Pintu perlintasan kereta api Cikudapateuh Bandung)*. Jurnal Sositoteknologi, 13(2), 84-90.
- Sumarsono, A., Mahmudah, A. M., & Noviyanti, I. (2017). *Studi Gelombang Kejut Pada Persimpangan Jalan Dan Jalan Rel Dengan Menggunakan Emp Atas Dasar Analisa Headway (Studi Kasus Perlintasan Kereta Purwosari Jl. Slamet Riyadi Surakarta)*. Matriks Teknik Sipil, 5(4).
- Timpal, G. S., Sendow, T. K., & Rumayar, A. L. (2018). *Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg dan Underwood dan Analisa Kinerja Jalan pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Manado*. Jurnal Sipil Statik, 6(8).
- Willyanto, W., Rumayar, A. L., & Longdong, J. (2019). *Analisa Tundaan Akibat Aktivitas Sisi Jalan (Studi Kasus: Jln. Sam Ratulangi, Kota Manado)*. Jurnal Sipil Statik, 7(9).



Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-Sharealike 4.0 International License